

**Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”
Facultad de Informática**



**Tesis presentada en opción al grado de máster en Nuevas
Tecnologías para la Educación**

TÍTULO

*Herramienta informática de apoyo al PDE de la
Disciplina Matemática General en la carrera
Ingeniería Informática: Matemática I*

AUTOR: Ing. Yailem Arencibia Rodríguez del Rey

**TUTORES: MSc. Narciso Rubén de León Rodríguez
Dr. Roberto Fuentes Garí**

CIENFUEGOS

2010



**Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”
Facultad de Ingeniería Informática**

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” como parte de la culminación de la Maestría: “Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación”, autorizándose que el mismo sea utilizado por la institución para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total; y por tanto no podrá ser presentado en evento, ni publicado sin la aprobación de la institución.

Nombre y Apellidos del autor

Firma

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido revisado y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Nombre del tutor. Firma

Nombre del tutor. Firma

Información Científico Técnica.
Nombre y Apellidos. Firma.

Coordinador de Maestría. Firma

Agradecimientos

Quiero agradecer de todo corazón a todos mis familiares, amigos, profesores, compañeros, a todas las personas que de una u otra forma han ayudado en mi formación profesional, en la realización de esta investigación y en ser mejor persona cada día. En especial a:

- *A mis Padres, por hacer posible que yo haya llegado hasta aquí.*
- *A mi hermana, por su confianza y estar bien unidas en los últimos años.*
- *A mi esposo Yoisnel, por brindarme siempre todo su amor, por su apoyo y confianza. Gracias por ayudarme, entenderme y soportarme.*
- *A todos mis familiares y amigos de siempre, por todo su apoyo y ayuda en estos años compartidos.*
- *A la familia de mi esposo que es también mi familia.*
- *A Rubén de León y Roberto Fuentes, tutores de esta investigación, por su preocupación, por el tiempo dedicado, por ser ante todo magníficos profesionales.*
- *A Rubén de León por trasmitirnos sus conocimientos y experiencias, por ser el ejemplo a seguir y paradigma de profesor universitario.*
- *A todos los que mencioné y a todos aquellos que han estado a mi lado con ese granito de arena para llegar a lograr este sueño.*

A todos y por todo, MUCHÍSIMAS GRACIAS.

*A mi querido bebé que ha sido
parte de mí en estos últimos seis meses.*

“Día llegará en que pueda llevar consigo el hombre, como hoy en tiempo un reloj, la luz, el calor, y la fuerza en algún aparato diminuto.”

José Martí

RESUMEN

La presente investigación titulada: **“Herramienta informática de apoyo al PDE de la disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática: Matemática I”** se realiza en la Facultad de Informática de la Universidad de Cienfuegos. Constituye una alternativa de solución para la utilización de asistentes matemáticos basado en la filosofía de software libre que contribuya al cumplimiento de los objetivos planteados en el Plan de Estudios D para la asignatura Matemática I de la Disciplina Matemática General, lo cual responde a un proceso de migración que lleva adelante el país.

Después de realizar un estudio sobre los asistentes matemáticos con licencia libre, que pudieran servir para desarrollar la herramienta propuesta se concluye que el más apropiado es MAXIMA con su interfaz gráfica por defecto XMaxima.

La herramienta informática desarrollada está compuesta por un fichero “Matemátical.mac” con otras funcionalidades que este asistente matemático no tiene y que pudieron ser programadas utilizando el lenguaje de MAXIMA, de esta forma se completan los contenidos de la asignatura, además de brindar al estudiante la posibilidad de analizar otras filosofías de programación. También se incluye una ayuda orientadora, en la que se explican todas las funcionalidades que ya MAXIMA tiene en relación con los contenidos de la asignatura Matemática I organizados por temas, incluso con ejemplos. La ayuda que se incluye como una página web sencilla que puede ser cargada en el navegador de MAXIMA y el fichero “Matemátical.mac” con los algoritmos programados, permite completar sus funcionalidades y adecuarlo a las características de la asignatura Matemática I.

ÍNDICE

Resumen

Introducción	1
Problema científico	5
Objeto de investigación	5
Campo de acción	5
Objetivo General	5
Idea a defender	6
Tareas científicas	6
Métodos y técnicas utilizadas en el proceso de investigación.	6
Aportes práctico.	7
Caracterización de los capítulos del Informe.	7- 8

Capítulo I: Fundamentación Teórica	9
1.1.- Introducción.	9
1.2.- Descripción detallada de los antecedentes.	9
1.2.1 – Importancia de la carrera ingeniería Informática en la actualidad. Proyecciones.	9
1.2.2 – Tendencias actuales de la Educación Superior Cubana.	11
1.2.3 – ¿Por qué estudiar Matemáticas en la carrera Ingeniería Informática?	12
1.2.4 – Necesidad de que los estudiantes de informática se vinculen con sistemas informáticos que contribuyan al desarrollo de sus habilidades.	14
1.2.5 – Las TIC en la Enseñanza - Aprendizaje de las Matemáticas.	14
1.2.6 – Asistentes Matemáticos.	15
1.2.7 – Importancia de utilizar <i>Software Libre</i> en la docencia.	16
1.2.8 – Proceso de migración a Software Libre en Cuba.	19
1.2.9 – Matemática I.	20
1.3.- Descripción de los software libres disponibles para desarrollar la propuesta.	21
1.4.- Software libre seleccionado para desarrollar la propuesta.	27
1.4.1.- Herramienta informática que se propone.	28

1.5.- Conclusiones.	31
Capítulo II: Descripción de la Solución Propuesta.	32
2.1.- Introducción.	32
2.2- Concepción general del sistema.	32
2.3- Requerimientos mínimos del sistema.	33
2.4- Principios básicos del análisis y diseño estructurado.	34
2.5- Diagramas de flujo de datos (DFD).	35
2.6 - Representación lógica en los procesos computacionales. Lenguaje natural estructurado (LNE).	38
2.7 – Diccionario de datos del sistema.	40
2.8 – Relaciones entre las herramientas del análisis y diseño estructurado.	53
2.9- Conclusiones.	53
Capítulo III: Presentación de los Resultados.	54
3.1.- Introducción.	54
3.2.- La asignatura Matemática I en el Plan de Estudio D de la carrera Ingeniería Informática presencial.	54
3.3.- La utilización de DERIVE en la asignatura Matemática I. Su influencia.	59
3.4.- El MAXIMA y la herramienta informática desarrollada para apoyar el estudio de la asignatura Matemática I.	60
3.5.- DERIVE vs MAXIMA en la asignatura Matemática I.	63
3.6.- Conclusiones.	65
Conclusiones	66
Recomendaciones	67
Bibliografía	68
Anexos	72

INTRODUCCIÓN

El progreso continuo de las denominadas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), que abarcan los equipos y aplicaciones informáticas y las telecomunicaciones, es irrefutable. La informatización de la sociedad va cobrando auge a nivel mundial y también en Cuba, donde la informática ha continuado introduciéndose y desarrollándose vertiginosamente.

Desde octubre de 1997, en la Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba, quedó declarado explícitamente la importancia de la informática y la industria del software en la isla. Desde entonces el país tiene un programa integral que involucra a las organizaciones que deben proveer los recursos materiales, financieros e intelectuales necesarios para la modernización informática.

Debido a lo anterior, la importancia que se le concede a la formación de los recursos humanos profesionales en la rama. Por tal razón, en la carrera Ingeniería Informática, a partir del curso 2002-2003 se produjo un importante cambio cuantitativo y cualitativo en el escenario de formación de sus egresados. En el cual se conciben tres formas diferentes de cursar el plan de estudio: el Curso Regular Diurno (CRD) que se estudia en varias provincias del país, el plan de Continuidad de Estudios para maestros de Computación Básica de primaria que se cursa en las Sedes Universitarias Municipales y el plan de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), para estudiantes procedentes de todo el país, que posee condiciones docentes y productivas (MES, 2007, pág. 16).

La Informatización de la Sociedad Cubana ha provocado profundas transformaciones en los métodos de enseñanza en los diferentes niveles, implicando cambios importantes en los roles tradicionales del profesor y el estudiante. En la educación superior es esta una de las razones que justifica la necesidad de una nueva concepción curricular.

Entre las tendencias de la educación superior cubana están la disminución de la actividad presencial y el incremento del autoaprendizaje de los estudiantes, a partir de la introducción de nuevos métodos en el proceso de formación como las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) (Carlos Cañedo, 2008).

En la carrera Ingeniería Informática también son evidentes estas tendencias y se recogen en el nuevo Plan de estudios D de julio de 2007, como por ejemplo la de incrementar el estudio independiente, asistido por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) (MES, 2007, pág. 16).

En la formación del ingeniero informático es de gran importancia la enseñanza de las matemáticas ya que permite adiestrar a los estudiantes en la utilización de los distintos métodos analíticos y aproximados, en el uso de asistentes matemáticos y en la implementación de esquemas de cálculo en máquinas computadoras, desarrollando así su pensamiento lógico, heurístico y algorítmico (MES, 2007, pág. 105).

La disciplina Matemática General de la carrera Ingeniería Informática está conformada por cinco asignaturas semestre, tres en primer año (Álgebra, Matemática I, Matemática II) y dos en segundo (Matemática III, Matemática IV). La computación debe estar presente en cada una de las asignaturas que componen la disciplina (MES, 2007, pág. 114).

Los estudiantes de informática deben vincularse con diferentes software que contribuyan tanto al desarrollo de sus habilidades, como a la formación de una cultura informática que les permita valorar el funcionamiento de los sistemas y adquirir experiencia. En particular la utilización de software que permitan reutilizar el código y modificarlo es mucho mejor para su formación profesional. Todas las disciplinas de la carrera tienen que colaborar en la formación general del egresado, en las diferentes dimensiones (MES, 2007, pág. 150).

Es por ello que en las asignaturas básicas como Matemática se buscan alternativas para lograr un mayor vínculo con la especialidad y así contribuir a

la formación integral de los estudiantes, en este caso la utilización de Asistentes Matemáticos.

Los mediadores, intérpretes o intermediarios entre el ordenador y las ciencias de las matemáticas, denominados Asistentes Matemáticos o Herramienta Matemáticas, se han desarrollado para apoyar el proceso docente educativo en el ámbito educacional y el procesamiento matemático de modelos, en el ámbito investigativo. Tomando en cuenta la licencia bajo la cual se distribuyen, estos pueden clasificarse en dos grandes grupos: Asistentes Matemáticos propietarios o libres.

Se clasifica como *Software Libre* al que permita: ejecutar el programa con cualquier propósito; acceder al código fuente para estudiar su funcionamiento y adaptarlo a las necesidades de cada uno; redistribuir copias; mejorar el programa y luego publicarlo para el bien de toda la comunidad (Richard M. Stallman, 2004, pág. 45).

Investigaciones realizadas (J. Rafael Rodríguez Galván, 2005), (A. Pardini, 2007) apoyan la idea de utilizar Software Libre en la docencia, debido a sus ventajas técnicas, morales y pedagógicas por sobre sus contrapartes privativas.

El modelo de software privativo trae consigo varias desventajas. Una es su licenciamiento, que impide distribuirlo, lo cual conlleva a la piratería. Otra, la más importante desde la perspectiva del educador, es que no es posible estudiar cómo funciona y por tanto no es posible modificarlo para hacer herramientas propias. Aquí es donde entra el software libre. No sólo simboliza un ahorro económico, también representa el retorno del control hacia los usuarios por permitir hacer lo que se quiera con el software: estudiarlo, modificarlo, mejorarlo y fundamentalmente compartirlo. Esto último permite formar valores éticos que son importantes fomentar en los estudiantes universitarios.

En 2005, Cuba inició su "migración a software libre y plataformas de código abierto en general". Desde entonces quedó orientado que esta "migración" fuera un proceso continuo y organizado, y se crea el Grupo Ejecutivo Nacional encabezado por el ministro de Informática y las Comunicaciones (Christian Peralta Guzmán, 2009). En la actualidad varias son las organizaciones involucradas en este proceso de migración y entre ellos el Ministerio de Educación Superior (MES).

En la carrera Ingeniería Informática en particular, es muy importante que los estudiantes utilicen software libre que le permitan acceder al código fuente, para estudiarlo, saber cómo funciona y poder hacer modificaciones, crear sus propios algoritmos y hasta tener la posibilidad de publicar sus mejoras. Todo esto unido a que el Ministerio de Educación Superior (MES) está involucrado en el proceso de migración a software libre, lo cual responde a una política del país orientado desde 2005, hacen necesario buscar alternativas *libres* para los sistemas *privativos* que los estudiantes utilizan en las diferentes asignaturas.

En la planificación de la asignatura Matemática I de la Disciplina Matemática General de la carrera Ingeniería Informática, se presta gran importancia a la utilización de asistentes matemáticos para contribuir a la formación computacional del estudiante, así aparece reflejado en uno de los objetivos educativos del plan de estudios D (MES, 2007, pág. 116 y 122).

El asistente matemático DERIVE es el que se ha estado utilizando para apoyar el PDE de la asignatura Matemática I en la Facultad de Informática de la Universidad de Cienfuegos. Este es un asistente matemático profesional, especializado en el cálculo simbólico, que permite representaciones gráficas en 2D y 3D, con un lenguaje de programación interno para el desarrollo de instrucciones y con amplias posibilidades para la docencia ("Derive - Wikipedia, la enciclopedia libre," s.d.); pero no es software libre, de ahí su principal limitación. Además, no tiene una adecuada organización de los contenidos de la asignatura, que facilite el estudio independiente de los estudiantes, sino que estos tienen que buscar en la ayuda extensa de Derive la explicación de los comandos a utilizar.

También existen otros asistentes matemáticos profesionales de probada calidad, con amplias posibilidades y que cubren perfectamente las necesidades de estas asignaturas como: MATHEMATICA, MAPLE, MATLAB; pero todos estos, al igual que DERIVE, se encuentran bajo el título de licencia propietario.

Actualmente en la Facultad de Informática de la Universidad de Cienfuegos no se utiliza ningún asistente matemático basado en la filosofía de software libre que contribuya al cumplimiento de los objetivos planteados en el Plan de Estudios D para la asignatura Matemática I de la Disciplina Matemática General. Por todo lo anteriormente explicado se identifica el siguiente problema científico.

Problema Científico

Necesidad de tener una herramienta informática (basada en la filosofía de software libre) para apoyar el PDE de la asignatura Matemática I de la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática.

Objeto de Investigación

El proceso docente-educativo (PDE) de la asignatura Matemática I de la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática, así como los asistentes matemáticos libres existentes que permitan desarrollar herramientas informáticas para esta disciplina.

Campo de Acción

Los componentes del PDE de la asignatura Matemática I de la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática.

Objetivo General de la Investigación

Desarrollar una herramienta informática (basada en la filosofía de software libre) para apoyar el PDE de la asignatura Matemática I de la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática.

Idea a defender

Si se utiliza una herramienta informática (basada en la filosofía de software libre) para apoyar la asignatura Matemática I de la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática, entonces se favorece el cumplimiento de los objetivos del PDE de esta asignatura.

Tareas Científicas

- Revisión bibliográfica sobre el tema objeto de investigación, encaminada a seleccionar el asistente matemático libre más apropiado para desarrollar la propuesta.
- Análisis de los elementos objeto de automatización.
- Diseño de los elementos de la herramienta a automatizar.
- Implementación de la herramienta informática.
- Validación de la herramienta informática.

Métodos y técnicas utilizadas en el proceso de investigación.

Del nivel teórico

- **Analítico-sintético:** Se utiliza para conocer los objetivos del PDE de la asignatura Matemática I en la carrera Ingeniería Informática planteado en plan de estudios D y la influencia de la utilización de asistentes matemáticos en la misma.
- **Inductivo - deductivo:** Se utiliza para garantizar un resultado de calidad en la herramienta informática que se propone.
- **Histórico lógico:** Se utiliza para conocer sobre los antecedentes y estado actual del tema de investigación y así conformar el marco teórico. Además para resumir y precisar la información recopilada sobre los software libres existentes relacionados con las matemáticas que permitieran desarrollar la propuesta.

Del Nivel empírico

- **Entrevista:** Se utiliza para conocer sobre los problemas fundamentales que se presentan en relación con la utilización de herramientas computacionales en el PDE de las asignaturas de la Disciplina Matemática General, así se identifican las necesidades que justifican la investigación.
- **Análisis de documentos:** Se utiliza al analizar los documentos normativos relacionados con la carrera Ingeniería Informática, principalmente el Plan de estudio D.

Aporte Práctico

El desarrollo de una herramienta informática propia (basada en la filosofía de software libre) para apoyar la asignatura Matemática I de la Disciplina Matemática General de la carrera Ingeniería Informática, enriquece el PDE de esta disciplina, incide positivamente en la formación del profesional y responde a la necesidad de utilizar software libre, lo cual forma parte de una política del país y del Ministerio de Educación Superior.

Caracterización de los capítulos del Informe

Este informe de investigación está estructurado en tres capítulos, conclusiones y recomendaciones.

Capítulo I: Fundamentación Teórica.

En este capítulo se presenta una descripción detallada de los antecedentes de la investigación. También se explican algunas de las opciones más extendidas en el mundo del software matemático con licencia libre, que pudieran servir para desarrollar la herramienta propuesta y finalmente se muestra la herramienta libre escogida, justificando su selección.

Capítulo II: Descripción de la Solución Propuesta.

Se realiza la descripción de la solución propuesta a partir de los elementos que integran los métodos de análisis y diseño de sistemas estructurados. Como parte de esta metodología se detallan: los diagramas de flujo de datos, la

representación lógica en los procesos computacionales (Lenguaje natural estructurado) y el diccionario de datos. Además, se describe la utilización integral de todos estos elementos y se presenta la concepción general del sistema propuesto, así como los requerimientos mínimos del sistema (de rendimiento, de software y de hardware).

Capítulo III: Presentación de los Resultados.

Se describe el programa de la asignatura Matemática I en el Plan de estudio D de la carrera Ingeniería Informática presencial. Se detallan las funcionalidades del programa Derive v6 utilizado hasta ahora en la asignatura como herramienta computacional, describiendo su influencia. También se presentan las principales funcionalidades de MAXIMA y se explica la herramienta informática desarrollada para apoyar el PDE de la asignatura Matemática I en la carrera Ingeniería Informática, teniendo en cuenta los objetivos y sistema de habilidades a alcanzar en la misma. La presentación de los resultados consiste en contrastar DERIVE vs MAXIMA, resaltando la superioridad de este último con la incorporación de la herramienta informática desarrollada.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1– Introducción.

Este capítulo trata todo lo referente a la fundamentación teórica del tema de la investigación, que consiste en el desarrollo de herramienta informáticas (basadas en software libre) para apoyar el PDE de la asignatura Matemática I de la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática. Se presenta una descripción detallada de los antecedentes de la investigación en la que se trata: la importancia y proyecciones de la carrera Ingeniería Informática en la actualidad, las tendencias actuales de la educación superior cubana, la importancia del estudio de las matemáticas en la carrera, la necesidad de que los estudiantes de informáticas utilicen diferentes software en su formación, las TIC en la Enseñanza - Aprendizaje de las Matemáticas, los asistentes matemáticos, la importancia de utilizar software libre en la docencia, el proceso de migración a software libre en Cuba, se particulariza en el caso de la asignatura Matemática I. También se realiza una descripción de los asistentes matemáticos libres disponibles que permitan desarrollar la propuesta y por último se explica la herramienta libre escogida, justificando su selección.

1.2 – Descripción detallada de los antecedentes.

1.2.1 – Importancia de la carrera ingeniería Informática en la actualidad. Proyecciones.

El avance de la ciencia y la tecnología de la computación y las comunicaciones es irrefutable, no solo a nivel mundial, sino también en la sociedad y la economía cubanas en las que la informática ha continuado introduciéndose y desarrollándose vertiginosamente.

En la Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba, de octubre de 1997, queda declarada explícitamente la importancia actual de la informática y la industria del software al expresarse:

- En particular las industrias ligera, de materiales de construcción, otras ramas de la industria básica, las actividades industriales de diferentes

organismos, y sideromecánica y electrónica, incluida la del software, deberán trabajar con calidad, por incrementar la sustitución de importaciones, y desarrollar la exportación de líneas de elevada eficiencia.

- El país debe encaminarse resueltamente a la modernización informática mediante un programa integral que involucre a las organizaciones que deben proveer los recursos materiales, financieros e intelectuales y a las entidades económicas, políticas y sociales que deben traducirlos en más y mejores productos y servicios (MES, 2007, pág. 14).

De ahí la importancia de la carrera ingeniería informática, en la cual a partir del curso 2002-2003 se produjo un importante cambio cuantitativo y cualitativo en el escenario de formación de sus egresados. En este nuevo escenario hay tres formas diferentes de cursar el plan de estudio:

- El Curso Regular Diurno (CRD) que se estudia en el ISPJAE y otras provincias del país.
- El plan de Continuidad de Estudios para maestros de Computación Básica de primaria que se cursa en las Sedes Universitarias Municipales.
- El plan de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), con régimen de internado para estudiantes procedentes de todo el país, que posee condiciones productivas que posibilitan muy alta dedicación al estudio y al trabajo (MES, 2007, pág. 16).

Debido a lo anterior y estimulado, por otra parte, en las proyecciones del país basadas en las exportaciones de alto valor agregado, resultado de “producciones intelectuales”, en especial la biotecnología, la industria médico-farmacéutica, la informática y otros, que igualmente tienen un importante impacto social (Carlos Cañedo, 2008); constituyen razones importantes que justifican la necesidad de una nueva concepción curricular que ya se está evidenciando con la aprobación por el MES del plan de estudios D en julio de 2007.

1.2.2 – Tendencias actuales de la Educación Superior Cubana.

La Informatización de la Sociedad Cubana ha provocado profundas transformaciones en los métodos de enseñanza en los diferentes niveles, implicando cambios importantes en los roles tradicionales del profesor y el estudiante. En la educación superior es esta una de las razones que justifica la necesidad de una nueva concepción curricular.

Entre las tendencias de la educación superior cubana está la disminución de la actividad presencial de los estudiantes, a partir de la introducción de nuevos métodos en el proceso de formación que centran su atención principal en el autoaprendizaje de los estudiantes, y entre los cuales desempeña un importante papel las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) (Carlos Cañedo, 2008).

“Como consecuencia de un amplio y generalizado empleo de las TIC se producen importantes transformaciones en el proceso de formación, que han de expresarse fundamentalmente en el cambio en los roles de profesores y estudiantes y en el empleo de métodos más colaborativos, que permitan mayor asincronismo en el proceso de formación. En relación con ello se debe atender prioritariamente aspectos tales como la utilización de software profesionales, el empleo generalizado de plataformas interactivas de trabajo que fortalezcan el autoaprendizaje de los estudiantes y la introducción de prácticas de laboratorios virtuales” (Carlos Cañedo, 2008).

En la carrera ingeniería informática también son evidentes estas tendencias de la educación superior cubana y se recogen en el Plan de estudios D como por ejemplo la de incrementar el estudio independiente, asistido por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) (MES, 2007, pág. 16). En el caso de la disciplina Matemática Básica para la carrera Ingeniería Informática también están presentes estas tendencias y así está planteado en sus Indicaciones Metodológicas y de Organización del Plan D.

“Es necesario diseñar adecuadamente el modo de trabajo de la asignatura, el sistema de evaluación y el sistema de trabajo independiente. Se debe tender a:

- Incrementar el uso de los medios de cómputo, la utilización de bibliotecas y la creación de programas sencillos.

- Plantear problemas al estudiante en los que, de modo independiente, debe realizarse la creación, adaptación e interpretación de un modelo, su solución por computadora, el análisis de los errores y la validación del resultado.” (MES, 2007, pág. 115).

1.2.3 – ¿Por qué estudiar Matemáticas en la carrera Ingeniería Informática?

Desde el primer año de la carrera se evidencia la importancia de las matemáticas en la formación del ingeniero informático ya que en los objetivos instructivos de ese año se plantean, entre otros:

- Desarrollar el pensamiento abstracto, el análisis lógico y el razonamiento inductivo y deductivo.

- Adquirir habilidades elementales en la interpretación de gráficos y otras formas de representación tridimensional (MES, 2007, pág. 19).

La disciplina Matemática General, es aquella en que se desarrollan los fundamentos de la formación de un especialista en Ingeniería Informática, dado que todo ingeniero considera representaciones técnicas y científicas en términos matemáticos con los cuales reflejan los rasgos cuantitativos de los fenómenos que estudia. De tal modo, el objetivo de esta disciplina es lograr que el ingeniero informático domine el aparato matemático que lo haga capaz de modelar y analizar los procesos técnicos, económicos, productivos y científicos, utilizando en ello, tanto métodos analíticos como aproximados y haciendo uso eficiente de las técnicas de cómputo.

El propósito de la enseñanza de la disciplina Matemática consiste en adiestrar a los estudiantes en la utilización de los distintos métodos analíticos y aproximados, en el uso de asistentes matemáticos y en la implementación de esquemas de cálculo en máquinas computadoras, desarrollando así su pensamiento lógico, heurístico y algorítmico (MES, 2007, pág. 105).

Contribución general que hace el estudio de las matemáticas a la formación del ingeniero informático:

- Amplía la madurez matemática y la capacidad de trabajo con la abstracción.
- Desarrolla habilidades para la comunicación de propiedades y características de magnitudes en forma gráfica, numérica, simbólica y verbal.
- Contribuye a conformar una cultura científica general e integral actualizada, que toma en cuenta:
 - El uso de la computación en la resolución de problemas
 - El procesamiento de literatura técnica
 - El manejo de lenguaje interdisciplinario. (MES, 2007, pág. 107)

La disciplina Matemática General de la carrera Ingeniería Informática está conformada por cinco asignaturas semestre, tres en primer año (Álgebra, Matemática I, Matemática II) y dos en segundo (Matemática III, Matemática IV). La computación debe estar presente en cada una de las asignaturas que componen la disciplina (MES, 2007, pág. 114), vinculada esencialmente a los tópicos siguientes:

- Derivación
- Integración
- Ecuaciones diferenciales ordinarias
- Series
- Métodos numéricos en general.

1.2.4 – Necesidad de que los estudiantes de informática se vinculen con sistemas informáticos que contribuyan al desarrollo de sus habilidades.

Los estudiantes de informática deben vincularse con diferentes software que contribuyan tanto al desarrollo de sus habilidades, como a la formación de una cultura informática que les permita valorar el funcionamiento de los sistemas y adquirir experiencia. En particular la utilización de software que permitan reutilizar el código y modificarlo es mucho mejor para su formación profesional.

En las diferentes asignaturas de la carrera deben utilizarse software de aplicación específicos del perfil del graduado, ya sean paquetes profesionales o desarrollados por el claustro de profesores u otros especialistas del país. Estos software deben ser usados por los estudiantes como apoyo en su labor docente e investigativa (MES, 2007, pág. 51).

Todas las disciplinas de la carrera tienen que colaborar en la formación general del egresado, en las diferentes dimensiones (MES, 2007, pág. 50).

Es por ello que en las asignaturas básicas como Matemática se buscan alternativas para lograr un mayor vínculo con la especialidad y así contribuir a la formación integral de los estudiantes, en este caso la utilización de asistentes matemáticos.

1.2.5 – Las TIC en la Enseñanza - Aprendizaje de las Matemáticas.

El impacto que ha tenido el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la sociedad, ha obligado a las instituciones de educación superior a replantear sus modelos educativos tradicionales, hacia la búsqueda de una integración apropiada de las TIC en los procesos de la enseñanza y el aprendizaje. En particular, la crisis en el aprendizaje de la matemática a nivel mundial, está demandando soluciones prontas, que a la luz de las nuevas posibilidades ofrecidas por el uso adecuado de los recursos computacionales en el aula, apuntan a una incorporación

creciente de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas (E. Vílchez Quesada, 2007).

Investigadores, como los profesores Manuel Álvarez e Iván Valido del Departamento de Matemática de ISPJAE en la Habana Cuba y el profesor José Cuevas del Departamento de Ciencias de de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (J. Cuevas, M. Álvarez, I. Valido, 1999), preocupados por los pésimos resultados que los alumnos obtienen en matemática en la mayoría de las instituciones de enseñanza a nivel mundial, vislumbran hoy por hoy el importante aporte que las tecnologías digitales pueden brindar al enriquecimiento de la labor educativa. Algunos piensan que la solución de los problemas entorno a los procesos de enseñanza aprendizaje de la matemática, se circunscribe en diseñar nuevas estrategias metodológicas donde el estudiante tenga la posibilidad de construir su propio conocimiento.

El desarrollo de las TIC, está demandando un cambio en los tradicionales ambientes de aprendizaje algorítmicos, caracterizado por el predominio de clases magistrales, asignación de listas de ejercicios y un comportamiento pasivo (J. Pons, 2004).

La utilización de software y materiales educativos computarizados como un recurso para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática, se ha convertido en una necesidad y constituye una respuesta ante la problemática que gira en torno de la comprensión cognoscitiva de conceptos y nociones matemáticas en los salones de clase (L. Meza, 2000).

1.2.6 – Asistentes Matemáticos.

Los mediadores, intérpretes o intermediarios entre el ordenador y las ciencias de las matemáticas son aquellos programas desarrollados con este fin, es lo que se conoce comúnmente como Asistentes Matemáticos o Herramientas Matemáticas. Estos se han desarrollado para apoyar el proceso docente educativo en el ámbito educacional y el procesamiento matemático de modelos, en el ámbito de proyectos reales (investigativo).

Un programa debe cumplir determinados requerimientos o requisitos para poder ser usado con éxito como herramienta matemática, sobre todo si se enmarca en el ámbito de educación superior. Entre los requerimientos fundamentales deben señalarse los de cálculos científicos (requerimiento mínimo), cálculos simbólicos y cálculos numéricos y matricial (estos dos últimos requerimientos en función de las especificidades de cada herramienta) (J. Rafael Rodríguez Galván, 2005, pág. 5)

Existen múltiples Asistentes Matemáticos (desarrollados unos con fines académicos y otros para apoyar problemas matemáticos) que cumplen con estos requisitos y cuentan con muchas otras funcionalidades. Tomando en cuenta la licencia bajo la cual se distribuyen, estos pueden clasificarse en dos grandes grupos: Asistentes Matemáticos propietarios o libres.

1.2.7 – Importancia de utilizar *Software Libre* en la docencia.

Se llama *Software Libre* a aquél que garantice las siguientes libertades:

- Libertad 0: la libertad para ejecutar el programa con cualquier propósito.
- Libertad 1: la libertad para estudiar el funcionamiento del programa y adaptarlo a las necesidades de cada uno—el acceso al código fuente es condición indispensable para esto.
- Libertad 2: la libertad para redistribuir copias y ayudar a otros.
- Libertad 3: la libertad para mejorar el programa y luego publicarlo para el bien de toda la comunidad —el acceso al código fuente es condición indispensable para esto (Richard M. Stallman, 2004, pág. 45).

El software libre no tiene restricciones en cuanto a distribución de copias se refiere, puede ser modificado sin tener que pedir permiso ni pagar por ello, es adquirido de forma gratis o pagando por su distribución y puede ser copiado, o

comercializado (Richard M. Stallman, 2004, pág. 46). A los programas que de alguna manera privan de estas libertades se les llama *Software Privativo*.

Investigaciones realizadas apoyan la idea de utilizar Software Libre en la docencia, debido a sus ventajas técnicas, morales y pedagógicas por sobre sus contrapartes privativas.

En junio de 2005 J. Rafael Rodríguez Galván profesor del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Cádiz publicó: "Matemáticas y Software libre para la docencia en la Universidad de Cádiz ". En este artículo se concluye que:

- Una formación basada en la excesiva dependencia de una única herramienta comercial, puede llegar, con el tiempo, a ser obsoleta.
- La dependencia de una herramienta privativa en el ámbito educativo conlleva problemas éticos añadidos, puesto que de forma irremisible provoca en el alumnado la seducción por una marca cuyo precio hará que, en la mayoría de los casos, no pueda ser adquirida legalmente, incitando su copia ilegal.
- Al usar en el aula una herramienta con licencia libre, el profesor cuenta con ventajas adicionales a la hora de la planificación y el desarrollo de la asignatura, derivadas de tener la garantía de que un programa con software libre podrá ser instalado y usado por sus alumnos en cualquier lugar fuera de la universidad.
- El Software Libre posibilita que los alumnos puedan acceder al código fuente, a la forma en que está programada la herramienta que están utilizando en clase. Esto aporta el gran valor de poder estudiar la manera en la que un programa de primer nivel implementa en la práctica los algoritmos que han sido estudiados en las clases teórico-prácticas. El poder observar y modificar el código de un programa profesional, utilizado por miles de personas de todo el mundo, constituye una experiencia

tremendamente gratificante, de gran valor docente, como refuerzo y motivación.

- Utilizar Software Libre en el aula impulsa valores éticos asociados en los cuales se basa la educación como: la libertad, el conocimiento, la solidaridad y la colaboración (J. Rafael Rodríguez Galván, 2005, págs. 4-5).

En octubre de 2007 A Pardini de la Universidad nacional de La Plata publicó: “Fundamentación del uso de software libre en la universidad pública. Enseñando Matemática con herramienta alternativas”. En este artículo se defiende la siguiente idea:

“El avance en la comunidad científica siempre fue acompañado por la libre circulación de las ideas y el conocimiento; entonces, ¿por qué educamos usando herramienta informáticas cuyo modelo de distribución no solo fomenta todo lo contrario sino que tampoco nos permite estudiar su funcionamiento? El ámbito académico supuestamente tiene que favorecer la creatividad, innovación, aprendizaje, cooperación y libre flujo de ideas, sin embargo si enseñamos utilizando herramienta privativas estamos atentando contra estos ideales” (A. Pardini, 2007, pág. 1).

El modelo de software privativo trae consigo varias desventajas. Una es su licenciamiento, que impide distribuirlo; la universidad quizás pueda costear el pago de licencias pero un alumno no. Esto conlleva a la piratería, dado que se exige el uso de un programa específico, el alumno debe tenerlo para realizar el estudio independiente y la única forma de lograr esto es obtener copias no legítimas. Otra desventaja, la más importante desde la perspectiva del educador, es que no es posible estudiar cómo funciona y por tanto no es posible modificarlo. Aquí es donde entra el software libre. No sólo simboliza un ahorro económico, también representa el retorno del control hacia los usuarios. Es posible crear herramientas propias y se puede hacer lo que se quiera: estudiarla, modificarla, mejorarla, combinarla con otras y fundamentalmente compartirla. Esto último permite formar valores éticos que son importantes fomentar en los estudiantes universitarios.

1.2.8 – Proceso de migración a Software Libre en Cuba.

En 2005, Cuba inició su "migración a software libre y plataformas de código abierto en general", después de que el Consejo de Ministros decidiera comenzar paulatinamente el traslado de las instancias de la Administración Central del Estado a la nueva tecnología. Desde entonces quedó orientado que esta "migración" fuera un proceso continuo y organizado, y se crea el Grupo Ejecutivo Nacional encabezado por el ministro de Informática y las Comunicaciones (Christian Peralta Guzmán, 2009).

En la actualidad varias son las organizaciones involucradas en este proceso de migración entre ellos: los Ministerios de Informática y Comunicaciones (MIC), Educación Superior (MES), Cultura (MINCULT) y la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA). La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), es la rectora en la estrategia cubana para la migración.

El IV Taller Internacional de Software Libre, fue el espacio escogido para presentar la Guía Cubana para el cambio a sistema de código abierto. Este será el documento rector mediante el cual las empresas e instituciones organizarán y desarrollarán su propia "migración" según las características de cada lugar. Dentro de la estrategia está prevista la capacitación y la introducción paulatina del software libre en todos los niveles de enseñanza y en particular los Joven Club de Computación serán el espacio ideal para la capacitación masiva.

En la carrera Ingeniería Informática en particular, es muy importante que los estudiantes utilicen software libre que le permitan acceder al código fuente, para estudiarlo, saber cómo funciona y poder hacer modificaciones, crear sus propios algoritmos y hasta tener la posibilidad de publicar sus mejoras. Todo esto unido a que el Ministerio de Educación Superior (MES) está involucrado en el proceso de migración a software libre, lo cual responde a una política del país orientado desde 2005, hacen necesario buscar alternativas *libres* para los sistemas *privativos* que los estudiantes utilizan en las diferentes asignaturas.

1.2.9 – Matemática I.

La asignatura Matemática I forma parte de la Disciplina Matemática General de la carrera Ingeniería Informática y se imparte en el primer semestre de primer año. Se puede resumir como la asignatura que trata el cálculo diferencial e integral en una variable.

Según el Plan de Estudios D (MES, 2007, pág. 117) los objetivos instructivos de esta asignatura son los siguientes:

1. Interpretar los conceptos de función, límite, continuidad, derivada, diferencial, integral definida e impropia, estableciendo sus relaciones con fenómenos de la realidad.
2. Utilizar los conceptos del Cálculo Diferencial e Integral para interpretar modelos ya creados y en algunos casos para modelar problemas físicos, geométricos y vinculados con el perfil.
3. Utilizar los teoremas y métodos del Cálculo Diferencial para analizar el comportamiento local y global de funciones.
4. Resolver problemas de razón de cambio, graficación, aproximación y optimización, así como de cálculo de áreas y de volúmenes de sólidos de revolución, relacionados con el perfil que se modelen a través de objetos del Cálculo Diferencial e Integral.

Según el Plan de Estudios D (MES, 2007, pág. 117) los conocimientos básicos a adquirir son los siguientes:

Elementos de Lógica y conjuntos. Concepto de función de una variable real. Límite, continuidad, derivadas y diferenciales de las funciones de una variable real. Cálculo de Integrales definidas e impropias. Aplicaciones del Cálculo diferencial e integral de las funciones de una variable real.

En el contexto que ocupa esta investigación, la asignatura Matemática I está organizada en tres temas:

Tema #1: Funciones. Límite y Continuidad.

Tema #2: Cálculo diferencial en una variable.

Tema #3: Cálculo integral en una variable.

En la planificación de la asignatura Matemática I se presta gran importancia a la utilización de asistentes matemáticos para contribuir a la formación computacional del estudiante, así aparece reflejado en uno de los objetivos educativos del plan de estudios D (MES, 2007, pág. 116 y 122).

El asistente matemático DERIVE es el que se ha estado utilizando para apoyar el PDE de esta asignatura en la Facultad de Informática de la Universidad de Cienfuegos. Este es un asistente matemático profesional, especializado en el cálculo simbólico, que permite representaciones gráficas en 2D y 3D, con un lenguaje de programación interno para el desarrollo de instrucciones y con amplias posibilidades para la docencia (“Derive - Wikipedia, la enciclopedia libre,” s.d.); pero no es software libre, de ahí su limitación.

También existen otros asistentes matemáticos profesionales de probada calidad, con amplias posibilidades y que cubren perfectamente las necesidades de estas asignaturas como: MATHEMATICA, MAPLE, MATLAB; pero todos estos, al igual que DERIVE, se encuentran bajo el título de licencia propietario y aunque existen herramienta creadas con su uso, las cuales no tienen necesariamente que atenerse al dogma privado, sí debe cumplirse con una serie de leyes (en dependencia del propietario y de las restricciones que le imponga) que rigen a estos tipos de programas. El utilizar este tipo de software supone el conocimiento previo de la licencia de los mismos, madurez y responsabilidad en su uso (Juan Felipe Medina Mendieta, 2008, pág. 5).

1.3 – Descripción de los software libres disponibles para desarrollar la propuesta.

A continuación se describen algunas de las opciones más extendidas en el mundo del software matemático con licencia libre, que pudieran servir para desarrollar la herramienta propuesta.

No aparecen todos los sistemas relacionadas con las matemáticas disponibles con licencia libre (sería prácticamente imposible, dado su cantidad), solo se describen las relaciones con el objetivo de esta investigación.

MACAULAY2:

Macaulay2 es un sistema de álgebra computacional orientado a la Geometría Algebraica y al Álgebra Conmutativa. Este software está disponible en código fuente para portarlo, y en forma compilada para Linux, Sun OS, Solaris, Windows (“Macaulay - Wikipedia, la enciclopedia libre,” s.d.), (Hal Schenck, 2003).

SINGULAR:

Es un sistema de álgebra computacional (CAS) para cálculos polinómicos con énfasis especial en las necesidades del álgebra conmutativa, de la geometría algebraica, y de la teoría de singularidades (“Singular-Wikipedia, la enciclopedia libre,” s.d.), (H. Schönemann Lossen, 2006).

Características:

- Principales objetos de cómputo: polinomios, ideales y módulos sobre una gran variedad de anillos.
- Gran variedad de algoritmos implementados, escrito en C/C++, o como bibliotecas.
- Uso de lenguaje de programación similar a C.
- Documentación extensa.
- Disponible para la mayoría de las plataformas: Unix (HP-UX, SunOSS, Solaris, Linux, AIX), Windows, Macintosh.

MAXIMA:

El sistema de álgebra computacional **MAXIMA** es un motor de cálculo simbólico escrito en lenguaje Lisp publicado bajo licencia GNU GPL. Cuenta con un amplio conjunto de funciones para hacer manipulación simbólica de polinomios, matrices, funciones racionales, integración, derivación, series de Taylor, transformadas de Laplace, resolver ecuaciones diferenciales y sistemas, calcular límites, trabajar con vectores, listas y tensores manejo de

gráficos en 2D y 3D, manejo de números de coma flotante muy grandes, expansión en series de potencias y de Fourier. Permite exportar los resultados a Tex y su funcionamiento está muy bien documentado.

MAXIMA es la continuación libre del proyecto Macsyma (MAC's SYmbolic MANipulator), iniciado en los 60 en el prestigioso MIT (Massachusetts Institute of Technology), este constituyó el primer proyecto con éxito en la automatización de operaciones matemáticas de tipo simbólico. En este sentido, puede considerarse el padre de todos los programas de cálculo simbólico actuales (en especial Mathcad y Maple) ("Maxima-Wikipedia, la enciclopedia libre," s.d.), (A. Pardini, 2007, pág. 3). Maxima posee varias interfaces: **xMaxima**, **wxMaxima**.

Además, existen interfaces web, que permiten trabajar desde cualquier sitio con acceso a internet. Como por ejemplo: WebMathematics Interactive (J. Rafael Rodríguez Galván, 2005, pág. 8).

Características:

- Cuenta con el apoyo de una comunidad de desarrollo muy dinámica, que trabaja constantemente para su actualización, mejora y soporte.
- Disponible para distintas plataformas, tales como GNU/Linux, MS Windows, etc.
- Tiene comandos propios para la representación de gráficos 2D y 3D que, por defecto, utiliza el programa gnuplot.
- Cuenta con manuales y documentación que pueden descargarse libremente de internet.
- Incorpora un completo lenguaje de programación propio, derivado del Máxima original.
- Interfaz con usuario: por defecto, utiliza una interfaz poco amigable (de tipo consola de texto). Pero existen programas específicamente diseñados para facilitar su uso como xMaxima o wxMaxima.

wxMaxima:

wxMaxima es una interfaz que pretende facilitar el uso de Máxima, a través de una serie de menús, barras de botones y ventanas asociadas (J. Rafael Rodríguez Galván, 2007, págs. 21-22).

Características:

- Existen versiones tanto para sistemas operativos GNU/Linux como para Windows.
- Integra distintos documentos de ayuda de Máxima de forma que éstos son fácilmente accesibles a través del ratón.
- Introducción de matrices, creación de gráficas, cálculo de límites, de derivadas o integrales, etc. Son numerosos los conceptos que cuentan con ventanas específicas gracias a las cuales se simplifica el uso de Máxima.
- Para las personas que prefieren usar los comandos de Máxima, existe una entrada de diálogo que permite introducirlos, acceder y editar los comandos anteriores, etc.

xMaxima:

xMaxima es una interfaz gráfica que se incluye por defecto con el programa Máxima y que tiene una filosofía similar a wxMaxima. Históricamente, ha sido la interfaz gráfica “oficial” de Máxima y en algunos sistemas como MSWindows es la que se arranca por defecto.

Sin embargo, presenta algunas desventajas con respecto a wxMaxima:

- Su interfaz gráfica, basada en las librerías TCL/TK, es antigua y tiene menos prestaciones.
- No cuenta con ventanas y menús que puedan servir como apoyo para la introducción de comandos en Máxima.

AXIOM:

Es un asistente de cálculo simbólico por excelencia, sólido, potente y expansible. Es un sistema abierto, modular y diseñado para soportar un gran número de nuevas características con un mínimo incremento en su complejidad estructural (“Axiom book,” s.d.).

Características:

- Presenta una abundante y calificada documentación, con una amplia comunidad que lo soporta.
- Presenta una interfaz de usuario por defecto en modo texto.
- Disponible en distintos sistemas operativos: GNU/Linux, Mac OSX, MSWindows.
- Soporte de datos estructurados, lenguaje de programación que impulsa la programación estructurada. (Colectivo de autores, 2003).

YACAS:

YACAS (Yet Another Computer Algebra System) es un entorno de cálculo simbólico de propósito general. Tiene entre sus funcionalidades: cálculo en precisión arbitraria, aritmética racional, números complejos, cálculo de derivadas, resolución de ecuaciones (simbólica y numéricamente), entre otras (“Yacas,” s.d.).

Características:

- Es un programa moderno, escrito en C++, que está siendo desarrollado por una comunidad muy dinámica.
- Presenta una amplia documentación.
- Existen versiones para numerosos sistemas operativos (GNU/Linux, Mac OSX, UNIX, MS Windows, etc.)
- Para interactuar con el usuario se utiliza la clásica consola de texto para introducir los comandos de YACAS.
- Permite hacer gráficos en 2D y 3D.

GNU OCTAVE:

Es un software de distribución libre (realizado en C++) que constituye una avanzada herramienta matemática para realizar complejos algoritmos y cálculos numéricos.

Proporciona una conveniente interfaz de línea de comandos para resolver numéricamente problemas lineales y no lineales, y para realizar otros

experimentos numéricos utilizando un lenguaje que es compatible con el de Matlab.

MATLAB es considerado su equivalente comercial. Entre varias características que comparten se puede destacar que ambos ofrecen un intérprete permitiendo ejecutar órdenes en modo interactivo. Octave no es un sistema de álgebra computacional como podría ser Máxima, sino que usa un lenguaje que está orientado al análisis numérico (John W. Eaton, 2008).

Características:

- Octave está escrito en C++ usando la librería STL.
- Tiene un intérprete de su propio lenguaje y permite una ejecución interactiva o por lotes.
- Puede extenderse el lenguaje con funciones y procedimientos por medios de módulos dinámicos.
- Utiliza otros programas GNU para ofrecer al usuario crear gráficos para luego imprimirlos o guardarlos (Grace).
- Dentro del lenguaje también se comporta como una consola de órdenes (shell). Esto permite listar contenidos de directorios.
- Además de correr en plataformas Unix también lo hace en Windows.
- Puede cargar archivos con funciones de Matlab de extensión *.m*.

El lenguaje Octave

- Es un lenguaje interpretado.
- No permite pasar argumentos por referencia. Siempre se pasan por valor.
- No permite punteros.
- Se pueden generar scripts.
- Soporta gran parte de las funciones de la librería estándar de C.
- Puede extenderse para ofrecer compatibilidad a las llamadas al sistema UNIX.
- El lenguaje está pensado para trabajar con matrices y provee mucha funcionalidad para trabajar con éstas.
- No es un lenguaje de programación orientado a objetos. Por lo tanto, no tiene clases ni objetos.

EULER:

Es un programa de cálculo numérico matricial del estilo de Matlab y Octave (Aunque no compatible con ellos). Es un programa sencillo y flexible, que contiene, tanto en sus versiones GNU/Linux como MS Windows una interfaz de usuario propia bastante cómoda y buenos gráficos 2D y 3D (“Euler,” s.d.).

Características:

- Tiene un moderno lenguaje de programación.
- Incluye las funciones básicas requeridas para este tipo de programas: integración y diferenciación numérica, estadística, interpolación, transformada de Fourier, ecuaciones diferenciales, etc.

R:

Herramienta matemática expresada como un entorno y un lenguaje de programación (Orientado a Objetos) de cálculo fundamentalmente estadístico y generación de Gráficos (Yosu Yurramendi, 2007).

R se distribuye gratuitamente bajo los términos de la GNU General Public Licence; su desarrollo y distribución son llevados a cabo por varios estadísticos conocidos como el Grupo Nuclear de Desarrollo de R (Emmanuel Paradis, 2002).

Se encuentra disponible en plataformas como: Windows, Linux (Debian, Mandrake, RedHat, SuSe), Macintosh y Alpha Unix.

R es un lenguaje interpretado, con una sintaxis simple e intuitiva. Cuenta con una gran documentación y su distribución no contempla ninguna restricción.

1.4 – Software libre seleccionado para desarrollar la propuesta.

Después de hacer un estudio detallado sobre los asistentes matemáticos con licencia libre disponibles para desarrollar la propuesta, tomando en cuenta las características principales y funcionalidades de cada uno de estos, se decidió seleccionar a MAXIMA.

Justificación de la selección:

- MAXIMA tiene entre sus funcionalidades, las requeridas para cumplir con el plan de estudios de la asignatura Matemática I, por lo cual su utilización puede influir positivamente en el PDE de la Disciplina Matemática General de la carrera Ingeniería Informática.
- MAXIMA cuenta con un lenguaje de programación que puede permitir a los estudiantes de informática desarrollar sus propios algoritmos y de esta forma contribuir a la formación del profesional.
- MAXIMA es un sistema con licencia libre, por tanto responde a la política del país y del MES de utilizar software libre en lugar de privativo.
- Investigaciones realizadas apoyan la idea de utilizar MAXIMA porque demuestran que cubre sobradamente las necesidades básicas de cálculo simbólico para un alumno de primer curso de una titulación universitaria, tal es el caso de las investigaciones realizadas por J. Rafael Rodríguez Galván de la universidad de Cádiz, España: (J. Rafael Rodríguez Galván, 2005), (J. Rafael Rodríguez Galván, 2007) y por A. Pardini de la universidad nacional de la Plata, Argentina (A. Pardini, 2007).

1.4.1 – Herramienta informática que se propone.

El asistente matemático con licencia libre seleccionado para desarrollar la propuesta fue MAXIMA. Este software que se caracteriza por un ambiente sencillo a modo de comandos consta de dos partes fundamentales en su ventana principal: la parte superior que es en la que se entran los comandos y se reciben las respuestas, y la parte inferior en la que aparece un navegador sencillo que carga una página por defecto con elementos básicos fundamentales para el trabajo con MAXIMA (Ver Anexo 1).

El resultado que se pretende alcanzar con esta investigación es el desarrollo de una herramienta informática, que sea incorporada a MAXIMA, para apoyar el

PDE de la asignatura Matemática I perteneciente a la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática. Para alcanzar este propósito se debe tener en cuenta que existen contenidos de la asignatura para los cuales MAXIMA no tiene comandos creados y por tanto deben ser programados utilizando el lenguaje que MAXIMA proporciona y guardados como un fichero “.mac” para que el estudiante los pueda cargar y utilizar. Además, resulta de interés que los estudiantes tengan una ayuda facilitadora de los contenidos de la asignatura para lograr una mejor orientación y para esto se debe crear una página web sencilla que tenga todos los contenidos de la asignatura organizados por tema y que el estudiante pueda cargar en el navegador de MAXIMA.

La página a desarrollar debe poder ser cargada en el navegador de MAXIMA (ubicado en la parte inferior de la ventana principal) de forma tal que se mantenga la misma dirección de la página que se muestra por defecto y se cambie solamente el nombre de esta por “Matematical.htm”. Para lograr esto la página desarrollada “Matematical.htm” debe ser copiada en la misma carpeta que la página que muestra MAXIMA por defecto y que se ubica en la instalación del software.

La página “Matematical.htm” debe estar estructurada en cuatro partes fundamentales:

- Aspectos Generales: En esta primera parte se deben explicar aspectos generales que el estudiante debe saber para comenzar a trabajar con MAXIMA como los diferentes tipos de operadores (aritméticos, relacionales, otros) y constantes que MAXIMA considera, así como las funciones que tiene para resolver ecuaciones y sistemas de ecuaciones.
- Tema#1: Funciones, Límite y Continuidad: En esta segunda parte se debe explicar cómo definir y evaluar funciones en MAXIMA, así como el trabajo con los diferentes tipos de funciones exponenciales,

logarítmicas y trigonométricas. También se debe explicar cómo graficar y calcular límites de funciones reales de una variable.

- Tema #2: Cálculo diferencial en una variable: En esta tercera parte se debe explicar cómo calcular derivadas y diferenciales de funciones reales de una variable utilizando MAXIMA. También deben aparecer algunas funciones relacionadas con las aplicaciones de la derivada como para determinar las asíntotas oblicuas (*Asintota_Oblicua(f,x)*) y los puntos estacionarios (*Puntos_Estacionarios(f,x)*) de funciones reales de una variable. Comandos como los anteriores no existen en MAXIMA por tanto deben ser programados y guardados en un fichero “Matemática1.mac” que el estudiante pueda cargar y utilizar en MAXIMA.

- Tema #3: Cálculo integral en una variable: En esta cuarta parte se debe explicar cómo calcular integrales indefinidas e integrales definidas utilizando MAXIMA. También deben aparecer algunas funciones relacionadas con las aplicaciones de la integración como: determinar el área de la región limitada entre dos curvas (*Area_entre_curvas(f,g,x,a,b)*), determinar el volumen del sólido de revolución que se forma al girar la región bajo una curva alrededor de un eje (*Volumen_Solido_Revolucion(f,x,a,b)*), determinar el volumen del sólido de revolución que se forma al girar la región limitada entre dos curvas alrededor de un eje (*Volumen_Solido_Revolucion_Hueco(f,g,x,a,b)*), determinar la longitud de una curva en un intervalo (*Longitud_Arco(f,x,a,b)*), determinar el trabajo realizado por una fuerza para desplazar un objeto en una trayectoria rectilínea (*Trabajo(f,x,a,b)*). Comandos como los anteriores no existen en MAXIMA por tanto deben ser programados y guardados en un fichero “Matemática1.mac” que el estudiante pueda cargar y utilizar en MAXIMA.

En la página a desarrollar “Matematical.htm” deben aparecer vínculos que permitan al estudiante ver el código fuente de las funciones que sean programadas y ejemplos para ser utilizados.

1.6 – Conclusiones.

En el presente capítulo, después de realizar todo un estudio teórico relacionado con el tema de la investigación y analizar detalladamente lo planteado en el modelo del profesional de Ingeniería Informática (Plan de estudios D) se puede concluir que: es importante el estudio de las matemáticas en la formación de los ingenieros informáticos; es necesario que los estudiantes de informática se vinculen con diferentes software que contribuyan al desarrollo de sus habilidades; la adecuada utilización de las TIC como recurso de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática, se ha convertido en una necesidad y constituye una respuesta ante la crisis en el aprendizaje de la matemática a nivel mundial; es importante utilizar Software Libre en la docencia, debido a sus ventajas técnicas, morales y pedagógicas por sobre sus contrapartes privadas; el asistente matemático con licencia libre más apropiado para el desarrollo de la propuesta es MAXIMA.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

2.1 – Introducción.

En este capítulo se realiza la descripción de la solución propuesta a partir de los elementos que integran los métodos de análisis y diseño de sistemas estructurados. Como parte de esta metodología se detallan: los diagramas de flujo de datos, la representación lógica en los procesos computacionales (Lenguaje natural estructurado) y el diccionario de datos. También se describe la utilización integral de todos estos elementos. Además, se presenta la concepción general del sistema propuesto y los requerimientos mínimos (de rendimiento, de software y de hardware).

2.2 – Concepción general del sistema.

Para desarrollar la herramienta informática que se propone en esta investigación se utilizará xMaxima, la interfaz gráfica que se incluye por defecto con el programa MAXIMA. La herramienta informática que se propone, se concibe esté compuesta por:

- Un fichero de extensión **.mac** que el estudiante pueda cargar en MAXIMA y así utilizar otras funcionalidades que este asistente matemático no tiene y que pueden ser programadas utilizando el lenguaje que MAXIMA proporciona. De esta forma completar los contenidos de la asignatura, además de brindar al estudiante la posibilidad de analizar otras filosofías de programación. A continuación se muestran las funciones a programar en Matematical.mac como parte de la herramienta informática, donde se facilitan los temas de la asignatura:
 - ✓ **Asintota_Oblicua(f,x)**: Permite calcular, en caso de que existan, las asíntotas oblicuas de la función f con variable independiente x , $f(x)$.
 - ✓ **Puntos_Estacionarios(f,x)**: Permite calcular los puntos estacionarios de la función f con variable independiente x , $f(x)$.
 - ✓ **Area_entre_curvas(f,g,x,a,b)**: Permite calcular el área de la región limitada por las curvas $f(x)$, $g(x)$ y las rectas $x=a$, $x=b$,

donde f y g son continuas y $f(x) \geq g(x)$ para toda x que pertenece al intervalo $[a,b]$.

- ✓ $\text{Volumen_Solido_Revolucion}(f,x,a,b)$: Permite calcular el volumen del sólido de revolución que se forma al girar la región bajo la gráfica de la función $f(x)$, alrededor del eje x , en el intervalo desde $x=a$ hasta $x=b$.
 - ✓ $\text{Volumen_Solido_Revolucion_Hueco}(f,g,x,a,b)$: Permite calcular el volumen del sólido de revolución que se forma al girar la región entre las gráficas de las funciones $f(x)$ y $g(x)$ alrededor del eje x , en el intervalo desde $x=a$ hasta $x=b$. Donde f y g son continuas y $f(x) \geq g(x)$ para toda x que pertenece al intervalo $[a,b]$.
 - ✓ $\text{Longitud_Arco}(f,x,a,b)$: Permite calcular la longitud de la curva $y=f(x)$ en el intervalo $[a,b]$. La primera derivada de $f(x)$ tiene que ser continua en el intervalo $[a,b]$.
 - ✓ $\text{Trabajo}(f,x,a,b)$: Permite calcular el trabajo realizado por la fuerza f para desplazar un objeto en una trayectoria rectilínea desde $x=a$ hasta $x=b$.
-
- Una ayuda facilitadora de los contenidos para lograr una mejor orientación del estudiante. En este caso sería una página web sencilla que pueda ser cargada en el navegador de MAXIMA y en la que se expliquen, de forma sencilla y al mismo tiempo con el rigor matemático correspondiente, todas las funcionalidades que ya MAXIMA tiene en relación con los contenidos de la asignatura Matemática I organizados por temas.
 - La página de ayuda y el fichero de extensión .mac con los algoritmos programados se agregan al asistente matemático MAXIMA para completar sus funcionalidades y adecuarlo a las características de la asignatura Matemática I, además de permitir una adecuada orientación para el estudiante en cada uno de los temas de la asignatura.

2.3 – Requerimientos mínimos del sistema.

De rendimiento.

- Los tiempos de respuesta dependerán de las características de los datos que se estén procesando, pero se espera que estos sean generalmente de corta duración.
- Se deberá garantizar un alto nivel de confiabilidad y precisión en la respuesta.

De software.

- Para la instalación del sistema se debe disponer de cualquier versión del sistema operativo GNU/Linux o Microsoft Windows.

De hardware.

- Para la instalación del sistema se requerirá, como mínimo, de máquinas con las siguientes características:
 - Procesador de velocidad 1GHz.
 - 128 MB de RAM
 - 1 GB de HDD Libre
 - Mouse

2.4 – Principios básicos del análisis y diseño estructurado.

El análisis y diseño estructurado de un sistema informático no depende de utilizar tal o cual método de diagramación o metodología de trabajo, sino de utilizar un enfoque dialéctico de definir el sistema, moviéndose de lo más general a lo más particular, de ahí, generalizar de nuevo y así sucesivamente. Lo importante no radica en los diagramas que se emplean, sino en la filosofía de trabajo. En este capítulo se utilizarán los métodos de análisis y diseño estructurado difundidos por Yourdon (Yourdon, 1982), Weinberg (V. Weinberg, 1978) (V. Weinberg, 1978) y De Marco (T. De Marco, 1979).

La concepción de este conjunto de autores parte de definir un sistema al mayor nivel de agregación posible (representarlo con un diagrama) y de ahí descomponerlos en sistemas más detallados (representando cada nivel de

descomposición por varios diagramas, por supuesto más detallados), hasta llegar a un nivel que no admite más descomposición.

Una de las virtudes mayores del lenguaje de modelación empleado por estos autores es el pequeño número de símbolos que utilizan, con los que logran representar todo el flujo informativo que se produce en el sistema. Se utilizan saetas para indicar el flujo de datos entre procesos, círculos para indicar los procesos y cuadrados para indicar fuentes o destinos de información.

Las herramientas que forman parte de esta metodología de análisis y diseño estructurado son las siguientes:

- Diagramas de flujo de datos (DFD).
- Representación lógica en los procesos computacionales. Lenguaje natural estructurado (LNE).
- Diccionario de datos (DD).
- Diagrama de estructura de datos (DED).

Todas estas herramientas forman un conjunto perfectamente integrado. En los siguientes epígrafes se presentan las utilizadas en esta investigación: los diagramas de flujo de datos, la representación lógica en los procesos computacionales (Lenguaje natural estructurado) y el diccionario de datos. No se explica el diagrama de estructura de datos (DED) porque en la herramienta desarrollada no se emplean ficheros ni bases de datos.

2.5 – Diagramas de flujo de datos (DFD).

Los diagramas de flujo de datos (DFD) o diagramas de burbujas en el análisis y diseño estructurado, son representaciones reticulares de un sistema, definiendo a este en términos de sus elementos componentes y de las relaciones informativas existentes entre ellos.

Los DFD se elaboran partiendo de lo más general (en este caso se llama “Diagrama de contexto”), bajando a un nivel más detallado (“Diagrama cero”) y llegando hasta los niveles más elementales, donde el proceso ya no admite

más descomposición, con lo que se llega a las “Tareas funcionales” (Lázaro J. Blanco, Ida R. Gutztat, 1991, pág. 208).

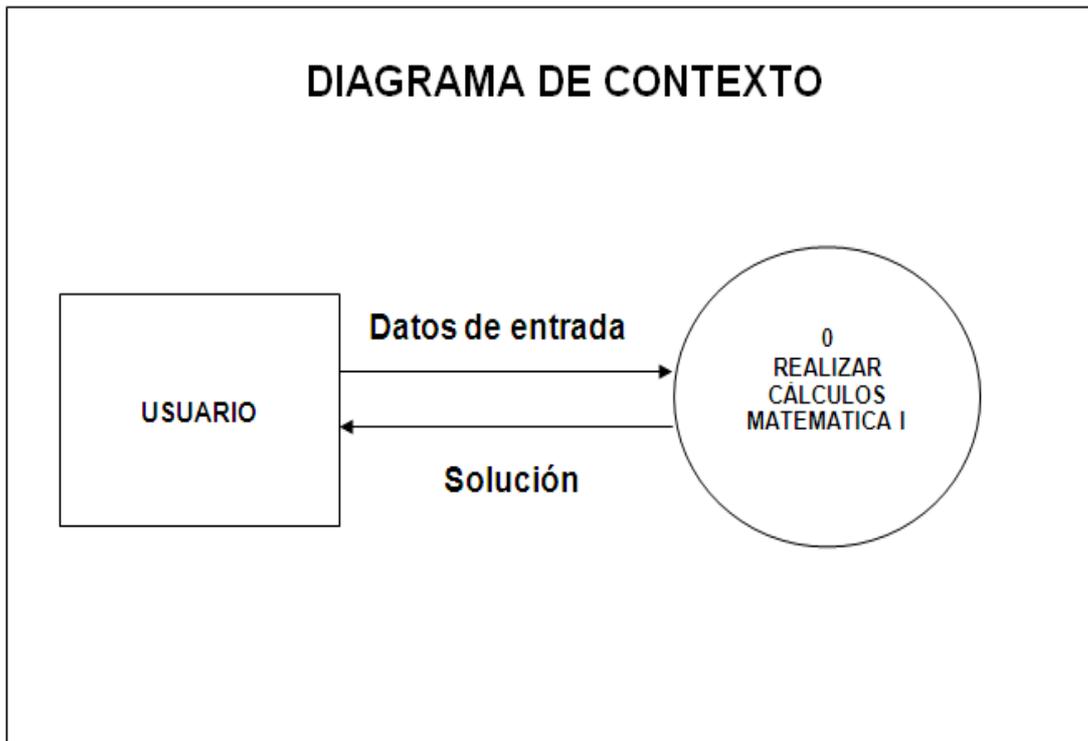
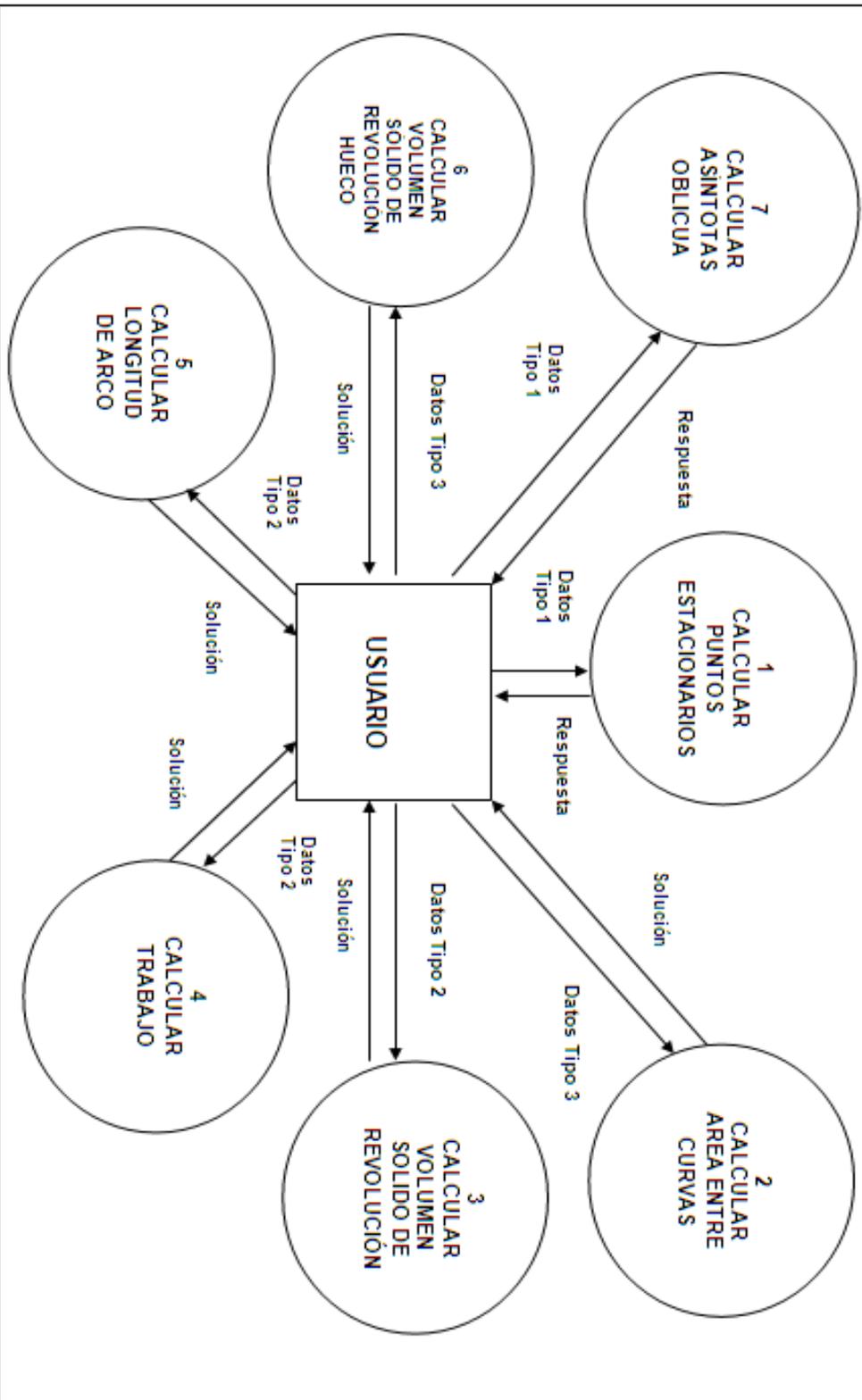


DIAGRAMA CERO (0)
 REALIZAR CALCULOS MATEMATICAS I



2.6 – Representación lógica en los procesos computacionales. Lenguaje natural estructurado (LNE).

Durante el desarrollo detallado de un sistema informático es necesario definir los procesos más elementales que se producen (las tareas funcionales), en este nivel la descripción adquiere características puramente lógicas, por tal razón es necesario utilizar herramientas que puedan describir perfectamente esa lógica, en esta investigación se emplea el lenguaje natural estructurado (LNE).

El lenguaje estructurado es una adaptación del lenguaje natural, utilizada para describir los procesos lógicos que transcurren en una tarea. No es propiamente un lenguaje de programación, sino un método de plantear un problema, de forma tal que resulte sencilla y simple su comprensión y su traducción a un lenguaje de programación convencional (Lázaro J. Blanco, Ida R. Gutztat, 1991, pág. 245).

Función Calcular_Puntos_Estacionarios(f,x)

```
Derivar_función f
sol:= Resolver_ecuación_derivada_igual_cero
  Si sol=vacio Entonces
    Mostrar:"No existen puntos estacionarios"
  Sino
    Devolver (sol)
  Fin del Si
Fin Calcular_Puntos_Estacionarios
```

Función Calcular_area_ente_curvas(f, g, x, a, b)

```
Si a<b entonces
  Para i=a hasta i=b hacer
    Si f (i) < g (i) Entonces
      Mostrar:"No se cumple  $f \geq g$  en el intervalo [a,b]."
```

Terminar

```
    Fin del Si
  Fin del Para
  sol:= Calcular_integral_definida
  Devolver (sol)
  Sino Mostrar: "No se cumple  $a < b$ ."
Fin del Si
Fin Calcular_area_ente_curvas
```

Función Calcular_volumen_solido_de_revolucion(f, x, a, b)

```
Si a<b Entonces
  Int:= Calcular_integral_definida
  sol:= (constante pi) * Int
  Devolver (sol)
Sino Mostrar: "No se cumple a<b."
Fin del Si
Fin Calcular_volumen_solido_de_revolucion
```

Función Calcular_trabajo(f, x, a, b)

```
Si a<b Entonces
  sol:= Calcular_integral_definida
  Devolver (sol)
Sino Mostrar: "No se cumple a<b."
Fin del Si
Fin Calcular_trabajo
```

Función Calcular_longitud_de_arco(f, x, a, b)

```
Si a<b Entonces
  Derivar_funcion f
  sol:= Calcular_integral_definida
  Devolver (sol)
Sino Mostrar: "No se cumple a<b."
Fin del Si
Fin Calcular_longitud_de_arco
```

Función Calcular_volumen_solido_rev_hueco(f, g, x, a, b)

```
Si a<b Entonces
  Para i=a hasta i=b hacer
    Si f (i) < g (i) Entonces
      Mostrar: "No se cumple f ≥ g en el intervalo [a,b]."
    Fin del Si
  Fin del Para
  Int:= Calcular_integral_definida
  sol:= (constante pi) * Int
  Devolver (sol)
Sino Mostrar: "No se cumple a<b."
Fin del Si
Fin Calcular_volumen_solido_rev_hueco
```

Función Calcular_asintota_oblicua(f, x)

```
m:= Calcular_límite_en_mas_infinito
Si (m≠+∞) y (m≠-∞) y (m ≠ indeterminado) y (m ≠ indefinido)
Entonces
  b:= Calcular_límite_en_mas_infinito
  Si (b≠+∞) y (b≠-∞) y (b ≠ indeterminado) y (b ≠ indefinido)
  Entonces
    Mostrar:"La asíntota oblicua en más infinito es:"+m+"*x+"b
  Sino Mostrar: "No existe asíntota oblicua en más infinito."
  Fin del Si
Sino Mostrar: "No existe asíntota oblicua en más infinito."
Fin del Si
m:= Calcular_límite_en_menos_infinito
Si (m≠+∞) y (m≠-∞) y (m ≠ indeterminado) y (m ≠ indefinido)
Entonces
  b:= Calcular_límite_en_menos_infinito
  Si (b≠+∞) y (b≠-∞) y (b ≠ indeterminado) y (b ≠ indefinido)
  Entonces
    Mostrar:"La asíntota oblicua en menos infinito es:"+m+"*x+"b
  Sino Mostrar: "No existe asíntota oblicua en menos infinito."
  Fin del Si
Sino Mostrar: "No existe asíntota oblicua en menos infinito."
Fin del Si
Fin Calcular_asintota_oblicua
```

2.7 – Diccionario de datos (DD).

El diccionario de datos es una herramienta que permite definir los términos asociados con el desarrollo de un sistema, sin permitir ambigüedades, indefiniciones, definiciones vagas o no precisas. O sea, permite definir (sintáctica, semántica y pragmáticamente) los datos y los procesos lógicos y físicos que transcurren en el sistema, tanto desde el punto de vista del usuario (proceso lógico) como del programador (proceso físico) (Lázaro J. Blanco, Ida R. Gutsztat, 1991, pág. 258).

Definición de flujo de datos	
Nombre del flujo de datos:	Datos Tipo 1
Esquema:	
Descripción:	Datos que se utilizan para el cálculo de los puntos estacionarios y asíntotas oblicuas. Está compuesto por una función (f) y la especificación de la variable independiente (x).
Composición:	Función + Variable independiente
Fuente:	Usuario
Destino:	Procesos: 1- Calcular puntos estacionarios. 7- Calcular asíntota oblicua.

Definición de flujo de datos	
Nombre del flujo de datos:	Datos Tipo 2
Esquema:	
Descripción:	Datos que se utilizan para el cálculo del volumen de sólidos de revolución, de trabajo y de la longitud de arco. Está compuesto por una función (f), la especificación de la variable independiente

	(x) y los extremos del intervalo (a,b).
Composición:	Función + Variable independiente + Extremos del intervalo
Fuente:	Usuario
Destino:	Procesos: 3- Calcular volumen sólido de revolución. 4- Calcular trabajo. 5- Calcular longitud de arco.

Definición de flujo de datos	
Nombre del flujo de datos:	Datos Tipo 3
Esquema:	<pre> graph LR Usuario[USUARIO] -- Datos Tipo 3 --> Proceso((6 CALCULAR VOLUMEN SÓLIDO DE REVOLUCIÓN HUECO)) </pre>
Descripción:	Datos que se utilizan para el cálculo del área entre dos curvas y del volumen de sólidos de revolución huecos. Está compuesto por dos funciones (f) y (g), la especificación de la variable independiente (x) y los extremos del intervalo (a,b).
Composición:	Dos Funciones + Variable independiente + Extremos del intervalo
Fuente:	Usuario
Destino:	Procesos: 2- Calcular área ente curvas. 6- Calcular volumen sólido de revolución hueco.

Definición de flujo de datos	
Nombre del flujo de datos:	Respuesta

Esquema:



Descripción:	La Respuesta se emite al usuario como resultado de la ejecución de los procesos Calcular puntos estacionarios y Calcular asíntota oblicua, está conformada por valores reales que se obtengan en los cálculos o por mensajes al usuario como por ejemplo: 'No existen puntos estacionarios', 'No existe asíntota oblicua en más infinito', los cuales también son resultados para el usuario.
Composición:	Compuesto por un valor real o mensajes de respuesta al usuario.
Fuente:	Procesos: 1- Calcular puntos estacionarios. 7- Calcular asíntota oblicua.
Destino:	Usuario

Definición de flujo de datos

Nombre del flujo de datos:	Solución
----------------------------	----------

Esquema:	
Descripción:	La Solución se emite al usuario como resultado de la ejecución de los procesos 2, 3, 4, 5 y 6. Está conformada por valores reales que se obtienen como resultado de los cálculos correspondientes.
Composición:	Compuesto por valores reales.
Fuente:	Procesos: 2- Calcular área ente curvas. 3- Calcular volumen sólido de revolución. 4- Calcular trabajo. 5- Calcular longitud de arco. 6- Calcular volumen sólido de revolución hueco.
Destino:	Usuario

Definición del elemento de datos	
Nombre del flujo de datos:	Función
Descripción:	Expresión analítica de una función real de una variable independiente.
Composición:	Tolos los elementos que se pueden involucrar en la expresión analítica de una función de cualquier tipo: algebraica, exponencial, logarítmica, trigonométrica, hiperbólica.
Procesos asociados:	1- Calcular puntos estacionarios. 2- Calcular área ente curvas. 3- Calcular volumen sólido de revolución. 4- Calcular trabajo. 5- Calcular longitud de arco. 6- Calcular volumen sólido de revolución hueco. 7- Calcular asíntota oblicua.

Características del dato:	Tipo cadena

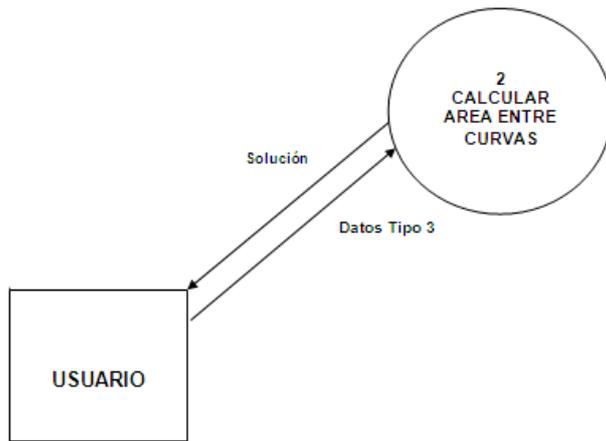
Definición del elemento de datos	
Nombre del flujo de datos:	Variable independiente.
Descripción:	Una letra cualquiera que significa la variable independiente de las funciones en cuestión, generalmente se utiliza la letra 'x'.
Composición:	Una letra.
Procesos asociados:	<ol style="list-style-type: none"> 1- Calcular puntos estacionarios. 2- Calcular área ente curvas. 3- Calcular volumen sólido de revolución. 4- Calcular trabajo. 5- Calcular longitud de arco. 6- Calcular volumen sólido de revolución hueco. 7- Calcular asíntota oblicua.
Características del dato:	Tipo cadena

Definición del elemento de datos	
Nombre del flujo de datos:	Extremos del intervalo.
Descripción:	Los extremos del intervalo son dos números reales que en los algoritmos son denotados como 'a' y 'b'. Se utiliza 'a' para denotar el extremo inferior del intervalo y 'b' para denotar el extremo superior del intervalo [a,b].
Composición:	Dos números reales.
Procesos asociados:	<ol style="list-style-type: none"> 2- Calcular área ente curvas. 3- Calcular volumen sólido de revolución. 4- Calcular trabajo. 5- Calcular longitud de arco. 6- Calcular volumen sólido de revolución hueco.
Características del dato:	Tipo numérico.

Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Calcular puntos estacionarios.
Número de identificación del DFD:	DFD 0
Esquema:	
Descripción:	<p>Cuando el usuario entra los datos (la función y la variable independiente). Se utiliza una función de MAXIMA para obtener la primera derivada de la función ($f'(x)$) y luego se procede a resolver la ecuación: primera derivada igual a cero ($f'(x) = 0$). Si existen soluciones reales de la ecuación estas constituyen la respuesta, sino la respuesta es un mensaje: 'No existen puntos estacionarios'.</p>
Flujos de datos de entrada:	Datos Tipo 1.
Flujos de datos de salida:	Respuesta.
Proceso lógico:	Ver epígrafe 2.6: Función Calcular_Puntos_Estacionarios(f,x)

Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Calcular área entre curvas.
Número de identificación del DFD:	DFD 0

Esquema:



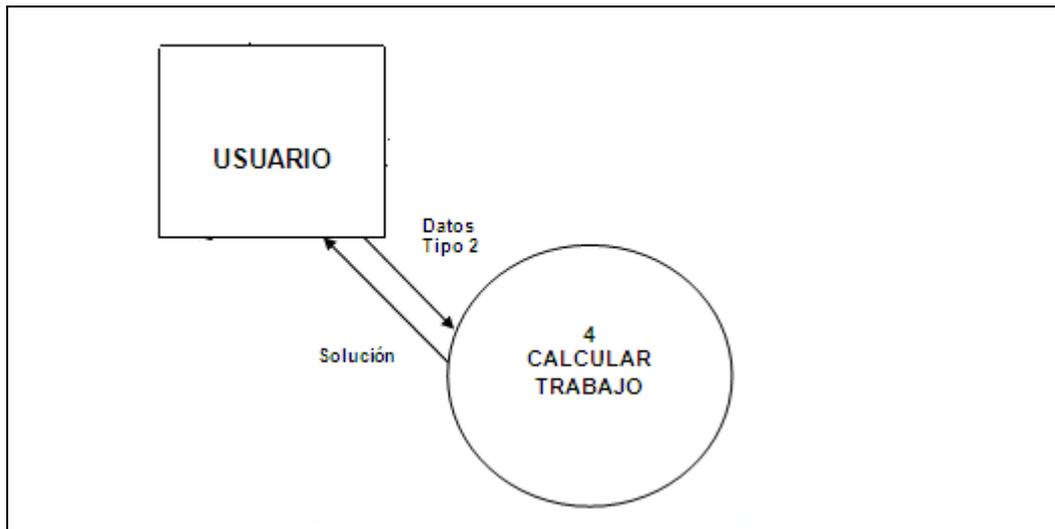
Descripción:	<p>Cuando el usuario entra los datos (las dos funciones, la variable independiente y los extremos del intervalo). Se valida que 'a' (extremo inferior del intervalo) sea menor que 'b' (extremo superior del intervalo) y también que la función 'f' sea mayor que la función 'g' en dicho intervalo. Luego se utiliza una función de MAXIMA para calcular la integral definida: $\int_a^b f(x) - g(x) dx$. El resultado de esta integral definida es la solución.</p>
Flujos de datos de entrada:	Datos Tipo 3.
Flujos de datos de salida:	Solución.
Proceso lógico:	<p>Ver epígrafe 2.6: Función <code>Calcular_area_ente_curvas(f, g, x, a, b)</code></p>

Definición de Tarea Funcional

Nombre de la tarea:	Calcular volumen sólido de revolución.
Número de identificación del DFD:	DFD 0

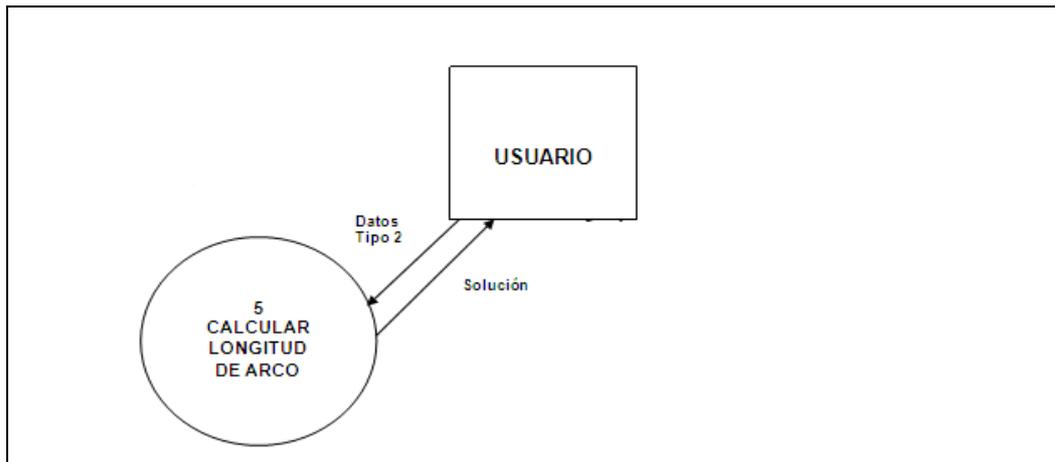
Esquema:	
Descripción:	<p>Cuando el usuario entra los datos (la función, la variable independiente y los extremos del intervalo). Se valida que 'a' (extremo inferior del intervalo) sea menor que 'b' (extremo superior del intervalo). Luego se utiliza una función de MAXIMA para calcular la integral definida: $\int_a^b f^2(x) dx$ y se procede aplicar la fórmula para el cálculo del volumen de sólido de revolución: $V = \pi * \int_a^b f^2(x) dx$. El resultado de aplicar la fórmula anterior es la solución.</p>
Flujos de datos de entrada:	Datos Tipo 2.
Flujos de datos de salida:	Solución.
Proceso lógico:	<p>Ver epígrafe 2.6: Función Calcular_volumen_solido_de_revolucion (f, x, a, b)</p>

Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Calcular trabajo.
Número de identificación del DFD:	DFD 0
Esquema:	



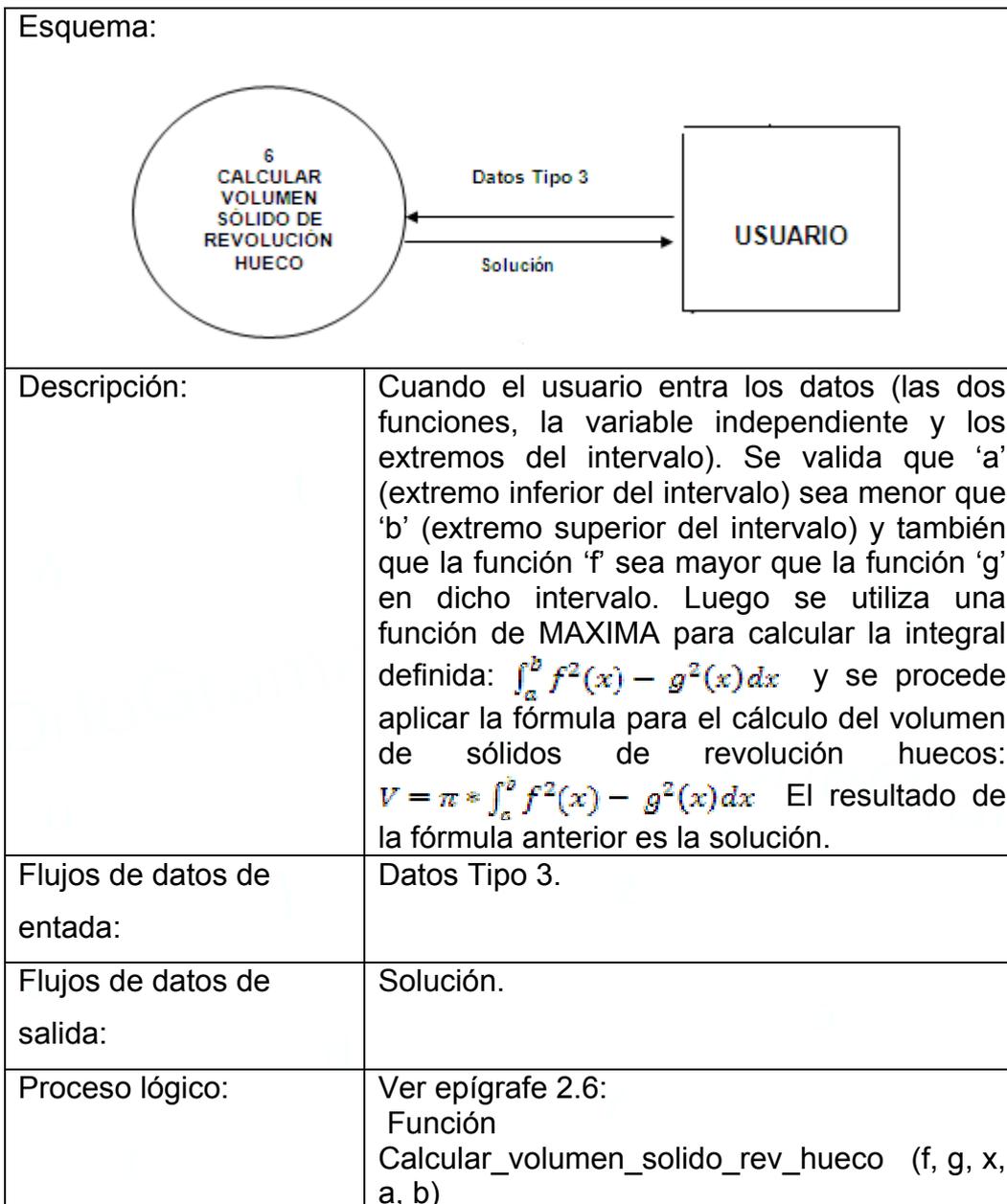
Descripción:	<p>Cuando el usuario entra los datos (la función, la variable independiente y los extremos del intervalo). Se valida que 'a' (extremo inferior del intervalo) sea menor que 'b' (extremo superior del intervalo). Luego se utiliza una función de MAXIMA para calcular la integral definida: $\int_a^b f(x) dx$. El resultado de esta integral definida es la solución.</p>
Flujos de datos de entrada:	Datos Tipo 2.
Flujos de datos de salida:	Solución.
Proceso lógico:	<p>Ver epígrafe 2.6: Función <code>Calcular_trabajo(f, x, a, b)</code></p>

Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Calcular longitud de arco.
Número de identificación del DFD:	DFD 0
Esquema:	



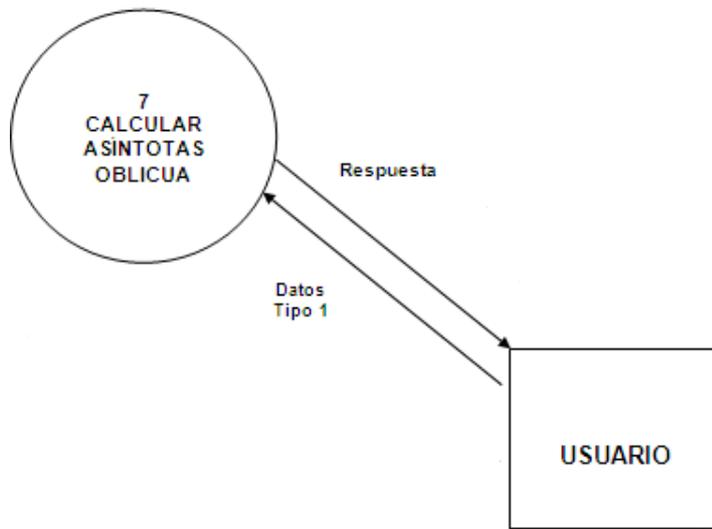
Descripción:	<p>Cuando el usuario entra los datos (la función, la variable independiente y los extremos del intervalo). Se valida que 'a' (extremo inferior del intervalo) sea menor que 'b' (extremo superior del intervalo). Luego se utiliza una función de MAXIMA para obtener la primera derivada de la función ($f'(x)$) y se procede aplicar la fórmula para el cálculo de la longitud de arco que es a través de la siguiente integral definida:</p> $L = \int_a^b \sqrt{1 + (f')^2} dx$ <p>El resultado de la fórmula anterior es la solución.</p>
Flujos de datos de entrada:	Datos Tipo 2.
Flujos de datos de salida:	Solución.
Proceso lógico:	Ver epígrafe 2.6: Función <code>Calcular_longitud_de_arco(f, x, a, b)</code>

Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Calcular volumen sólido de revolución hueco.
Número de identificación del DFD:	DFD 0



Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Calcular asíntota oblicua.
Número de identificación del DFD:	DFD 0

Esquema:



Descripción:

Quando el usuario entra los datos (la función y la variable independiente). Se utiliza una función de MAXIMA para obtener la pendiente 'm' a partir del cálculo del siguiente límite: $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f(x)}{x}$ y si se obtiene un valor real para la pendiente entonces se procede a obtener el desplazamiento de la recta asíntota 'b' a partir del cálculo del siguiente límite: $\lim_{x \rightarrow +\infty} (f(x) - m * x)$ si se obtiene un valor real entonces se emite como respuesta 'La asíntota oblicua en más infinito es: m*x+b', en caso de que 'm' o 'b' resulten más o menos infinito entonces se emite como respuesta: 'No existe asíntota oblicua en más infinito' . Este mismo procedimiento se repite para determinar la asíntota oblicua en menos infinito, solo que al calcular los límites serán en menos infinito.

Flujos de datos de entrada:

Datos Tipo 1.

Flujos de datos de salida:

Respuesta.

Proceso lógico:

Ver epígrafe 2.6:
Función Calcular_asintota_oblicua (f,x)

2.8 – Relaciones entre las herramientas del análisis y diseño estructurado.

Las herramientas que forman parte de la metodología de análisis y diseño estructurado de sistemas y que han sido explicadas en los epígrafes anteriores, forman un conjunto perfectamente integrado. En esta sección se detalla cómo utilizar todas estas herramientas, pero en su interrelación integral.

(Ver Anexo 18).

2.9 – Conclusiones.

El adecuado empleo del conjunto de herramientas del sistema metodológico de análisis y diseño estructurado difundido por Yourdon (Yourdon, 1982), Weinberg (V. Weinberg, 1978) y De Marco (T. De Marco, 1979), proporciona una descripción apropiada de la herramienta informática que se propone en esta investigación y permite los medios necesarios para su correcto diseño.

CAPÍTULO III. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.

3.1– Introducción.

En este capítulo se realiza una descripción de la asignatura Matemática I en el Plan de estudio D de la carrera Ingeniería Informática presencial. Además, se detallan las funcionalidades del programa Derive v6 utilizado hasta ahora en la asignatura como herramienta computacional, describiendo su influencia: los aspectos más significativos y las principales limitaciones del programa en la preparación del estudiante como futuro ingeniero informático. También se abordan las principales funcionalidades de MAXIMA y se explica la herramienta informática desarrollada para apoyar el PDE de la asignatura Matemática I en la carrera Ingeniería Informática, teniendo en cuenta los objetivos y sistema de habilidades a alcanzar en la misma. La presentación de los resultados consiste en contrastar Derive vs Máxima, resaltando la superioridad de este último con la incorporación de la herramienta informática desarrollada.

3.2- La asignatura Matemática I en el Plan de Estudio D de la carrera Ingeniería Informática presencial.

El plan de estudio D de la carrera Ingeniería Informática presencial sale vigente en Julio de 2007 (Plan D, 2007). Es un documento oficial muy importante porque en este se reflejan los objetivos y habilidades a alcanzar como parte de la formación del futuro profesional.

Como parte de los objetivos se hace referencia al uso de asistentes matemáticos y técnicos de computación, aspecto necesario en la interpretación y comprensión de los temas tratados en la asignatura, entre otros que son expuestos a continuación.

Objetivos Educativos

1. Contribuir a la formación de la concepción científica del mundo mediante la comprensión de las relaciones entre los modelos, conceptos y resultados que se estudian en la asignatura y la realidad existente objetivamente, cuya modelación algebraica y geométrica se realiza al estudiar la asignatura.

3. Contribuir a que se desarrollen las capacidades cognoscitivas de los estudiantes mediante la asimilación de la teoría y métodos de trabajo del Cálculo Diferencial e Integral.

4. Contribuir al desarrollo de la capacidad de razonamiento y de las formas del pensamiento lógico mediante la asimilación de algunos elementos de la lógica matemática, la comprensión de la demostración de proposiciones y la demostración misma de resultados teóricos sencillos.

5. Contribuir al desarrollo del pensamiento matemático en general a partir del trabajo con los conceptos fundamentales del Cálculo Diferencial e Integral, entre los que se encuentran las relaciones, en particular las funciones, la noción de infinito matemático, las propiedades topológicas de conjuntos, así como los procesos de variación y de aproximación.

6. Contribuir a la formación de la concepción científica del mundo, mediante:

- La comprensión de que los principales conceptos del cálculo diferencial e integral como modelos de magnitudes con significación objetiva.
- La comprensión del condicionamiento y necesidad histórica del surgimiento y desarrollo del cálculo diferencial e integral.
- El tratamiento dialéctico de los conceptos de límite, derivada e integral.

7. Contribuir a la formación computacional de los estudiantes mediante el uso de asistentes matemáticos y técnicas de computación.

Objetivos Instructivos

1. Interpretar los conceptos de función, límite, continuidad, derivada, diferencial, integral definida e impropia, estableciendo sus relaciones con fenómenos de la realidad.

2. Utilizar los conceptos del Cálculo Diferencial e Integral para interpretar modelos ya creados y en algunos casos para modelar problemas físicos, geométricos y vinculados con el perfil.

3. Utilizar los teoremas y métodos del Cálculo Diferencial para analizar el comportamiento local y global de funciones.

4. Resolver problemas de razón de cambio, graficación, aproximación y optimización, así como de cálculo de áreas y de volúmenes de sólidos de

revolución, relacionados con el perfil que se modelen a través de objetos del Cálculo Diferencial e Integral.

Conocimientos básicos a adquirir

Elementos de Lógica y conjuntos. Concepto de función de una variable real. Límite, continuidad, derivadas y diferenciales de las funciones de una variable real. Cálculo de Integrales definidas e impropias. Aplicaciones del Cálculo diferencial e integral de las funciones de una variable real.

Habilidades básicas a dominar

1. Describir las características generales (dominio, imagen y ley de correspondencia) de una función real.
2. Clasificar una función como: real o vectorial, de una variable, elemental o no elemental, algebraica o trascendente, polinómica, racional o irracional.
3. Determinar el dominio de funciones de una variable real y representarlo gráficamente
4. Determinar el conjunto imagen de una función real siempre que esto sea posible sin el uso de los recursos diferenciales.
5. Representar gráficamente funciones reales de una variable: elementales básicas, transformadas de elementales básicas y funciones definidas por tramos cuyas funciones componentes sean elementales básicas mediante el uso de lápiz y papel.
6. Representar gráficamente funciones reales de una y dos variables con ecuación explícita conocida, utilizando un asistente matemático.
7. Determinar las propiedades generales y particulares de una función real de una variable utilizando los conceptos teoremas y propiedades estudiados en el tema.
8. Resolver problemas geométricos, físicos y vinculados al perfil, identificados como problemas de graficación, comparación, aproximación y optimización utilizando los conocimientos del tema, con el uso de lápiz y papel y utilizando un asistente matemático.
9. Caracterizar los conceptos de límite y de continuidad de funciones de una variable real.

10. Calcular límites de funciones reales de una variable utilizando el concepto de función continua, los límites fundamentales trigonométrico y algebraico y la combinación de transformaciones de la función y el teorema de cancelación y el cambio de variables.
11. Modelar y resolver problemas geométricos, físicos y vinculados al perfil, identificados como problemas de graficación, comparación, aproximación y optimización utilizando los conocimientos del tema.
12. Clasificar las discontinuidades de funciones reales de una variable real.
13. Interpretar y calcular el límite infinito y en el infinito de funciones reales de una variable real.
14. Caracterizar e interpretar los conceptos de derivada
15. Calcular derivadas, derivadas parciales de primer orden y de orden superior y diferenciales, aplicando las reglas de derivación y las definiciones cuando sea necesario.
16. Modelar y resolver problemas físicos, geométricos o vinculados con el perfil, utilizando el diferencial de funciones de una y varias variables cuando sea conveniente la linealización de la función., identificándolos como problemas de graficación y de aproximación.
17. Modelar y resolver problemas geométricos y relacionados con el perfil, de optimización mediante el método de sustitución
18. Aplicar los métodos del cálculo diferencial para el análisis del comportamiento de funciones reales de una variable, así como para la representación gráfica
19. Utilizar los conceptos y teoremas principales del cálculo diferencial para analizar, explicar y deducir propiedades de funciones, entre ellos calcular límites utilizando la regla de L'Hopital.
20. Interpretar e identificar los conceptos de integral definida e integral indefinida.
21. Calcular integrales indefinidas empleando métodos de integración y con la ayuda de un asistente matemático.
22. Calcular integrales definidas utilizando los teoremas fundamentales del cálculo integral y métodos aproximados con interpretación geométrica sencilla.

23. Resolver ecuaciones diferenciales en variables separables como una aplicación inmediata de la integral indefinida.

24. Resolver problemas geométricos (área entre curvas, volúmenes de sólidos de revolución y longitud de arco) y físicos (trabajo de una fuerza en una trayectoria rectilínea y masa de un alambre rectilíneo de grosor despreciable) mediante el uso de la integral definida.

25. Determinar la convergencia o divergencia de una integral impropia de primera o de segunda especie.

Indicaciones metodológicas y de organización

La asignatura se recomienda se imparta en el primer semestre de primer año. La computación estará presente y vinculada esencialmente a los tópicos siguientes:

- Derivación
- Integración

Esto se concretará mediante el uso directo de los medios de cómputo en aulas especializadas y laboratorios, que en las tres primeras asignaturas deben ser como mínimo dos y en la última tres.

La importancia esencial de la Matemática en la formación del ingeniero radica en ser el lenguaje de la modelación, el soporte simbólico con la ayuda del cual se expresan las leyes que gobiernan el objeto de trabajo del ingeniero. Por tanto, hay que otorgar prioridad al desarrollo de la capacidad de modelar utilizando los conceptos y el lenguaje de la Matemática, así como a la habilidad de interpretar modelos ya creados sobre la base de los conceptos de la disciplina.

El diseño de la asignatura deberá hacerse tomando en cuenta la necesidad de aumentar progresivamente el papel del estudio individual y de la apropiación activa del conocimiento. Debe disminuirse el peso relativo de las conferencias y promoverse el uso de la bibliografía aumentando el peso de los seminarios, introduciendo el enfoque problémico, el uso de métodos heurísticos y técnicas de resolución de problemas.

No debe perderse de vista el papel de la disciplina en el desarrollo del pensamiento lógico y de la capacidad de razonamiento de los estudiantes para

lograr lo cual es fundamental el trabajo con los conceptos, los símbolos y las demostraciones de propiedades de los objetos matemáticos.

Los objetivos instructivos esenciales están encaminados a la caracterización, interpretación y aplicación de esos conceptos a la modelación y solución de problemas.

Se sugiere reducir la complejidad de los procedimientos de cálculo.

3.3- La utilización de DERIVE en la asignatura Matemática I. Su influencia.

Derive 6 es un asistente matemático profesional de cálculo simbólico principalmente, aunque también sus desarrolladores han implementado paquetes para el cálculo numérico. Puede trabajar con variables, expresiones, ecuaciones, funciones, vectores, matrices y expresiones booleanas.

Utilizando Derive se pueden resolver problemas de aritmética, álgebra lineal, trigonometría, cálculo, y lógica. Además, hace gráficas de expresiones matemáticas de dos y de tres dimensiones, usando distintos sistemas de coordenadas. Por su sencilla forma de integrar las posibilidades gráficas, numéricas y simbólicas, Derive es una herramienta pedagógica fuerte útil para enseñar, aprender o hacer matemáticas.

Entre los principales comandos de Derive para abordar los temas de la asignatura Matemática I se encuentran: LIM, DER, INT, entre otras; principalmente implementadas para función real de variable real. También se pueden encontrar otras aplicaciones vinculadas a la asignatura que aparecen en paquetes implementados por desarrolladores.

A pesar de las ventajas pedagógicas que ofrece DERIVE y las diversas funciones y paquetes adicionales que tiene para apoyar la asignatura Matemática I, este sistema tiene algunas limitaciones importantes como:

- La última distribución de Derive fue en el año 2003 con su versión 6.
- Es un software privado, por lo tanto está protegido por la legislación internacional “copyright” y debido a esto queda **prohibido** la copia o

distribución del programa o cualquiera de sus componentes sin una licencia válida.

- No está disponible para correr sobre LINUX.
- No todos los manuales y documentación en general se pueden descargar libremente de internet.

3.4- El MAXIMA y la herramienta informática desarrollada para apoyar el estudio de la asignatura Matemática I.

El programa MAXIMA es una poderosa herramienta computacional de cálculo simbólico. Cuenta con un amplio conjunto de funciones para hacer manipulación simbólica de polinomios, matrices, funciones racionales, integración, derivación, series de Taylor, transformadas de Laplace, resolver ecuaciones diferenciales y sistemas, calcular límites, trabajar con vectores, listas, tensores, manejo de gráficos en 2D y 3D, manejo de números en formato flotante, expansión en series de potencias y de Fourier, entre otros. Además permite exportar los resultados a Tex y su funcionamiento está muy bien documentado.

Este software se distribuye bajo la licencia GNU-GPL, es por esta razón que tanto el código fuente como los manuales son de libre acceso a través de la página web del proyecto¹.

Uno de los aspectos más relevantes de este programa es precisamente su naturaleza libre; la licencia GPL en la que se distribuye brinda al usuario ciertas libertades:

- libertad para utilizarlo.
- libertad para modificarlo y adaptarlo a sus propias necesidades.
- libertad para distribuirlo.
- libertad para estudiarlo y aprender su funcionamiento.

La gratuidad de MAXIMA, junto con las libertades antes mencionadas, hacen de este software una formidable herramienta pedagógica, de investigación y de

¹ <http://maxima.sourceforge.net>

cálculo técnico, accesible a todos los presupuestos: tanto institucional como individual. Además de poder ejecutarse en otras plataformas como en Linux.

Entre las principales funciones que tiene MAXIMA para abordar los temas de la asignatura Matemática I se encuentran: funciones para hacer manipulación simbólica de polinomios, funciones racionales, integración, derivación, calcular límites, trabajar con vectores, manejo de gráficos en 2D, entre otras. En la página web de la comunidad de desarrollo de MAXIMA también se pueden encontrar procedimientos implementados por desarrolladores, los cuales se pueden cargar en MAXIMA y hacer tareas más complejas.

La utilización de MAXIMA y de la herramienta informática desarrolla, que se incluye a este asistente matemático libre, enriquece el PDE de la disciplina Matemática General, incide positivamente en la formación del profesional de Ingeniería Informática y responde a la necesidad de utilizar software libre, lo cual forma parte de una política del país y del Ministerio de Educación Superior.

La herramienta propuesta como apoyo a la asignatura Matemática I cuenta con un fichero que es cargado en MAXIMA el cual tiene funciones que este asistente matemático no incluye y que fueron programadas como parte de esta investigación utilizando el lenguaje de programación que MAXIMA proporciona. Además, permite que los estudiantes tengan una ayuda orientadora con todas las instrucciones de MAXIMA relacionadas con los contenidos de la asignatura organizadas por cada tema (Ver Anexos: 2-8 y 11-12). Todo lo anterior permite que para un estudiante de informática sea muy fácil utilizar este asistente matemático, ya que tendrá todos los comandos a utilizar en cada tema bien explicados incluso con ejemplos, lo que implica que no pierda tanto tiempo de su estudio independiente buscando en una ayuda extensa y no organizada de acuerdo a los intereses de la asignatura, como hasta ahora se ha hecho con la utilización de Derive.

Por otra parte la inclusión de otras funciones que este sistema no tiene y que si forman parte del contenido de la asignatura es muy importante para un estudiante de informática pues este puede ver el código fuente de estas

funciones y así analizar la filosofía de la programación en MAXIMA, lo cual es un interesante vínculo con la carrera que además responde a una relación interdisciplinaria y principalmente motiva al estudiante a crear sus propios algoritmos. A continuación se muestran algunas de las funciones desarrolladas en Matematical.mac como parte de la herramienta informática, donde se facilitan los temas de la asignatura:

- $Asintota_Oblicua(f,x)$: Permite calcular, en caso de que existan, las asíntotas oblicuas de la función f con variable independiente x , $f(x)$. (Ver Anexo 9).
- $Puntos_Estacionarios(f,x)$: Permite calcular los puntos estacionarios de la función f con variable independiente x , $f(x)$. (Ver Anexo 10).
- $Area_entre_curvas(f,g,x,a,b)$: Permite calcular el área de la región limitada por las curvas $f(x)$, $g(x)$ y las rectas $x=a$, $x=b$, donde f y g son continuas y $f(x) \geq g(x)$ para toda x que pertenece al intervalo $[a,b]$. (Ver Anexo 13).
- $Volumen_Solido_Revolucion(f,x,a,b)$: Permite calcular el volumen del sólido de revolución que se forma al girar la región bajo la gráfica de la función $f(x)$, alrededor del eje x , en el intervalo desde $x=a$ hasta $x=b$. (Ver Anexo 14).
- $Volumen_Solido_Revolucion_Hueco(f,g,x,a,b)$: Permite calcular el volumen del sólido de revolución que se forma al girar la región entre las gráficas de las funciones $f(x)$ y $g(x)$ alrededor del eje x , en el intervalo desde $x=a$ hasta $x=b$. Donde f y g son continuas y $f(x) \geq g(x)$ para toda x que pertenece al intervalo $[a,b]$. (Ver Anexo 15).
- $Longitud_Arco(f,x,a,b)$: Permite calcular la longitud de la curva $y=f(x)$ en el intervalo $[a,b]$. La primera derivada de $f(x)$ tiene que ser continua en el intervalo $[a,b]$. (Ver Anexo 16).
- $Trabajo(f,x,a,b)$: Permite calcular el trabajo realizado por la fuerza f para desplazar un objeto en una trayectoria rectilínea desde $x=a$ hasta $x=b$. (Ver Anexo 17).

3.5- DERIVE vs MAXIMA en la asignatura Matemática I.

A continuación se muestra una comparación entre los asistentes DERIVE y MAXIMA, tomando como criterio las funcionalidades que presentan cada uno para apoyar el PDE de la asignatura Matemática I, entre otros. Este análisis se realiza con el propósito de fundamentar la utilización de la propuesta de esta investigación como herramienta que favorece el cumplimiento de los objetivos del PDE de esta asignatura en el contexto del Plan de Estudios D analizado con anterioridad.

CRITERIOS	DERIVE	MAXIMA
Funcionalidades Generales	<p>Herramienta que permite realizar operaciones matemáticas de forma simbólica. Presenta una interfaz convencional a modo de ventanas. Los objetos fundamentales que presenta son: variables, cadenas de caracteres, vectores, matrices, funciones, expresiones, ecuaciones y expresiones booleanas.</p> <p>Los módulos fundamentales que presenta son: aritmética, trigonometría, álgebra lineal, solución de ecuaciones, solución de sistemas de ecuaciones, cálculo diferencial e integral, lógica, programación lineal, gráficos en 2D y 3D.</p>	<p>Herramienta que permite realizar operaciones matemáticas de forma simbólica. Presenta tres interfaces, una convencional a modo de ventanas, una interfaz gráfica a modo de comandos y una a consola a modo de comandos. Los objetos fundamentales que presenta son: variables, listas, cadenas de caracteres, vectores, matrices, funciones, expresiones, ecuaciones y expresiones booleanas.</p> <p>Los módulos fundamentales que presenta son: aritmética, trigonometría, álgebra lineal, solución de ecuaciones, solución de sistemas de ecuaciones, cálculo diferencial e integral, lógica, programación lineal, gráficos en 2D y 3D, manejo de tensores, grafos, tratamiento de imágenes, exportación de resultados a Tex.</p>

Tipo de Licencia bajo la cual se distribuyen	Copyright. Software privativo.	Copyleft. Software libre.
Lenguaje de Programación	Cuenta con un lenguaje de programación propio.	Cuenta con un lenguaje de programación propio. Además, se puede programar en Lisp y Fortran.
Actualizaciones	La empresa que posee la licencia de Derive es "Texas Instrument". Según la página oficial de esta empresa luego de la última distribución de Derive, realizada en el año 2003 (Derive 6), no se encuentran trabajando en esta dirección.	Cuenta actualmente con el apoyo de una comunidad de desarrollo muy dinámica, bajo el proyecto "GNU máxima-source-forge". Todos la documentación relacionada y actualizaciones están disponibles a través de la página web del proyecto: http://maxima.sourceforge.net
Sistemas operativos en los que se encuentra disponible	Windows.	Windows y GNU/Linux.

A continuación se presenta la fundamentación de la herramienta propuesta, basada en Máxima, como instrumento que favorece el cumplimiento de los objetivos del PDE de la asignatura Matemática I:

- ✓ Máxima es un sistema con licencia libre.
- ✓ Máxima cuenta en la actualidad con una comunidad de desarrollo bajo el proyecto máxima-source-forge que sirve de soporte para la implementación de las nuevas distribuciones.

- ✓ Máxima cuenta con versiones para los sistemas operativos Windows y GNU/Linux.
- ✓ Máxima cuenta con una extensa documentación en artículos, manuales y libros disponibles libremente en Internet.
- ✓ Máxima cuenta con un lenguaje propio de programación. Además soporta programación en Lisp y Fortran. Esto permite un mayor vínculo con la especialidad.
- ✓ Como parte de la herramienta desarrollada se implementaron instrucciones para completar los contenidos de la asignatura Matemática I.
- ✓ La herramienta desarrollada contempla una ayuda facilitadora de los contenidos, que permite una mejor orientación de los estudiantes para la explotación de Máxima con las instrucciones propias del sistema y las implementadas.
- ✓ Parte de la documentación de la herramienta desarrollada consiste en la publicación del código fuente de todas las instrucciones implementadas, lo que permite un estudio por parte de los estudiantes de métodos teóricos vistos en el aula y ahora programados. Esto motiva a los estudiantes de esta especialidad a mejorar instrucciones ya existentes e implementar nuevas.

3.6- Conclusiones.

En este capítulo se fundamenta a partir de aspectos irrefutables del quehacer pedagógico, cómo la utilización de la herramienta informática desarrollada favorece el cumplimiento de los objetivos del PDE de la asignatura Matemática I perteneciente a la disciplina Matemática General de la carrera Ingeniería Informática, justificando así la idea a defender planteada en esta investigación. Se demuestra que el MAXIMA con la incorporación de la herramienta informática desarrollada es superior al DERIVE, tomando en consideración sus funcionalidades así como la característica de software libre y todas las consecuencias positivas que reporta esta condición.

CONCLUSIONES

- ✓ El asistente matemático con licencia libre más apropiado para desarrollar la propuesta es MAXIMA, debido a que sus funcionalidades cumplen con la mayoría de los contenidos de la asignatura Matemática I, y cuenta con un lenguaje de programación que permite a profesores y estudiantes desarrollar sus propios algoritmos.

- ✓ El adecuado empleo del conjunto de herramientas del sistema metodológico de análisis y diseño estructurado difundido por Yourdon, Weinberg y De Marco, proporciona una descripción apropiada de la herramienta informática propuesta.

- ✓ La herramienta informática desarrollada permite que los estudiantes tengan organizadas y explicadas las instrucciones necesarias por cada uno de los temas, así como completar los contenidos de la asignatura a partir de la inclusión de un fichero con estos algoritmos programados.

- ✓ El MAXIMA con la incorporación de la herramienta informática desarrollada favorece el cumplimiento de los objetivos del PDE de la asignatura Matemática I planteados en el Plan de Estudios D, siendo superior a DERIVE.

RECOMENDACIONES

- ✓ Valorar la aplicación de la idea de esta investigación en el resto de las asignaturas que conforman las disciplinas: Matemática General y Matemática Aplicada de la carrera Ingeniería Informática.
- ✓ Continuar el estudio y análisis de las nuevas versiones de MAXIMA que surjan, consultando la página web de su comunidad de desarrollo, para actualizar la herramienta informática desarrollada.
- ✓ Utilizar la herramienta informática desarrollada en esta investigación a partir del próximo curso en el primer año de la carrera Ingeniería Informática.

BIBLIOGRAFÍA

H. Schönemann Lossen. (2006). *21 Years of Singular Experiments in Mathematics*.

A. Pardini. (2007). *FUNDAMENTACIÓN DEL USO DE SOFTWARE LIBRE EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA. ENSEÑANDO MATEMÁTICA CON HERRAMIENTAS ALTERNATIVAS*. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de La Plata.

Alberto Molpeceres. *Procesos de desarrollo: RUP, XP y FDD*.

http://www.javahispano.org/contenidos/archivo/71/metodos_desarrollo.pdf.

Axiom book. (s.d.). . Recuperado Diciembre 10, 2008, a partir de <http://page.axiom-developer.org/zope/Plone/refs/books/axiom-book2.pdf>.

Carlos Cañedo. (2008). *EL DISEÑO CURRICULAR EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR* .

Colectivo de autores. (2003). *AXIOM* (Vol. 0).

C. Chadwick. (2003). Educación y Computadoras. En: Nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en la enseñanza. Aique Grupo Editor S.A, Argentina.

Christian Peralta Guzmán. (2009). *Entra Cuba al mundo del software libre*. Recuperado Mayo 8, 2009, a partir de <http://colectivoquimica.dnsalias.org/Members/admin/entra-cuba-al-mundo-del-software-libre>.

Derive - Wikipedia, la enciclopedia libre. (s.d.). . Recuperado Noviembre 26, 2008, a partir de <http://es.wikipedia.org/wiki/Derive>.

E. Vílchez Quesada. (2007). *Sistemas Expertos para la Enseñanza y el Aprendizaje de la Matemática en la Educación Superior*. Escuela de Matemática, Universidad Nacional de Costa Rica.

Emmanuel Paradis. (2002). *R para principiantes*. Francia: Universit Montpellier.

Euler. (s.d.). . Recuperado Diciembre 12, 2008, a partir de <http://euler.sourceforge.net/index.html>.

- Graig Larman. (2004). *UML y Patrones: Introducción al análisis y diseño orientado a objetos* (Vol. 1). La Habana: Editorial Félix Varela.
- Hal Schenck. (2003). *Computational Algebraic Geometry*.
- J. Aguilar. (2005) *¿Capacitar en computación o cómputo para educar?* RED No. 53. Febrero 2005. Pág. 23-25.
- J. Cuevas, M. Álvarez y I. Valido. (1999). *Curso de Ecuaciones Diferenciales Asistido por Computadoras en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*. Memorias del Primer Congreso Internacional de Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora, 1(1), 270-272.
- J. Pons. (2004). *La Formación Superior y el Reto de las Nuevas Tecnologías de la Información*. Nuevas Tecnologías y Educación, 1(1), 119-123.
- J. Rafael Rodríguez Galván. (2005). *Matemáticas y Software libre para la docencia en la Universidad de Cádiz* (pág. 20). Departamento de Matemáticas de la Universidad de Cádiz. Recuperado Octubre 3, 2008, a partir de <http://www.uca.es/detp/matematicas>.
- J. Rafael Rodríguez Galván. (2007). *Maxima con wxMaxima: software libre en el aula de matemáticas*. Departamento de Matemáticas de la Universidad de Cádiz.
- John W. Eaton, D. B. (2008). *GNU Octave. A high-level interactive language for numerical computations*.
- Juan Felipe Medina Mendieta. (2008). *Asistentes matemáticos y Software libre*. . Departamento de Matemáticas de la facultad de Informática: Universidad de Cienfuegos.
- K. Babanski. (2004). *Optimización del proceso docente*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Lázaro J. Blanco Encinosa, Ida R. Gutsztat. (1991, Mayo). *Sistemas Informáticos. Teoría, métodos de elaboración, técnicas y herramientas*. Tomo I. Universidad de la Habana.
- L. Meza. (2000). *Consideraciones sobre Metodología de la Enseñanza de la Matemática*. Memorias del Segundo Festival de Matemáticas, 1(1), 129-136.

Macaulay - Wikipedia, la enciclopedia libre. (s.d.). . Recuperado Diciembre 15, 2008, a partir de http://en.wikipedia.org/wiki/Macaulay_2.

Manolo Cortés. (2005). *Libro de Generalidades sobre la metodología de la investigación*. Universidad Autónoma del Carmen, Campeche México.

Maxima-Wikipedia, la enciclopedia libre. (s.d.). . Recuperado Diciembre 12, 2008, a partir de <http://es.wikipedia.org/wiki/Maxima>.

MES. (2007, Julio). Plan de estudio D. Ingeniería Informática Presencial.

M. Page-Jones. (1988) *The Practical Guide to Structured Systems Design*. New Jersey, EE.UU.

Richard M. Stallman. (2004). *Software libre para una sociedad libre* (Traficantes de Sueños., pág. 232). c/ Hortaleza 19, 1o Dcha. 28004 28004 Madrid. Tlfno: +34 1 5320928: Traficantes de Sueños. Recuperado Octubre 17, 2008, a partir de http://www.traficantes.net/index.php/trafis/editorial/catalogo/coleccion_mapas/software_libre_para_una_sociedad_libre.

Robert Dodier. (2006). *Programación en MAXIMA*. Proyecto MAXIMA. Recuperado Septiembre 15, 2009, a partir de <http://maxima.sourceforge.net>.

Robert Dodier. (2006). *El sistema de computación simbólica, Maxima*. Proyecto MAXIMA. Recuperado Septiembre 15, 2009, a partir de <http://maxima.sourceforge.net>.

Roberto Hernández, Carlos Fernández, Pilar Baptista. (1998). *Metodología de la Investigación*. México.

Singular-Wikipedia, la enciclopedia libre. (s.d.). . Recuperado Diciembre 15, 2008, a partir de <http://es.wikipedia.org/wiki/SINGULAR>.

T. De Marco. (1979). *Structured Analysis and Systems Specification*. New Jersey, EE.UU.

V. Weinberg. (1978). *Structured Analysis*. New Jersey, EE.UU.

Yacas. (s.d.). . Recuperado Diciembre 10, 2008, a partir de <http://yacas.sourceforge.net>.

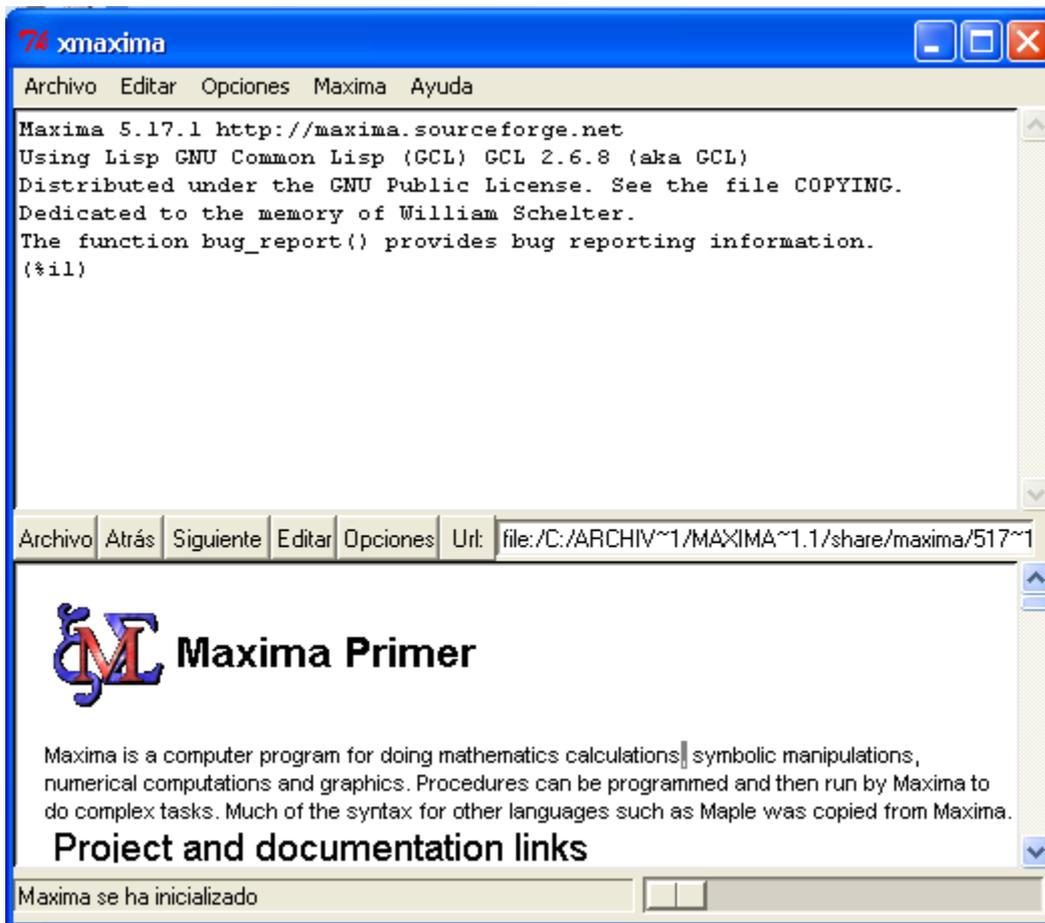
Yandira Mouriz Coca. (2005, Junio). *Registro de Enfermedades de Declaración Obligatoria para el Sistema Integral de Salud*. Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”.

Yourdon. (1982). *Controlling Software Projects*. Press, EE.UU.

Yosu Yurramendi. (2007, Febrero 15). Curso básico de R.

ANEXOS

Anexo 1



Anexo 2

74 Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: <file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/matematical.HTM>

Definición de funciones en Maxima:

Es necesario utilizar el operador '='
Por ejemplo: `f(x):=5*x+3`, `g(x):=x^2+x+1`, `h(x):=log(x)`, `m(x):=sin(x)`

Evaluación de funciones en Maxima:

Se escribe la función y entre paréntesis el valor en el que se quiere evaluar.
Por ejemplo: `f(3)`, `g(5)`, `h(1)`, `m(%pi/2)`
Para ejecutar ejemplos pulsar aquí [EJEMPLOS](#)

74 Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)
(%o1) $f(x) := 5x + 3$
(%i2)
(%o2) 18
(%i3)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/EJEMPLOS_1.htm



EJEMPLOS #1: FUNCIONES.

- `f(x):=5*x+3`; returns `f(x) := 5 x + 3`.
- `f(3)`; returns `18`.
- `g(x):=x^2+x+1`; returns `result`.
- `g(5)`; returns `result`.
- `h(x):=log(x)`; returns `result`.
- `h(1)`; returns `result`.
-
- `m(x):=sin(x)`; returns `result`.
- `m(%pi/2)`; returns `result`.

Anexo 3

74 Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: <file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM>

Resolver ecuaciones

`solve (expr, x)`
`solve (expr)`

Resuelve la ecuación algebraica `expr` de incógnita `x` y devuelve una lista de igualdades con la `x` despejada. Si `expr` no es una igualdad quiere resolver la ecuación `expr = 0`. Puede omitirse `x` si `expr` contiene solamente una variable. El argumento `expr` puede ser una `expr` contener funciones trigonométricas, exponenciales, etc.

Anexo 4

74 Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: <file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM>

Resolver sistemas de ecuaciones:

`algsys ([expr_1, ..., expr_m], [x_1, ..., x_n])`
`algsys ([eqn_1, ..., eqn_m], [x_1, ..., x_n])`

Resuelve el sistema de ecuaciones polinómicas `expr_1, ..., expr_m` o las ecuaciones `eqn_1, ..., eqn_m` para las variables `x_1, ..., x_n` equivale a la ecuación `expr = 0`. Puede haber más ecuaciones que variables o viceversa. La función `algsys` devuelve una lista de sol variables `x_1, ..., x_n` que satisfacen el sistema de ecuaciones. Si `algsys` no puede encontrar soluciones devuelve la lista vacía [].

Anexo 5

Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: <file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM>

Graficación de funciones reales de una variable:

`plot2d([f,g,h],[x,-1,1],...)`

Permite representar graficamente en dos dimensiones las funciones f, g y h para los valores de la variable independiente x en el intervalo $[x_1, x_2]$. La representación de estas funciones se realiza en un mismo plano pero se especifica con colores diferentes sus gráficas. En esta ins se pueden incluir otros parámetros que no son obligatorios (Profundizar en la ayuda de Maxima).

Anexo 6

Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: <file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM>

Cálculo de límites:

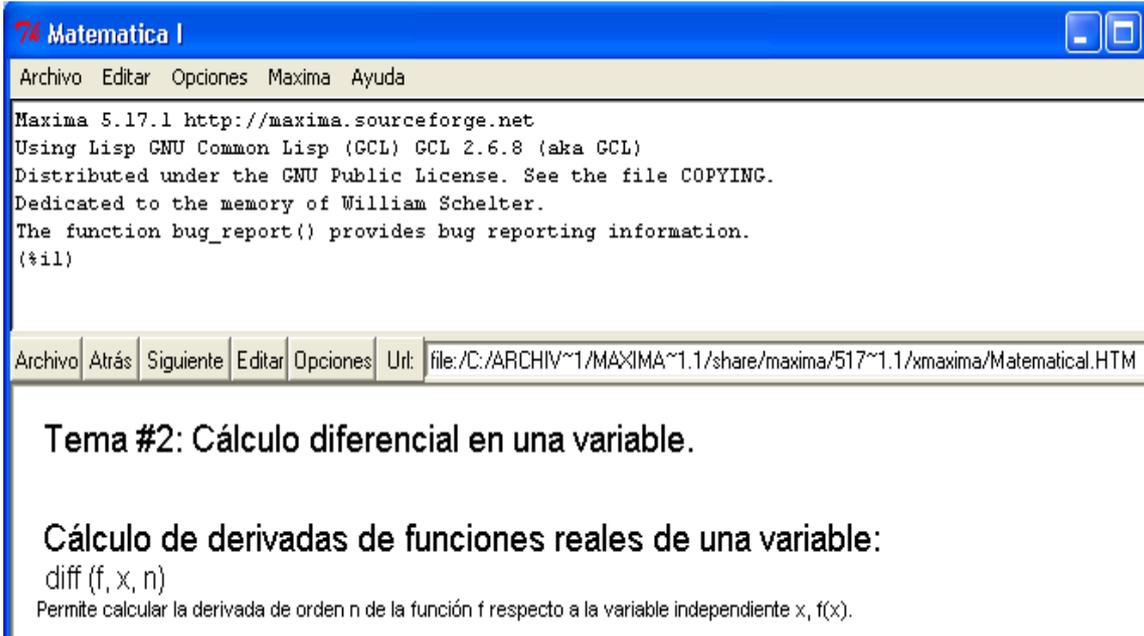
`limit(f, x, x0, dir)`

Permite calcular el límite de la función f cuando la variable independiente x se aproxima al valor x_0 desde la dirección dir . El argumento `plus` para un límite por la derecha, `minus` para un límite por la izquierda o simplemente se omite para indicar un límite en ambos sentidos.

`tlimit(f, x, x0, dir)`

Permite calcular el límite del desarrollo de Taylor de la función f de variable independiente x en el punto x_0 en la dirección dir .

Anexo 7



The screenshot shows a window titled "Matematica I" with a menu bar containing "Archivo", "Editar", "Opciones", "Maxima", and "Ayuda". The main content area displays the following text:

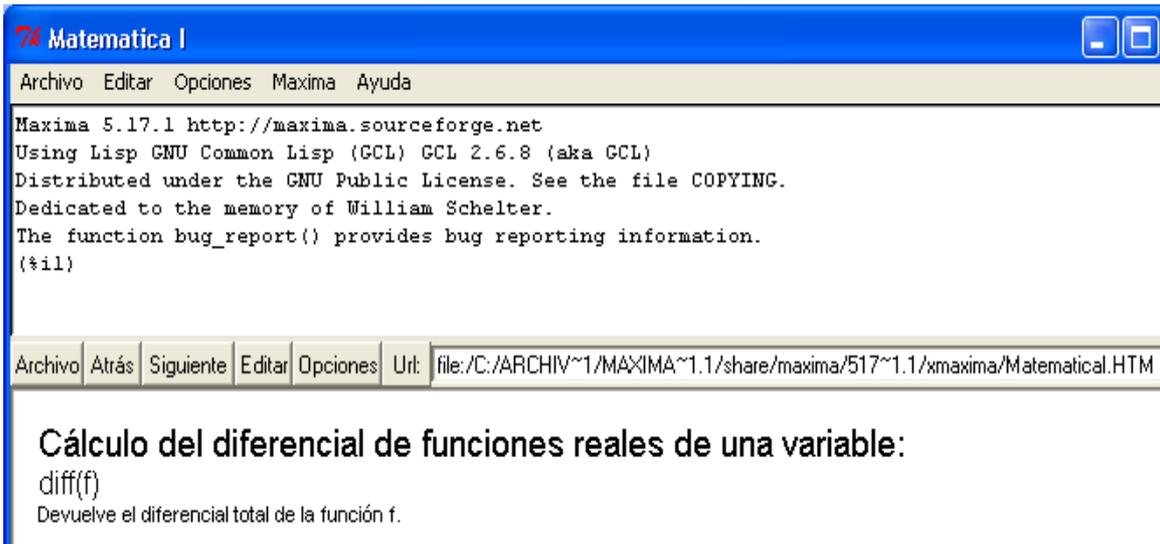
```
Maxima 5.17.1 http://maxima.sourceforge.net
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function bug_report() provides bug reporting information.
(*il)
```

Below the text is a navigation bar with buttons for "Archivo", "Atrás", "Siguiete", "Editar", "Opciones", and "Url:". The "Url:" field contains the path: `file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM`.

Tema #2: Cálculo diferencial en una variable.

Cálculo de derivadas de funciones reales de una variable:
`diff (f, x, n)`
Permite calcular la derivada de orden n de la función f respecto a la variable independiente x, f(x).

Anexo 8



The screenshot shows a window titled "Matematica I" with a menu bar containing "Archivo", "Editar", "Opciones", "Maxima", and "Ayuda". The main content area displays the following text:

```
Maxima 5.17.1 http://maxima.sourceforge.net
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function bug_report() provides bug reporting information.
(*il)
```

Below the text is a navigation bar with buttons for "Archivo", "Atrás", "Siguiete", "Editar", "Opciones", and "Url:". The "Url:" field contains the path: `file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM`.

Cálculo del diferencial de funciones reales de una variable:
`diff(f)`
Devuelve el diferencial total de la función f.

Anexo 9

Matemática I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

```
Maxima 5.17.1 http://maxima.sourceforge.net
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function bug_report() provides bug reporting information.
(%i1)
```

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/MatemáticaI.HTM

Algunas aplicaciones del cálculo diferencial:

Asintota_Oblicua(f,x)

Permite calcular, en caso de que existan, las asíntotas oblicuas de la función f con variable independiente x , $f(x)$. Para ejecutar esta instrucción es necesario cargar en xMaxima el fichero MatemáticaI.mac. Hacer click en: **load("MatemáticaI")**;

Para ver el código fuente pulsar aquí [CÓDIGO FUENTE](#)
Para ejecutar ejemplos pulsar aquí [EJEMPLOS](#)

Matemática I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

```
Maxima 5.17.1 http://maxima.sourceforge.net
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function bug_report() provides bug reporting information.
(%i1)
(%o1) C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/5.17.1/share/MatemáticaI.mac
(%i2) La asíntota oblicua en más infinito es: y=0
La asíntota oblicua en menos infinito es: y=0
(%o2) yes
(%i3)
```

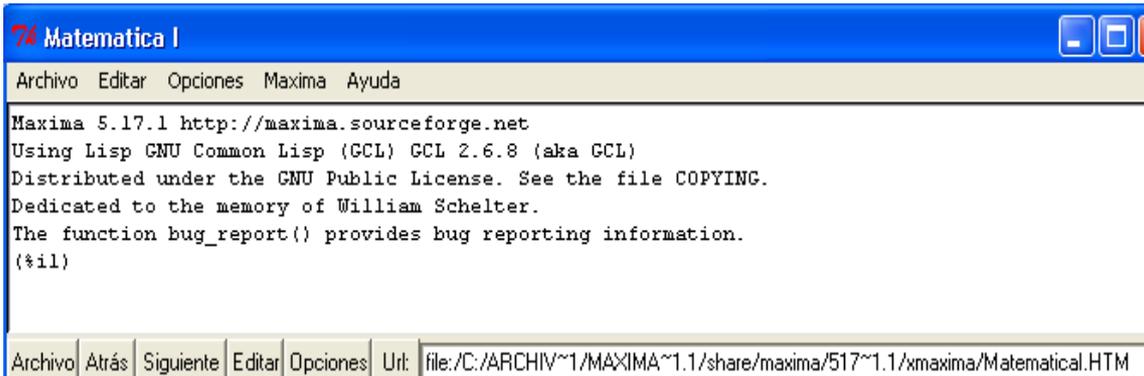
Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/EJEMPLOS_2.htm

EJEMPLOS #2: ASÍNTOTAS OBLICUAS.

- `Asintota_Oblicua(2*x*exp(1/x),x)`; returns **result**.
- `Asintota_Oblicua(x+1/x,x)`; returns **result**.
- `Asintota_Oblicua((x^2-1)/(x-2)^2,x)`; returns **result**.
- `Asintota_Oblicua(x^3-3*x^2,x)`; returns **result**.
- `Asintota_Oblicua(1/(x^2-4),x)`; returns

La asíntota oblicua en más infinito es: $y=0$
La asíntota oblicua en menos infinito es: $y=0$

Anexo 10



Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function bug_report() provides bug reporting information.
{%i1}

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM

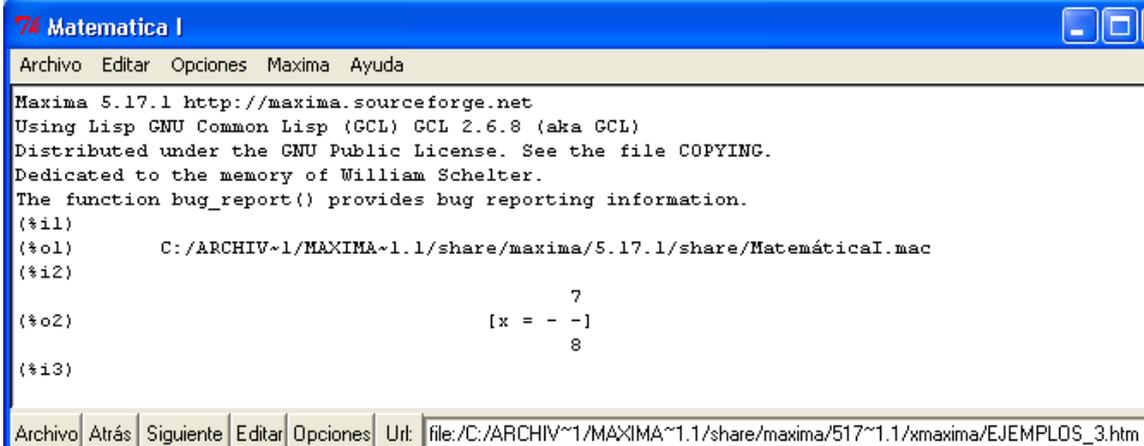
Puntos_Estacionarios(f,x)

Permite calcular los puntos estacionarios de la función f con variable independiente x , $f(x)$. Para ejecutar esta intrucción es necesario cargar en xMaxima el fichero MatemáticaI.mac. Hacer click en:

[load\("MatemáticaI"\);](#)

Para ver el código fuente pulsar aquí [CÓDIGO FUENTE](#)

Para ejecutar ejemplos pulsar aquí [EJEMPLOS](#)



Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function bug_report() provides bug reporting information.
{%i1}
{%o1} C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/5.17.1/share/MatemáticaI.mac
{%i2}
{%o2}
$$\begin{matrix} 7 \\ [x = -] \\ 8 \end{matrix}$$

{%i3}

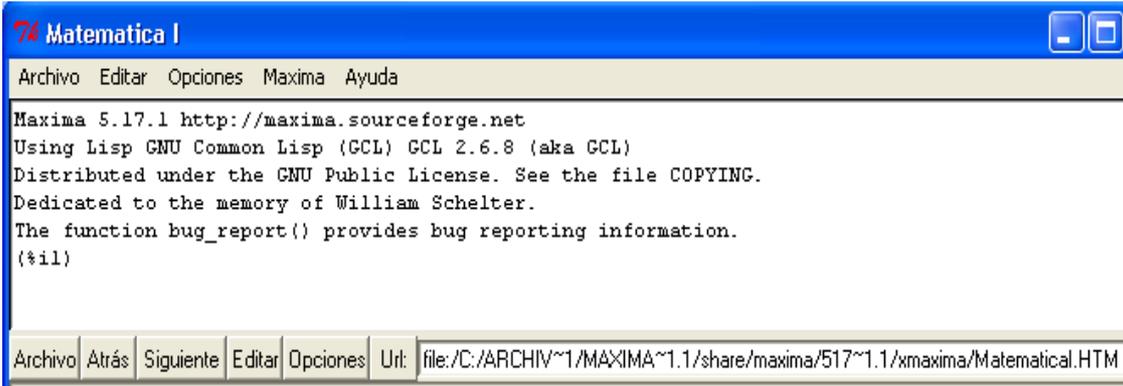
Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/EJEMPLOS_3.htm



EJEMPLOS #3: PUNTOS ESTACIONARIOS.

- `Puntos_Estacionarios(5-7*x-4*x^2,x);` returns
$$\begin{matrix} 7 \\ [x = -] \\ 8 \end{matrix}$$
- `Puntos_Estacionarios(x^4-8*x^2+1,x);` returns **result.**
- `Puntos_Estacionarios(x^2+4*x+6,x);` returns **result.**

Anexo 11



74 Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function bug_report() provides bug reporting information.
(*il)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM

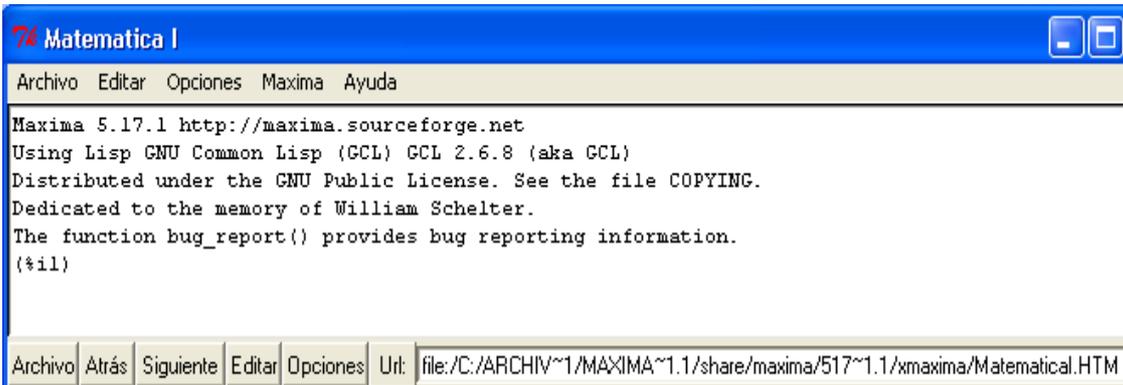
Tema #3: Cálculo integral en una variable.

Cálculo de integrales indefinidas:

integrate (f, x)

Permite calcular simbólicamente la integral indefinida de la función f con variable independiente x, f(x).

Anexo 12



74 Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function bug_report() provides bug reporting information.
(*il)

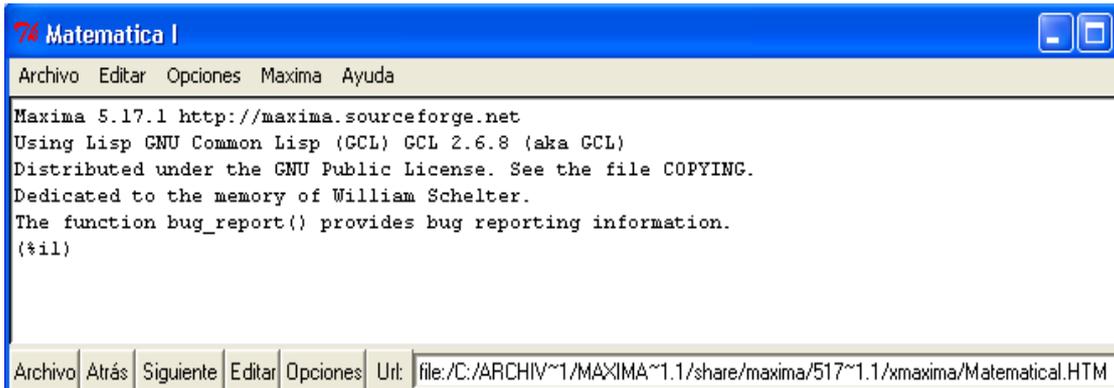
Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM

Cálculo de integrales definidas:

integrate (f, x, a, b)

Permite calcular simbólicamente la integral definida de la función f(x) con límites de integración a y b. El argumento "a" no necesita ser menor que "b". Si a y b son iguales, integrate devuelve cero.

Anexo 13



Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

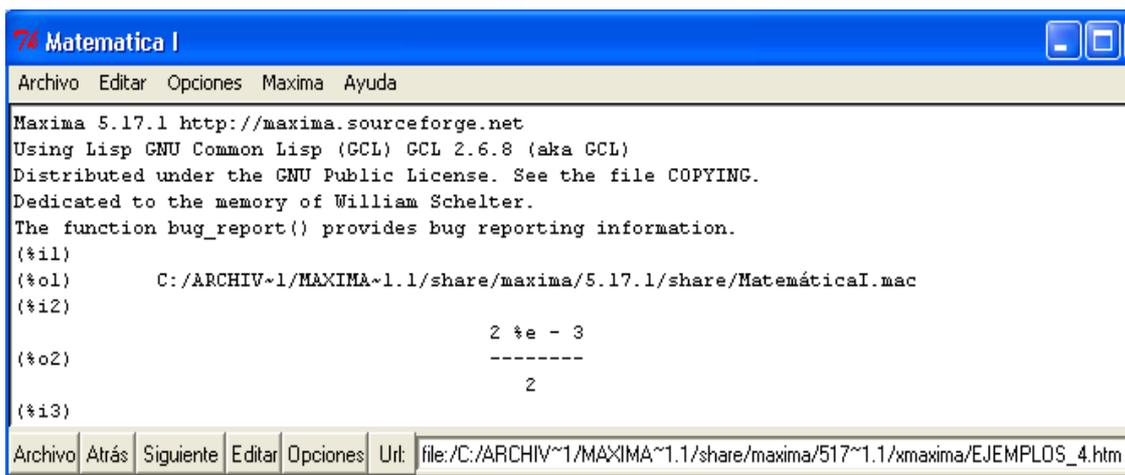
Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM

Algunas aplicaciones del cálculo integral:

Para ejecutar las instrucciones siguientes es necesario cargar en xMaxima el fichero MatemáticaI.mac. Hacer click en:
[load\("MatemáticaI"\);](#)

`Area_entre_curvas(f,g,x,a,b)`
Permite calcular el área de la región limitada por las curvas $f(x)$, $g(x)$ y las rectas $x=a$, $x=b$, donde f y g son continuas y $f(x) \geq g(x)$ para toda x que pertenece al intervalo $[a,b]$.
Para ver el código fuente pulsar aquí [CÓDIGO FUENTE](#)
Para ejecutar ejemplos pulsar aquí [EJEMPLOS](#)



Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)
(%o1) C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/5.17.1/share/MatemáticaI.mac
(%i2)
(%o2)
$$\frac{2 e^{-3}}{2}$$

(%i3)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/EJEMPLOS_4.htm

EJEMPLOS #4: ÁREA ENTRE CURVAS.

- `Area_entre_curvas(exp(x),x,x,0,1)`; returns
$$\frac{2 e^{-3}}{2}$$
- `Area_entre_curvas(2*x-x^2,x^2,x,0,1)`; returns **result**.
- `Area_entre_curvas(cos(x),sin(x),x,0,%pi/4)`; returns **result**.

Anexo 14

Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.htm

Volumen_Solido_Revolucion(f,x,a,b)

Permite calcular el volumen del sólido de revolución que se forma al girar la región bajo la gráfica de la función $f(x)$, alrededor del eje x , en el intervalo desde $x=a$ hasta $x=b$.
Para ver el código fuente pulsar aquí [CÓDIGO FUENTE](#)
Para ejecutar ejemplos pulsar aquí [EJEMPLOS](#)

Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)
(%o1) C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/5.17.1/share/MatemáticaI.mac
(%i2)
(%o2)
$$\frac{\pi}{2}$$

(%i3)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/EJEMPLOS_5.htm

 EJEMPLOS #5: VOLUMEN DE SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN.

- `Volumen_Solido_Revolucion(sqrt(x),x,0,1);` returns
$$\frac{\pi}{2}$$
- `Volumen_Solido_Revolucion(y^(1/3),y,0,8);` returns **result**.

Anexo 15

Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
 Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
 Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
 Dedicated to the memory of William Schelter.
 The function bug_report() provides bug reporting information.
 (%i1)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM

Volumen_Solido_Revolucion_Hueco(f,g,x,a,b)
 Permite calcular el volumen del sólido de revolución que se forma al girar la región entre las gráficas de las funciones $f(x)$ y $g(x)$ alrededor del eje x , en el intervalo desde $x=a$ hasta $x=b$. Donde f y g son continuas y $f(x) \geq g(x)$ para toda x que pertenece al intervalo $[a,b]$.
 Para ver el código fuente pulsar aquí [CÓDIGO FUENTE](#)
 Para ejecutar ejemplos pulsar aquí [EJEMPLOS](#)

Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
 Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
 Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
 Dedicated to the memory of William Schelter.
 The function bug_report() provides bug reporting information.
 (%i1)
 (%o1) C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/5.17.1/share/MatemáticaI.mac
 (%i2)
 2π
 (%o2) -----
15
 (%i3)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/EJEMPLOS_6.htm



EJEMPLOS #6: VOLUMEN DE SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN HUECOS.

- `Volumen_Solido_Revolucion_Hueco(x,x^2,x,0,1)`; returns
$$\frac{2 \pi}{15}$$
- `Volumen_Solido_Revolucion_Hueco(2-y,1-(1/4)*y^2,y,0,2)`; returns result.
- `Volumen_Solido_Revolucion_Hueco(2-x,x,x,1/2,2/3)`; returns result.

Anexo 16

Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
 Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
 Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
 Dedicated to the memory of William Schelter.
 The function `bug_report()` provides bug reporting information.
 (%i1)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: <file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM>

Longitud_Arco(f,x,a,b)
 Permite calcular la longitud de la curva $y=f(x)$ en el intervalo $[a,b]$. La primera derivada de $f(x)$ tiene que ser continua en el intervalo $[a,b]$.
 Para ver el código fuente pulsar aquí [CÓDIGO FUENTE](#)
 Para ejecutar ejemplos pulsar aquí [EJEMPLOS](#)

Matematica I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
 Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
 Dedicated to the memory of William Schelter.
 The function `bug_report()` provides bug reporting information.
 (%i1)
 (%o1) C:/ARCHIV-1/MAXIMA-1.1/share/maxima/5.17.1/share/MatemáticaI.mac
 (%i2)
 (%o2)
$$\frac{\operatorname{asinh}(2) + 2 \sqrt{5}}{4}$$

 (%i3)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/EJEMPLOS_7.htm

 EJEMPLOS #7: LONGITUD DE ARCO.

- `Longitud_Arco(x^(3/2),x,1,4)`; returns **result**.
- `Longitud_Arco(y^2,y,0,1)`; returns
$$\frac{\operatorname{asinh}(2) + 2 \sqrt{5}}{4}$$
- `Longitud_Arco((x^4+48)/(24*x),x,2,4)`; returns **result**.
- `Longitud_Arco(1-(1/4)*y^2,y,0,2)`; returns **result**.

Anexo 17

Matemática I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/Matematical.HTM

Trabajo(f,x,a,b)

Permite calcular el trabajo realizado por la fuerza f para desplazar un objeto en una trayectoria rectilínea desde $x=a$ hasta $x=b$.
Para ver el código fuente pulsar aquí [CÓDIGO FUENTE](#)
Para ejecutar ejemplos pulsar aquí [EJEMPLOS](#)

Matemática I

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function `bug_report()` provides bug reporting information.
(%i1)
(%o1) C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/5.17.1/share/MatemáticaI.mac
(%i2)
50
(%o2) --
3
(%i3)

Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/EJEMPLOS_8.htm

EJEMPLOS #8: TRABAJO.

- `Trabajo(x^2+2*x,x,1,3);` returns 50
--
3
- `Trabajo(3*x,x,50,300);` returns **result**.
- `Trabajo(1000-5*x,x,0,80);` returns **result**.

