

**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 II**

AUTOR: Ing. Annia del Carmen Pérez Fernández

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

2010

Declaración de autoría

Declaramos que somos los únicos autores de este trabajo y autorizamos al Departamento de Matemáticas de la Facultad de Informática en la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, para que hagan el uso que estimen pertinente con esta tesis de maestría.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de ____ de ____.

Nombre completo del autor

Nombre completo del primer tutor

Nombre completo del segundo tutor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido revisado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referente a la temática señalada.

Firma Tutor

Firma ICT

Firma Vicedecano

Resumen

La presente investigación titulada: “Herramienta informática de apoyo al PDE de la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática: Matemática II” se realiza en el Departamento de Matemáticas de la Facultad de Informática de la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” (UCf).

La utilización de asistentes matemáticos es indispensable en el cumplimiento de los objetivos del Proceso Docente Educativo (PDE) de la asignatura Matemática II (planteados en el Plan de Estudios D) en la carrera Ingeniería Informática, en particular la utilización de software libres debido a las ventajas que estos ofrecen.

En esta tesis se desarrolla una herramienta informática utilizando el software libre MAXIMA, con su interfaz gráfica XMAXIMA, para apoyar el PDE de la asignatura Matemática II en la carrera ingeniería informática.

La herramienta está compuesta por una página web en la que se explican todas las funcionalidades que ya MAXIMA tiene en relación con los contenidos de esta asignatura organizados por temas y un fichero de extensión .mac con otras funcionalidades que son programadas utilizando el lenguaje de MAXIMA. De esta forma se completan todos los contenidos de la asignatura, además de brindar al estudiante la posibilidad de analizar otras filosofías de programación. La página web y el fichero de extensión .mac con los algoritmos programados, pueden ser cargados en MAXIMA permitiendo completar sus funcionalidades y adecuarlo a las características de la asignatura Matemática II.

Índice

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	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.....	10
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	13
1.2.5. Asistentes Matemáticos	14
1.2.6. Importancia de utilizar Software Libre en la docencia.....	14
1.2.7. Proceso de emigración a Software Libre en Cuba	16
1.3. MATEMÁTICA II	17
1.4. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LIBRES DISPONIBLES PARA DESARROLLAR LA PROPUESTA	19
1.4.1. MACAULAY2.....	19
1.4.2. SINGULAR.....	20
1.4.3. MAXIMA.....	20
1.4.3.1. wxMaxima	21
1.4.3.2. xMaxima	22
1.4.4. AXIOM.....	22
1.4.5. YACAS.....	22
1.4.6. GNU OCTAVE	23
1.4.7. EULER.....	24
1.4.8. R.....	24
1.5. HERRAMIENTA LIBRE SELECCIONADA PARA DESARROLLAR LA PROPUESTA	25
1.6. CONCLUSIONES	26
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	27
2.1. INTRODUCCIÓN	27
2.2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	27
2.2.1. Concepción general del sistema	27
2.2.2. Requerimientos mínimos del sistema	30
2.3. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURADO.....	30
2.4. DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS (DFD).....	31
2.5. REPRESENTACIÓN LÓGICA EN LOS PROCESOS COMPUTACIONALES. LENGUAJE NATURAL ESTRUCTURADO (LNE).....	33
2.6. DICCIONARIO DE DATOS (DD)	34
2.7. RELACIONES ENTRE LAS HERRAMIENTAS DEL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURADO	43
2.8. CONCLUSIONES	43
CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN.....	45
3.1. INTRODUCCIÓN	45
3.2. PLAN DE ESTUDIOS D DE LA ASIGNATURA MATEMÁTICA II EN LA CARRERA INGENIERÍA INFORMÁTICA	45
3.3. EL DERIVE EN EL ESTUDIO DE LA ASIGNATURA MATEMÁTICA II.....	50
3.4. EL MAXIMA EN EL ESTUDIO DE LA ASIGNATURA MATEMÁTICA II	51
3.5. CONCLUSIONES	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS	60

Introducción

El vertiginoso desarrollo Científico-Técnico alcanzado en el mundo a partir de las últimas décadas del siglo XX, ha llevado al hombre a lograr tal desarrollo que ya sería imposible prescindir de la informática.

Estos avances inciden en transformaciones sociales, económicas y culturales de la sociedad, abren espacios de búsquedas científicas dentro de los elementos que tienen que ver con el desarrollo y como centro, el conocimiento que se genera y aplica en progreso de la Humanidad.

Resulta innegable el auge cada vez mayor de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en las diferentes esferas de la sociedad a escala mundial. El impetuoso desarrollo de la ciencia y la tecnología ha llevado al planeta y también a Cuba a entrar en lo que se ha dado en llamar la “sociedad de la información y del conocimiento”.

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.

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 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).

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).

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 de importancia para su formación profesional.

Todas las disciplinas de la carrera ingeniería informática 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.

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.

Software Libre es aquel 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).

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, que, 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 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 emigración 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 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, 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)

Actualmente no se utiliza en la Universidad de Cienfuegos ningún asistente matemático basado en la filosofía de software libre que ayude a cumplir los objetivos del PDE planteados en el Plan de Estudios D para esta disciplina y

particularmente para la asignatura Matemática II. Es por esto que se plantea el siguiente problema:

Problema Científico

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

Objeto de Investigación

El PDE de la asignatura Matemática II de la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática, así como los software libres existentes que permitan desarrollar una herramienta informática para esta disciplina.

Campo de Acción

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

Objetivos Específicos

1. Analizar el modelo del profesional de Ingeniería Informática (Plan de estudios D)
2. Analizar el programa de la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática.
3. Analizar el programa de la asignatura Matemática II.
4. Analizar software libres existentes que permitan desarrollar una herramienta informática para la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática.
5. Diseñar e implementar una herramienta informática para la asignatura Matemática II.
6. Validar la herramienta informática.

Idea a Defender

Si se utiliza una herramienta informática (basada en la filosofía de software libre) de apoyo a la asignatura Matemática II 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

1. Síntesis de aspectos relacionados con:
 - El programa de la asignatura Matemática II de la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática.
 - Software libres existentes que permitan desarrollar una herramienta informática para la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática.
2. Identificación de los requerimientos.
3. Desarrollo de la herramienta informática.
4. Preparación de la herramienta.
5. Validación de la herramienta.
6. Documentación de la investigación.

Materiales y Métodos

En cuanto a métodos teóricos se utilizó el análisis histórico-lógico para resumir y precisar la información recopilada sobre los software libres existentes.

El método de análisis y síntesis para conocer los objetivos del PDE de la asignatura Matemática II en la carrera Ingeniería Informática planteado en plan de estudios D y la influencia de la utilización de asistentes matemáticos en la misma.

El método de inducción-deducción para garantizar un resultado de calidad en el la herramienta informática a proponer.

En cuanto a los métodos empíricos se utilizaron la entrevista individual y grupal para recopilar información de los expertos.

Aporte Práctico

El desarrollo de una herramienta informática propia (basada en la filosofía de software libre) para apoyar la asignatura Matemática II 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

El presente documento está estructurado en tres capítulos, conclusiones y recomendaciones. El contenido de cada capítulo es:

Capítulo I: Marco Teórico

Se presenta una descripción detallada de los antecedentes de la investigación, se realiza una descripción de las herramientas libres disponibles para desarrollar la propuesta y por último se explica la herramienta libre escogida, justificando su selección.

Capítulo II: Descripción y construcción de la solución propuesta

Se describe la solución propuesta utilizando una metodología que integra los métodos de análisis y diseño de sistemas estructurados. 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 presentan los requerimientos mínimos (de rendimiento, de software y de hardware) del sistema, se plasman los resultados de la etapa de diseño de la herramienta y se describe la construcción de la solución propuesta integrando todos estos elementos.

Capítulo III: Validación.

Se abordan las principales funcionalidades de MAXIMA y se hace mención a los procedimientos desarrollados en la herramienta informática MatematicaII.htm aplicado a la asignatura Matemática II en la carrera de ingeniería informática, teniendo en cuenta los objetivos y sistemas de habilidades a alcanzar en la misma. Se argumenta la necesidad de la utilización de software libre en el futuro ingeniero informático.

Capítulo I. Marco Teórico

1.1. Introducción

Este capítulo trata todo lo referente a la fundamentación teórica del tema de la investigación, que consiste en el desarrollo de una herramienta informática (basada en la filosofía de software libre) para apoyar el PDE de la asignatura Matemática II 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, 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 II. También se realiza una descripción de las herramientas libres disponibles para 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. 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.

1.2.6. 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 herramientas 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 herramientas 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 herramientas 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.

1.2.7. Proceso de emigración a Software Libre en Cuba

En 2005, Cuba inició su "emigración 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 “emigración” 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 emigración 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.

1.3. Matemática II

La asignatura Matemática II forma parte de la Disciplina Matemática General de la carrera Ingeniería Informática.

Esta asignatura se imparte en el segundo semestre de primer año. Se puede resumir como la asignatura que trata el cálculo diferencial e integral en varias variables.

Según el Plan de Estudio D (MES, 2007, pág. 123) los objetivos instructivos de esta asignatura son los siguientes:

1. Interpretar los conceptos de función, límite y continuidad de funciones reales de varias variables así como los conceptos de derivada parcial, derivada direccional, vector y campo gradientes, integral doble, triple, de línea y de superficie, 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. Resolver problemas de razón de cambio, aproximación y optimización, así como de cálculo de áreas, de volúmenes, masa, momentos de masa, trabajo y flujo y relacionados con el perfil que se modelen a través de objetos del Cálculo Diferencial e Integral de funciones de varias variables.

Según el Plan de Estudios D (MES, 2007, pág. 123) los conocimientos básicos a adquirir son los siguientes:

Concepto de función de varias variables reales. Límite, continuidad, derivadas y diferenciales de las funciones de varias variables. Cálculo Integral de funciones de varias variables. Aplicaciones.

Aplicaciones del Cálculo diferencial e integral de las funciones de varias variables.

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

Tema #1: Funciones de varias variables. Cálculo diferencial.

Tema #2: Integral doble.

Tema #3: Integral triple.

Tema #4: Integral de línea.

Tema #5: Integral de superficie.

En la planificación de esta asignatura también 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.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 esta asignatura como: MATHEMATICA, MAPLE, MATLAB; pero todos estos, al igual que DERIVE, se encuentran bajo el título de licencia propietario y aunque existen herramientas 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).

1.4. Descripción de las herramientas 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 todas las herramientas relacionadas con las matemáticas disponibles con licencia libre (sería prácticamente imposible, dado su cantidad), solo se describen las relacionadas con el objetivo de esta investigación.

1.4.1. 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).

1.4.2. 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, SunOS, Solaris, Linux, AIX), Windows, Macintosh.

1.4.3. 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**.

Hay además, 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 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.

1.4.3.1. wxMaxima

wxMaxima es una interfaz que pretende facilitar el uso de Maxima, 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 Maxima 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 Maxima.
- Para las personas que prefieren usar los comandos de Maxima, existe una entrada de diálogo que permite introducirlos, acceder y editar los comandos anteriores, etc.

1.4.3.2. xMaxima

xMaxima es una interfaz gráfica que se incluye por defecto con el programa Maxima y que tiene una filosofía similar a wxMaxima. Históricamente, ha sido la interfaz gráfica “oficial” de Maxima 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 Maxima.

1.4.4. 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).

1.4.5. 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.

1.4.6. 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 Maxima, sino que usa un lenguaje que está orientado al análisis numérico (John W. Eaton, 2008).

Características:

1. 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.

1.4.7. 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.

1.4.8. 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.

1.5. Herramienta libre seleccionada para desarrollar la propuesta

Después de hacer un estudio detallado sobre los software 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 II, 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).

Para desarrollar la herramienta informática propuesta se utiliza una interfaz gráfica del programa MAXIMA llamada XMAXIMA. La herramienta informática que se propone, está compuesta por:

Una página web, “Matematicall.htm”, en la que se explican, de forma sencilla para el estudiante 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 II organizados por temas. Esta página puede ser cargada por el estudiante en el navegador de XMAXIMA.

Un fichero de extensión .mac “Matematicall.mac” que el estudiante puede 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 se completan todos los contenidos de la asignatura, además de brindar al estudiante la posibilidad de analizar otras filosofías de programación.

La página web 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 II.

1.6. Conclusiones

En el presente capítulo, después de realizar todo un estudio teórico y justificar con argumentos sólidos el desarrollo de una herramienta para apoyar el PDE de la asignatura Matemática II se puede concluir que esta herramienta será un valioso complemento para los estudiantes de ingeniería informática; ya que estos pueden acceder al código fuente de la herramienta y estudiar la implementación de los algoritmos que han sido estudiados en las clases teórico-prácticas.

Después de describir las herramientas libres disponibles, se puede concluir que será seleccionado el asistente matemático MAXIMA y se explica cómo se concibe la herramienta informática propuesta.

Capítulo II. Descripción y Construcción de la Solución Propuesta

2.1. Introducción

En este capítulo, para lograr un mayor entendimiento del problema, se utiliza una metodología que integra los métodos de análisis y diseño de sistemas estructurados, la cual ayuda a modelar y describir la solución propuesta. 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 presentan los requerimientos mínimos (de rendimiento, de software y de hardware) del sistema, se plasman los resultados de la etapa de diseño de la herramienta y se describe la construcción de la solución propuesta integrando todos estos elementos.

2.2. Descripción de la solución propuesta

2.2.1. Concepción general del sistema

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 por defecto aparece una página web 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 para apoyar el PDE de la asignatura Matemática II perteneciente a la Disciplina Matemática General en la carrera Ingeniería Informática. Para alcanzar este propósito se deben programar, utilizando el lenguaje que MAXIMA proporciona, los contenidos de la asignatura para los cuales XMAXIMA no tiene comandos creados. Estos métodos programados deben ser guardados como un fichero “.mac” que el estudiante podrá cargar y utilizar. A continuación se muestran las funciones a programar en

Matematicall.mac como parte de la herramienta informática, donde se facilitan los temas de la asignatura:

- $\text{ptos_criticos}(F,X)$: Permite calcular los puntos críticos de la función F .
- $\text{extremos}(F,X)$: Permite calcular los extremos libres de la función F .
- $\text{Int_Doble}(\text{expr}, \text{var1}, \text{var2}, a, b, c, d)$: Permite calcular, de forma directa, la integral doble de 'expr' en la región de integración que se especifica en los otros parámetros de la instrucción.
- $\text{Int_Triple}(\text{expr}, \text{var1}, \text{var2}, \text{var3}, a, b, c, d, m, n)$: Permite calcular, de forma directa, la integral triple de 'expr' en la región de integración que se especifica en los otros parámetros de la instrucción.
- $\text{TGreen}(P, Q, \text{var1}, \text{var2}, a, b, c, d)$: Permite calcular la integral de línea cuyo integrando esta formado por ' $P(x;y)dx+Q(x;y)dy$ ' sobre una curva cerrada, a traves del cálculo de una integral doble cuyo integrando es la derivada de Q respecto a ' x ' 'menos' la derivada de P respecto a ' y ' y la región de integración está formada por la curva y su interior.
- $\text{TDivergencia}(P, Q, R, \text{var1}, \text{var2}, \text{var3}, a, b, c, d, m, n)$: Permite calcular la integral de superficie cuyo integrando está formado por ' $P(x;y;z)dx+Q(x;y;z)dy+R(x;y;z)dz$ ' sobre una superficie cerrada, a través del cálculo de una integral triple cuyo integrando es la derivada de P respecto a ' x ' 'más' la derivada de Q respecto a ' y ' 'más' la derivada de R respecto a ' z ' y la región de integración está formada por la superficie y su interior.

Con el fin de facilitar a los estudiantes la utilización de la herramienta se debe crear una página web que contenga todos los contenidos de la asignatura organizados por temas. La página web debe poder ser cargada en el navegador de XMAXIMA (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 página por "Matematicall.htm". Para lograr esto la página desarrollada "Matematicall.htm" debe ser copiada en la misma carpeta que la página que muestra XMAXIMA por defecto y que se ubica en la instalación del software.

La página "Matematicall.htm" debe estar estructurada en seis partes fundamentales (Ver Anexo 2):

- 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 de varias variables. Cálculo diferencial: En esta segunda parte se debe explicar cómo definir, evaluar y graficar funciones reales de varias variables en MAXIMA, así como representar regiones planas y superficies. Además debe aparecer cómo calcular derivadas parciales de primer orden, diferenciales y cómo calcular los puntos críticos de funciones reales de varias variables.
- Tema #2: Integral doble: En esta tercera parte se debe explicar cómo calcular integrales dobles en coordenadas cartesianas reduciéndolas al cálculo de integrales iteradas, así como algunas aplicaciones de la Integral Doble como: calcular el área de una región plana, el volumen de un sólido y la masa de una lámina.
- Tema #3: Integral triple: En esta cuarta parte se debe explicar cómo calcular integrales triples en coordenadas cartesianas reduciéndolas al cálculo de integrales iteradas, así como algunas aplicaciones de la Integral Triple como: calcular el volumen de un sólido y la masa de un cuerpo.
- Tema #4: Integral de línea: En esta quinta parte se debe explicar cómo calcular integrales de línea mediante la parametrización de la curva respecto a la que se está integrando, así como calcular integrales de línea a partir de integrales dobles aplicando el Teorema de Green en el plano.
- Tema #5: Integral de Superficie: En esta sexta parte se debe explicar cómo calcular integrales de superficie mediante reducción al cálculo de integrales dobles por parametrización, así como calcular integrales de superficie a partir de integrales triples aplicando el Teorema de la Divergencia.

En esta página principal deben aparecer además vínculos que permitan al estudiante ver el código fuente de las funciones que sean programadas y ejemplos para ser utilizados.

2.2.2. Requerimientos mínimos del sistema

Requerimientos 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.

Requerimientos de soporte:

- El sistema posibilitará su perfeccionamiento y la incorporación de nuevas opciones en un futuro.

Requerimiento de software

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

Requerimiento de hardware

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

Requerimientos de seguridad

- Se utilizarán validaciones que limiten la entrada de datos incorrectos.

2.3. Principios básicos del análisis y diseño estructurado

En este epígrafe 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) para definir el sistema utilizando un enfoque dialéctico, moviéndose de lo más general a lo más particular.

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.

2.4. 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. Gutsztat, 1991, pág. 208).

DIAGRAMA DE CONTEXTO

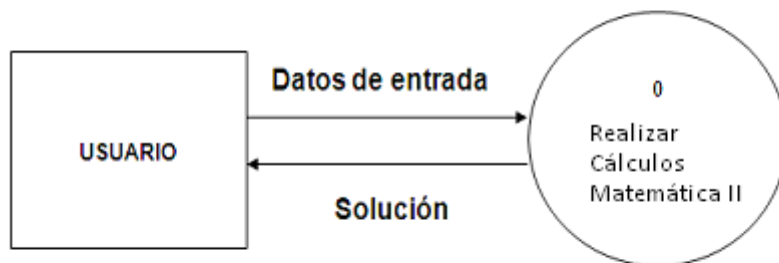
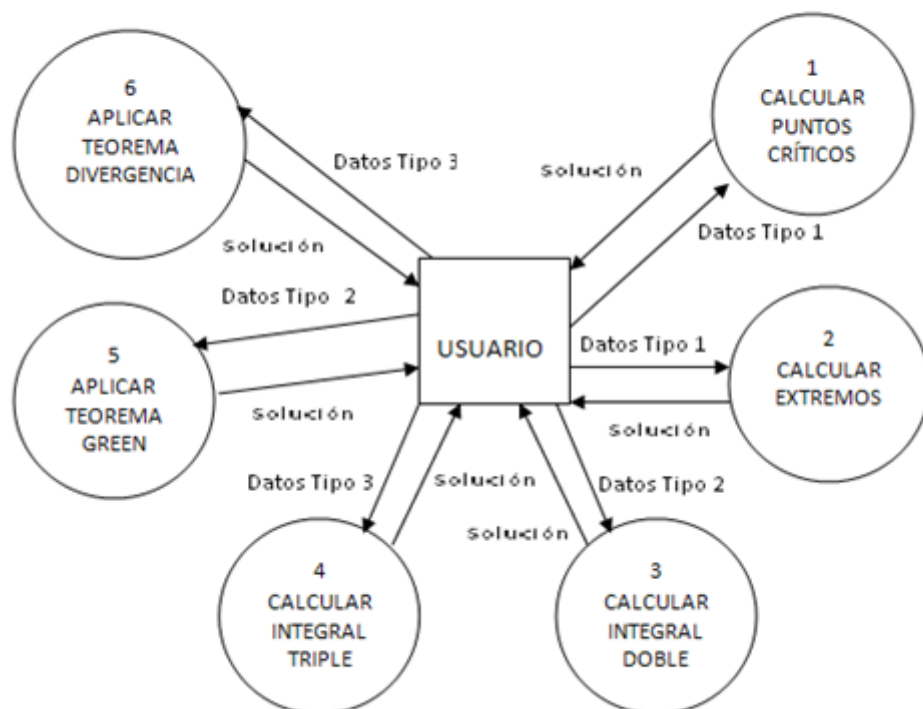


DIAGRAMA CERO (0) REALIZAR CÁLCULOS MATEMÁTICA II



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

En este epígrafe se definen los procesos más elementales que se producen (las tareas funcionales), realizando una descripción puramente lógica. Para esto se utiliza una herramienta que puede describir perfectamente esa lógica: el lenguaje natural estructurado (LNE).

El lenguaje estructurado es una adaptación del lenguaje natural. 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. Gutsztat, 1991, pág. 245).

```
Funcion Calcular_Puntos_Criticos ( $F, X$ )
 $n$ :=longitud de  $X$  //cantidad de variables.
 $E$ := lista vacía.
Para  $i$ :=1 hasta  $n$  hacer
     $f_i$ := derivada parcial de  $F$  con respecto a la variable  $i$ .
     $E_i$ :=  $f_i = 0$ .
     $E$ := adicionar a  $E$  la ecuación  $E_i$ .
Resolver el sistema de ecuaciones  $E$ .
Mostrar las soluciones de  $E$ .
Fin
```

```
Funcion Calcular_Extremos_Libres ( $F, X$ )
 $n$ := cantidad de variables.
 $H$ := calcular el hessiano de  $F$ .
 $p\_crit$ := Calcular_Puntos_Criticos ( $F, X$ )
 $cant\_p$ := cantidad de puntos críticos.
Para  $i$ :=1 hasta  $cant\_p$  hacer
     $M$ := evaluar el hessiano  $H$  en el punto crítico  $i$ .
    Si ( $M$  es definida positiva) entonces
        Mostrar: "Punto critico",  $i$ , "es un punto de mínimo de",  $F$ 
    Si ( $M$  es definida negativa) entonces
        Mostrar: "Punto critico",  $i$ , "es un punto de máximo de",  $F$ 
Fin
```

```

Funcion Calcular_Integral_Doble ( $F, v1, v2, a, b, c, d$ )
   $F1 :=$  integrar  $F$  con respecto a  $v1$  desde  $a$  hasta  $b$ .
   $I :=$  integrar  $F1$  con respecto a  $v2$  desde  $c$  hasta  $d$ .
  Mostrar  $I$ 
Fin

```

```

Funcion Calcular_Integral_Triple ( $F, v1, v2, v3, a, b, c, d, m, n$ )
   $F1 :=$  integrar  $F$  con respecto a  $v1$  desde  $a$  hasta  $b$ .
   $F2 :=$  integrar  $F1$  con respecto a  $v2$  desde  $c$  hasta  $d$ .
   $I :=$  integrar  $F2$  con respecto a  $v3$  desde  $m$  hasta  $n$ .
  Mostrar  $I$ 
Fin

```

```

Funcion Teorema_de_Green ( $P, Q, v1, v2, a, b, c, d$ )
   $F1 :=$  derivada de  $P$  con respecto a  $v2$ .
   $F2 :=$  derivada de  $Q$  con respecto a  $v1$ .
   $Dif := F2 - F1$ .
   $I :=$  Calcular_Integral_Doble ( $Dif, v1, v2, a, b, c, d$ )
  Mostrar  $I$ 
Fin

```

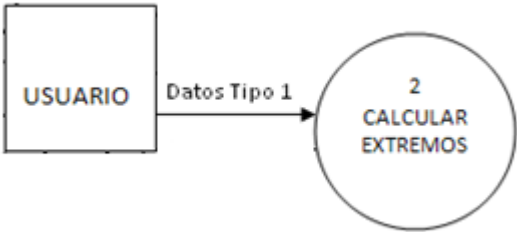
```

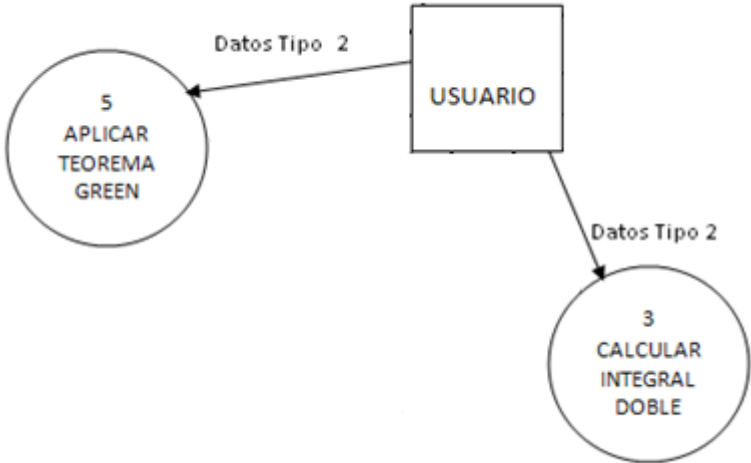
Funcion Teorema_de_la_Divergencia ( $P, Q, R, v1, v2, v3, a, b, c, d, m, n$ )
   $F1 :=$  derivada de  $P$  con respecto a  $v1$ .
   $F2 :=$  derivada de  $Q$  con respecto a  $v2$ .
   $F3 :=$  derivada de  $R$  con respecto a  $v3$ .
   $Sum := F1 + F2 + F3$ 
   $I :=$  Calcular_Integral_Triple ( $Sum, v1, v2, v3, a, b, c, d, m, n$ )
  Mostrar  $I$ 
Fin

```

2.6. 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:  <pre> graph LR USUARIO[USUARIO] -- "Datos Tipo 1" --> P2((2 CALCULAR EXTREMOS)) </pre>	
Descripción:	Datos que se utilizan para el cálculo de los puntos críticos y extremos libres. Está compuesto por una función (F) de varias variables independientes identificadas en la lista X.
Composición:	Función + Lista de variables independientes.
Fuente:	Usuario
Destino:	Procesos: 1- Calcular puntos críticos. 2- Calcular extremos libres.

Definición de flujo de datos	
Nombre del flujo de datos:	Datos Tipo 2
Esquema:  <pre> graph LR USUARIO[USUARIO] -- "Datos Tipo 2" --> P5((5 APLICAR TEOREMA GREEN)) USUARIO -- "Datos Tipo 2" --> P3((3 CALCULAR INTEGRAL DOBLE)) </pre>	
Descripción:	Datos que se utilizan para el cálculo de integral doble y teorema de Green. Está compuesto por las funciones P y Q, la

	especificación de las variables independientes var1 y var2 y los límites de integración $(a,b) \times (c,d)$.
Composición:	Funciones + Variables independientes + Límites de Integración.
Fuente:	Usuario
Destino:	Procesos: 3- Calcular integral doble. 5- Teorema de Green.

Definición de flujo de datos	
Nombre del flujo de datos:	Datos Tipo 3
Esquema:	<pre> graph TD Usuario[USUARIO] -- "Datos Tipo 3" --> P6((6 APLICAR TEOREMA DIVERGENCIA)) Usuario -- "Datos Tipo 3" --> P4((4 CALCULAR INTEGRAL TRIPLE)) </pre>
Descripción:	Datos que se utilizan para el cálculo de integral triple y teorema de la Divergencia. Está compuesto por las funciones P, Q y R, la especificación de las variables independientes var1, var2 y var3 y los límites de integración $(a,b) \times (c,d) \times (m,n)$.
Composición:	Funciones + Variables independientes + Límites de Integración.
Fuente:	Usuario
Destino:	Procesos: 4- Calcular integral triple.

	6- Teorema de la Divergencia.
--	-------------------------------

Definición de flujo de datos	
Nombre del flujo de datos:	Solución
Esquema:	Ver diagrama cero (0)
Descripción:	La Solución se emite al usuario como resultado de la ejecución de los procesos 1, 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: 1- Calcular puntos críticos. 2- Calcular extremos libres. 3- Calcular integral doble. 4- Calcular integral triple. 5- Teorema de Green. 6- Teorema de la Divergencia.
Destino:	Usuario

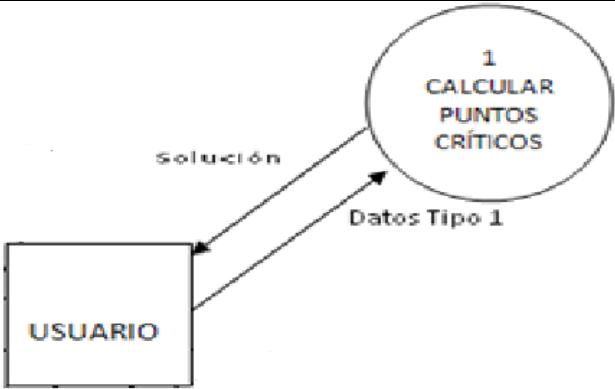
Definición del elemento de datos	
Nombre del flujo de datos:	Función
Descripción:	Expresión analítica de una función real de varias variables independientes.
Composición:	Tolos los elementos que se pueden involucrar en la expresión analítica de una función de cualquier tipo: algebraica, exponencial, logarítmica, trigonométrica, hiperbólica.
Procesos asociados:	1- Calcular puntos críticos. 2- Calcular extremos libres. 3- Calcular integral doble. 4- Calcular integral triple. 5- Teorema de Green. 6- Teorema de la Divergencia.
Características del dato:	Tipo cadena

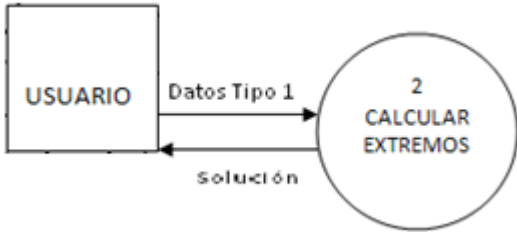
Definición del elemento de datos

Nombre del flujo de datos:	Variable independiente.
Descripción:	Una letra cualquiera que significa la lista de las variables independientes de las funciones en cuestión.
Composición:	Una letra.
Procesos asociados:	1- Calcular puntos críticos. 2- Calcular extremos libres. 3- Calcular integral doble. 4- Calcular integral triple. 5- Teorema de Green. 6- Teorema de la Divergencia.
Características del dato:	Tipo cadena

Definición del elemento de datos	
Nombre del flujo de datos:	Extremos del intervalo.
Descripción:	Los extremos del intervalo son números reales que en los algoritmos son denotados como 'a', 'b', 'c', 'd', 'm' y 'n'.
Composición:	Números reales.
Procesos asociados:	3- Calcular integral doble. 4- Calcular integral triple. 5- Teorema de Green. 6- Teorema de la Divergencia.
Características del dato:	Tipo numérico.

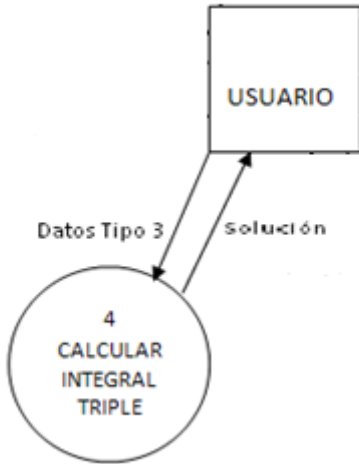
Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Calcular puntos críticos.
Número de identificación del DFD:	DFD 0
Esquema:	

	
Descripción:	Cuando el usuario entra los datos (la función y las variables independientes) se utiliza una función de MAXIMA para obtener la derivada parcial de la función con respecto a cada variable independiente y luego se procede a resolver el sistema de ecuaciones: cada derivada parcial igual a cero. Si existen soluciones reales del sistema estas constituyen la respuesta.
Flujos de datos de entrada:	Datos Tipo 1.
Flujos de datos de salida:	Solución.
Proceso lógico:	Ver epígrafe 2.5: Función Calcular_Puntos_Criticos(F,X)

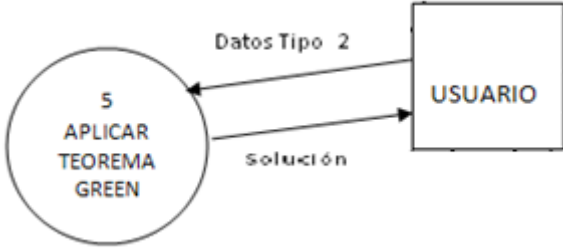
Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Calcular extremos libres.
Número de identificación del DFD:	DFD 0
Esquema: 	
Descripción:	Cuando el usuario entra los datos (la función y las variables independientes) se calcula el Hessiano de la función, luego se evalúa el Hessiano en cada punto crítico y se realiza un análisis para determinar los puntos de

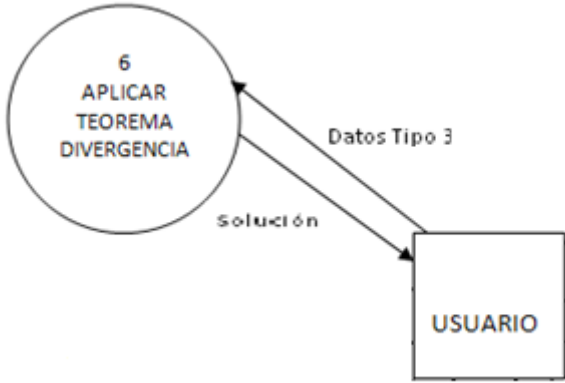
	máximo y de mínimo de la función. La respuesta la constituyen estos puntos de máximo y de mínimo.
Flujos de datos de entrada:	Datos Tipo 1.
Flujos de datos de salida:	Solución.
Proceso lógico:	Ver epígrafe 2.5: Función Calcular_Extremos_Libres(F,X)

Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Calcular integral doble.
Número de identificación del DFD:	DFD 0
Esquema:	<pre> graph TD Usuario[USUARIO] -- "Datos Tipo 2" --> Proceso((3 CALCULAR INTEGRAL DOBLE)) Proceso -- "Solución" --> Usuario </pre>
Descripción:	Cuando el usuario entra los datos (la función, las variables independientes y los extremos del intervalo) se calcula la integral doble y la respuesta la constituye el resultado de este cálculo.
Flujos de datos de entrada:	Datos Tipo 2.
Flujos de datos de salida:	Solución.
Proceso lógico:	Ver epígrafe 2.5: Función Calcular_Integral_Doble(F,V1, V2, a,b,c,d)

Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Calcular integral triple.
Número de identificación del DFD:	DFD 0
Esquema:	
 <pre> graph TD Usuario[USUARIO] -- "Datos Tipo 3" --> Proceso((4 CALCULAR INTEGRAL TRIPLE)) Proceso -- "Solución" --> Usuario </pre>	
Descripción:	Cuando el usuario entra los datos (la función, las variables independientes y los extremos del intervalo) se calcula la integral triple y la respuesta la constituye el resultado de este cálculo.
Flujos de datos de entrada:	Datos Tipo 3.
Flujos de datos de salida:	Solución.
Proceso lógico:	Ver epígrafe 2.5: Función $\text{Calcular_Integral_Triple}(F, V1, V2, V3, a, b, c, d, m, n)$

Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Teorema de Green.
Número de identificación del DFD:	DFD 0

Esquema:	
	
Descripción:	Cuando el usuario entra los datos (las funciones, las variables independientes y los extremos del intervalo) se aplica el Teorema de Green en el Plano.
Flujos de datos de entrada:	Datos Tipo 2.
Flujos de datos de salida:	Solución.
Proceso lógico:	Ver epígrafe 2.5: Función Teorema_de_Green(P, Q, V1, V2, a,b,c,d)

Definición de Tarea Funcional	
Nombre de la tarea:	Teorema de la Divergencia.
Número de identificación del DFD:	DFD 0
Esquema:	
	
Descripción:	Cuando el usuario entra los datos (las funciones, las variables independientes y los extremos del intervalo) se aplica el Teorema de la Divergencia.
Flujos de datos de	Datos Tipo 3.

En el presente capítulo se utilizan los métodos de análisis y diseño de sistemas estructurados para describir la solución propuesta. Se explican los elementos que conforman esta metodología (los diagramas de flujo de datos, la representación lógica en los procesos computacionales y el diccionario de datos) y se define la utilización integral de estos elementos. Además se explica la concepción general del sistema propuesto y los requerimientos mínimos del sistema (de rendimiento, de soporte, de software, de hardware y de seguridad). Todo esto proporciona una descripción apropiada de la aplicación informática y permite los medios necesarios para su correcto diseño.

Capítulo 3. Validación

3.1. Introducción

En este capítulo se abordan las principales funcionalidades de MAXIMA y se hace mención a los procedimientos desarrollados en la herramienta informática Matematicall.htm aplicado a la asignatura Matemática II en la carrera de ingeniería informática, teniendo en cuenta los objetivos y sistemas de habilidades a alcanzar en la misma; los cuales son abordados de manera explícita en el epígrafe 3.2.

En el epígrafe 3.3 se hace mención al programa Derive v6 utilizado actualmente en la asignatura como herramienta computacional, donde se describen los aspectos más significativos y algunos de los paquetes desarrollados con fines educativos en la asignatura. Además se presentan las principales limitaciones del programa en la preparación del estudiante como futuro ingeniero informático.

En el epígrafe 3.4 se valida la utilización de MAXIMA en la asignatura. MAXIMA es un programa cuyo objeto es la realización de cálculos matemáticos, tanto simbólicos como numéricos; es capaz de manipular expresiones algebraicas y matriciales, derivar e integrar funciones, realizar diversos tipos de gráficos, etc. Además se distribuye bajo la licencia GNU-GPL, tanto el código fuente como los manuales son de libre acceso, entre otras funcionalidades que son expuesta en el epígrafe, y que complementan la necesidad de utilizar MAXIMA la cual es expuesta en el epígrafe 3.5 con las conclusiones del capítulo.

3.2. Plan de estudios D de la asignatura Matemática II en la carrera Ingeniería Informática

El plan de estudio D de la asignatura Matemática II en la carrera Ingeniería Informática sale vigente en Julio de 2007 (MES, 2007, pág. 122). Es de vital importancia tanto para alumnos como para profesores porque en él se ven reflejados los objetivos y habilidades a alcanzar como parte de la formación del futuro profesional.

Como parte de los objetivos se hace mención al uso de asistentes matemáticos y técnicas 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:

- 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.
- Contribuir al desarrollo por parte de los estudiantes de hábitos de proceder reflexivamente, de evaluar los resultados de su trabajo, así como de utilizar los textos para buscar nueva información.
- 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.
- 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.
- 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, las propiedades topológicas de conjuntos, así como los procesos de variación y de aproximación.
- 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.

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

Objetivos Instructivos:

4. Interpretar los conceptos de función, límite y continuidad de funciones reales de varias variables así como los conceptos de derivada parcial, derivada direccional, vector y campo gradientes, integral doble, triple, de línea y de superficie, estableciendo sus relaciones con fenómenos de la realidad.
5. 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.
6. Resolver problemas de razón de cambio, aproximación y optimización, así como de cálculo de áreas, de volúmenes, masa, momentos de masa, trabajo y flujo y relacionados con el perfil que se modelen a través de objetos del Cálculo Diferencial e Integral de funciones de varias variables.

Sistema de Conocimientos:

Concepto de función de varias variables reales. Límite, continuidad, derivadas y diferenciales de las funciones de varias variables. Cálculo Integral de funciones de varias variables. Aplicaciones.

Aplicaciones del Cálculo diferencial e integral de las funciones de varias variables.

Sistema de Habilidades:

- Determinar el dominio de una función real de dos variables.
- Representar gráficamente funciones reales de dos variables con ecuación explícita conocida, utilizando el asistente matemático DERIVE.
- Representar gráficamente funciones reales de dos variables, mediante el uso de lápiz y papel, siempre que estas estén representadas por planos, superficies cuádricas, cilíndricas y de revolución no rotadas ni desplazadas.
- Caracterizar los conceptos de límite y de función continua de funciones de varias variables reales.

- Calcular límites de funciones reales de dos y tres variables utilizando el concepto de función continua, los límites por diferentes trayectorias y el cambio de variable.
- Caracterizar e interpretar los conceptos de derivada (Derivada ordinaria, parcial y direccional) y de gradiente de un campo escalar.
- Calcular derivadas parciales de primer orden y de orden superior y diferenciales, aplicando las reglas de derivación y las definiciones cuando sea necesario.
- Calcular la derivada direccional de una función diferenciable y determinar cuál y en qué dirección alcanza su máximo valor.
- Modelar y resolver problemas físicos, geométricos o vinculados con el perfil, utilizando derivadas, derivadas parciales, derivada direccional y gradiente, identificándolos como problemas de graficación y de comparación.
- Modelar y resolver problemas físicos, geométricos o vinculados con el perfil, utilizando el diferencial de funciones de varias variables cuando sea conveniente la linealización de la función.
- Modelar y resolver problemas geométricos y relacionados con el perfil, de optimización mediante los métodos de sustitución y de los multiplicadores de Lagrange.
- Caracterizar los conceptos de arco de curva, curva cerrada, arco simple, curva cerrada simple, curva suave y curva suave a trozos.
- Identificar las diferentes formas de representarlas las curvas y las parametrizaciones más usuales.
- Interpretar los conceptos de vectores tangentes y normales a una curva, así como obtenerlos.
- Calcular longitudes de arcos de curva.
- Calcular integrales de línea mediante la parametrización de la curva respecto a la que se está integrando.
- Determinar si una integral de línea de segundo tipo es independiente de la trayectoria entre dos puntos o en una región.
- Calcular integrales de línea de segundo tipo aprovechando las ventajas de la independencia de la trayectoria, cuando esto sea posible, seleccionando una trayectoria conveniente de integración.

- Hallar la función potencial de un campo gradiente y utilizarla en el cálculo de integrales de línea de segundo tipo que sean independientes de la trayectoria.
- Utilizar los conceptos, teoremas y propiedades de las integrales de línea en la modelación y solución de problemas vinculados al perfil o a las asignaturas de la carrera que los demandan.
- Caracterizar, interpretar e identificar los conceptos de integral doble e integral de superficie.
- Calcular integrales dobles en coordenadas cartesianas reduciéndolas al cálculo de integrales iteradas.
- Calcular integrales dobles mediante transformación a coordenadas polares.
- Calcular integrales de superficie mediante reducción al cálculo de integrales dobles por parametrización.
- Representar regiones planas y superficies como recurso de apoyo al planteamiento de integrales.
- Resolver problemas geométricos (área de regiones planas, superficies y volúmenes de sólidos) y físicos (masa de láminas planas y alabeadas de grosor despreciables y flujo de fluidos).
- Caracterizar e identificar el concepto de integral triple.
- Calcular integrales triples en coordenadas cartesianas reduciéndolas al cálculo de integrales iteradas.
- Calcular integrales triples mediante transformación a coordenadas cilíndricas o esféricas.
- Representar regiones planas y superficies como recurso de apoyo a la modelación.
- Resolver problemas geométricos (volúmenes de sólidos) y físicos (masa de cuerpos).
- Reducir el cálculo de unos tipos de integrales al cálculo de otros, cuando esto sea posible, mediante la aplicación de los teoremas de Green, Stokes y de Gauss y sus consecuencias.
- Establecer relaciones de generalización y sistematización entre los diferentes contenidos (conceptos y procedimientos) de la asignatura.

3.3. El Derive en el estudio de la asignatura Matemática II

Derive 6 es una poderosa herramienta para hacer matemáticas simbólicas y numéricas en su ordenador personal. Puede trabajar con variables, expresiones, ecuaciones, funciones, vectores, matrices y expresiones booleanas de la misma forma que una calculadora científica trabaja con números.

Puede resolver problemas de aritmética, álgebra, trigonometría, *cálculo*, álgebra lineal y lógica haciendo clic con el ratón. Además, hace gráficas de expresiones matemáticas de dos y de tres dimensiones, usando distintos sistemas de coordenadas. Por su sencilla forma de integrar sus posibilidades gráficas, numéricas y simbólicas, Derive es una herramienta para enseñar, aprender o hacer matemáticas.

Entre las principales funciones para abordar los temas de la asignatura Matemática II encontramos: LIM, DER, INT, entre otras; principalmente implementadas para función real de variable real, pero pueden aplicarse sucesivamente y hacer un tratamiento como funciones de varias variables.

Como parte de las aplicaciones vinculadas a la asignatura encontramos los paquetes implementados por desarrolladores, donde se facilitan los temas de la asignatura. Ejemplo:

1. **IntegrationPlus.mth**: Define que pueden usarse para mejorar el proceso de integración con Derive.
2. **MultipleIntegration.dfw**: Define funciones para resolver problemas de integración con campos vectoriales e integrales múltiples. Las funciones se agrupan en las siguientes categorías:
 1. Campos escalares y vectoriales (funciones gamma y beta, gradiente, divergencia, rotacional y Laplaciano);
 2. Integrales de línea (diferenciales exactas, función potencial e integrales de línea de diferenciales no exactas);
 3. Integrales dobles y triples (integración doble en coordenadas cartesianas y en polares, integración triple en cartesianas, cilíndricas y esféricas, teorema de Green-Riemann); y

4. Integrales de superficie (área de una superficie, vectores normales unitarios, flujo de un campo vectorial y teorema de Gauss).

A pesar de las ventajas que tiene en la asignatura en la resolución de ejercicios este posee diversas limitaciones entre las que encontramos:

- La última distribución del Derive fue en el año 2003 con su versión 6.
- El programa esta protegido por la legislación internacional “copyright”, por lo que queda prohibida la copia o distribución del programa o cualquiera de sus componentes sin una licencia válida.

3.4. El MAXIMA en el estudio de la asignatura Matemática II

El programa Maxima es una poderosa herramienta 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.

Entre las principales funciones para abordar los temas de la asignatura Matemática II encontramos: `plot2d`, `plot3d`, `antid`, `antidiff`, `del`, `diff`, `gradef`, `integrate`, `defint`, entre otras.

Como parte de las aplicaciones vinculadas a la asignatura encontramos los procedimientos implementados por desarrolladores, los cuales se pueden correr por MAXIMA y hacer tareas más complejas. Entre la amplia gama de procedimientos mostraremos a continuación algunos desarrollados en `MatematicaII.mac` como parte de la herramienta computacional `MatematicaII.htm`, donde se facilitan los temas de la asignatura:

- `ptos_criticos(F,X)`: Devuelve los puntos críticos de la función F . El parámetro X es una lista de las variables independientes de F .
- `extremos(F,X)`: Devuelve los extremos libres de la función F . El parámetro X es una lista de las variables independientes de F .

- $\text{Int_Doble}(\text{expr}, \text{var1}, \text{var2}, \text{a}, \text{b}, \text{c}, \text{d})$: Permite calcular, de forma directa, la integral doble de 'expr' (puede ser una función de hasta dos variables independientes) en la región de integración que se especifica en los otros parámetros de la instrucción. Las variables 'var1' y 'var2' tienen que estar en el mismo orden en que se va a realizar la integración. Las variables varían en $[\text{a}, \text{b}]$ y $[\text{c}, \text{d}]$ respectivamente. a y b pueden ser expresiones en función de var2. c y d tienen que ser números reales.
- $\text{Int_Triple}(\text{expr}, \text{var1}, \text{var2}, \text{var3}, \text{a}, \text{b}, \text{c}, \text{d}, \text{m}, \text{n})$: Permite calcular, de forma directa, la integral triple de 'expr' (puede ser una función de hasta tres variables independientes) en la región de integración que se especifica en los otros parámetros de la instrucción. Las variables 'var1', 'var2' y 'var3' tienen que estar en el mismo orden en que se va a realizar la integración. Las variables varían en $[\text{a}, \text{b}]$, $[\text{c}, \text{d}]$ y $[\text{m}, \text{n}]$ respectivamente. Los parámetros a y b pueden ser expresiones en función de var2 y var3. Los parámetros c y d pueden ser expresiones en función de var3. Los parámetros m y n tienen que ser números reales.
- $\text{TGreen}(\text{P}, \text{Q}, \text{var1}, \text{var2}, \text{a}, \text{b}, \text{c}, \text{d})$: Permite calcular la integral de línea cuyo integrando está formado por $\text{P}(\text{x}; \text{y})\text{d}\text{x} + \text{Q}(\text{x}; \text{y})\text{d}\text{y}$ sobre una curva cerrada, a través del cálculo de una integral doble cuyo integrando es la derivada de Q respecto a 'x' 'menos' la derivada de P respecto a 'y' y la región de integración está formada por la curva y su interior. Los parámetros P y Q son funciones de hasta dos variables independientes ('x' y 'y'). Las variables 'var1' y 'var2' tienen que estar en el mismo orden en que se va a realizar la integración. Las variables varían en $[\text{a}, \text{b}]$ y $[\text{c}, \text{d}]$ respectivamente. a y b pueden ser expresiones en función de var2. c y d tienen que ser números reales.
- $\text{TDivergencia}(\text{P}, \text{Q}, \text{R}, \text{var1}, \text{var2}, \text{var3}, \text{a}, \text{b}, \text{c}, \text{d}, \text{m}, \text{n})$: Permite calcular la integral de superficie cuyo integrando está formado por $\text{P}(\text{x}; \text{y}; \text{z})\text{d}\text{x} + \text{Q}(\text{x}; \text{y}; \text{z})\text{d}\text{y} + \text{R}(\text{x}; \text{y}; \text{z})\text{d}\text{z}$ sobre una superficie cerrada, a través del cálculo de una integral triple cuyo integrando es la derivada de P respecto a 'x' 'más' la derivada de Q respecto a 'y' 'más' la derivada de R respecto a 'z' y la región de integración está formada por la superficie y su interior. Los parámetros P, Q y R son funciones de hasta tres variables independientes ('x', 'y' y 'z'). Las variables 'var1', 'var2' y 'var3' tienen que estar en el mismo

orden en que se va a realizar la integración. Las variables varían en $[a,b]$, $[c,d]$ y $[m,n]$ respectivamente. Los parámetros a y b pueden ser expresiones en función de $var2$ y $var3$. Los parámetros c y d pueden ser expresiones en función de $var3$. Los parámetros m y n tienen que ser números reales.

Puesto que MAXIMA se distribuye bajo la licencia GNU-GPL, 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 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 del programa, junto con las libertades recién mencionadas, hace de MAXIMA una formidable herramienta pedagógica, de investigación y de cálculo técnico, accesible a todos los presupuestos, tanto institucionales como individuales. Además de poder ejecutarse en otras plataformas como en Linux.

3.5. Conclusiones

En este capítulo se puede apreciar la influencia de los programas Derive y MAXIMA como herramientas indispensable en el cumplimiento de los objetivos y sistemas de habilidades en la asignatura Matemática II en la carrera ingeniería informática.

Como aspecto importante vale señalar que MAXIMA es un software libre mientras que Derive (programa utilizado actualmente en la asignatura) no lo es. Esta importante ventaja de MAXIMA le permite al estudiante ver, editar y desarrollar nuevos procedimientos que puedan ser utilizados tanto en la propia asignatura como en otras.

La herramienta informática Matematicall.htm desarrollada en MAXIMA, le facilita al estudiante una mayor comprensión en los temas abordados en la

¹ <http://maxima.sourceforge.net>

asignatura, y al mismo tiempo le sirve como material auxiliar en el aprendizaje, validación, e interpretación de los mismos.

CONCLUSIONES

- Los asistentes matemáticos basados en la filosofía de software privativo no satisfacen los objetivos del PDE de la asignatura Matemática II, planteados en el Plan de Estudios D de la carrera Ingeniería Informática.
- La utilización de asistentes matemáticos basados en la filosofía de software libre enriquece el PDE de la asignatura Matemática II.
- El asistente matemático XMAXIMA permite el desarrollo de una herramienta que se adapte a los objetivos del PDE de esta asignatura.
- La herramienta desarrollada favorece el desarrollo del PDE de esta asignatura, dando cumplimiento a los objetivos planteados en el Plan de Estudios D.

RECOMENDACIONES

- No utilizar asistentes matemáticos basados en la filosofía de software privativo para apoyar el PDE la asignatura Matemática II en la carrera Ingeniería Informática.
- Utilizar asistentes matemáticos basados en la filosofía de software libre para enriquecer el PDE de esta asignatura.
- Utilizar, por parte de los estudiantes de la Carrera Ingeniería Informática, el asistente matemático XMAXIMA para desarrollar algoritmos matemáticos que no estén implementados.
- Utilizar la herramienta desarrollada en este trabajo para el desarrollo del PDE de la asignatura Matemática II en la carrera Ingeniería Informática.
- Analizar la posibilidad de extender la utilización de esta herramienta en otras universidades.

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 HERRAMIENTA 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).

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>.

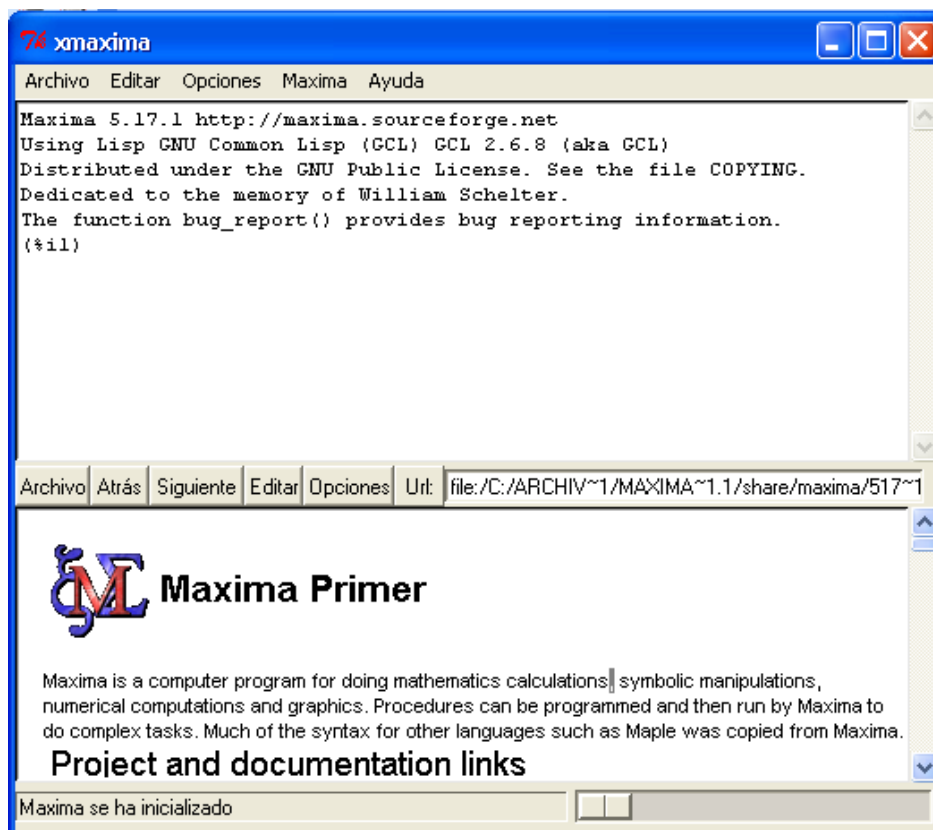
Graig Larman. (2004). *UML y Patrones: Introducción al análisis y diseño orientado a objetos* (Vol. 1). La Habana: Editorial Félix Varela.

- Hal Schenck. (2003). *Computational Algebraic Geometry*.
- Ivar Jacobson. (2004). *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software* (Vol. 1). La Habana: Editorial Félix Varela.
- 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.
- 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.
- Maxima-Wikipedia, la enciclopedia libre. (s.d.). . Recuperado Diciembre 12, 2008, a partir de <http://es.wikipedia.org/wiki/Maxima>.

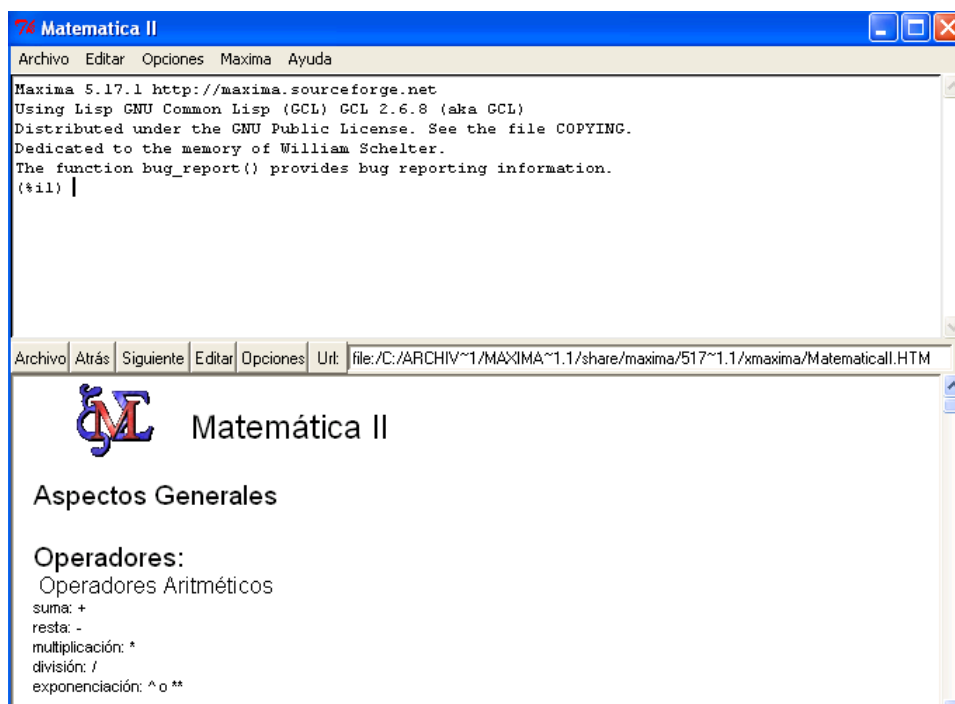
- MES. (2007, Julio). Plan de estudio D. Ingeniería Informática Presencial.
- M. Page-Jones. (1988) *The Practical Guide to Structured Systems Design*. New Jersey, EE.UU.
- Richard M. Stallman. (2004). *Software libre para una sociedad libre* (Traficantes de Sueños., pág. 232). c/ Hortaleza 19, 1o Dcha. 28004 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.
- 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

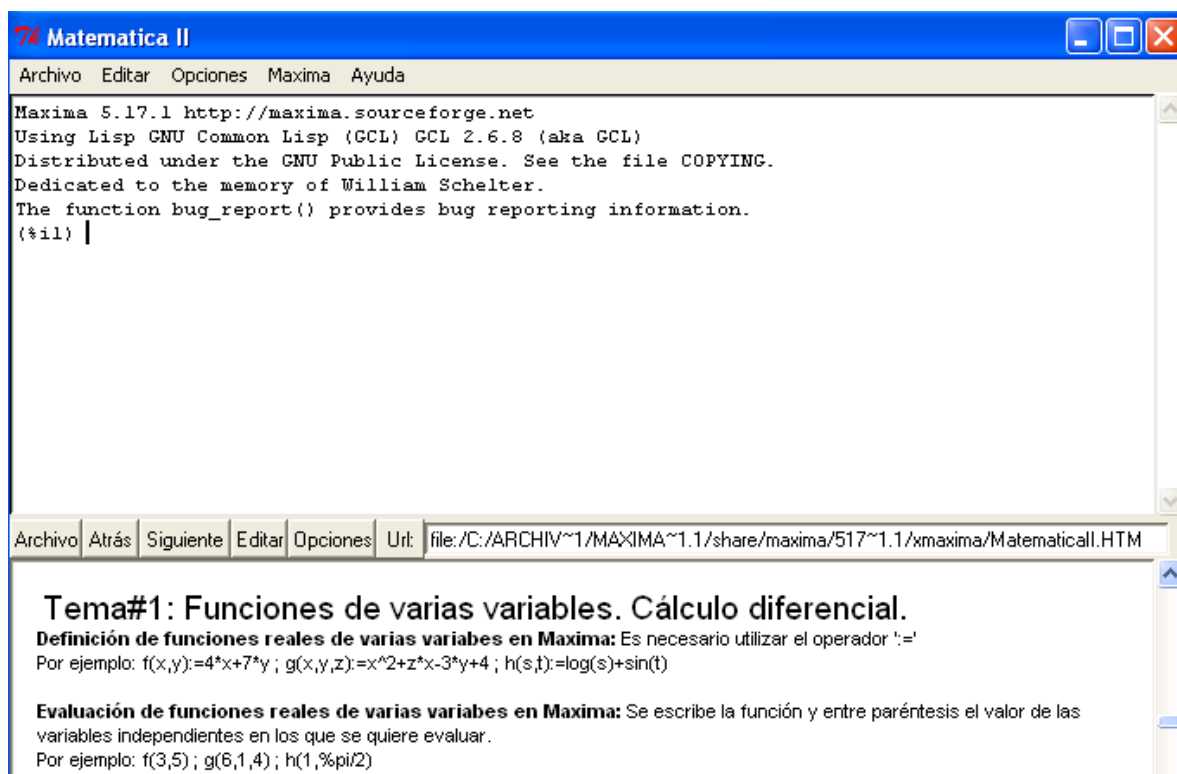
Anexo 1



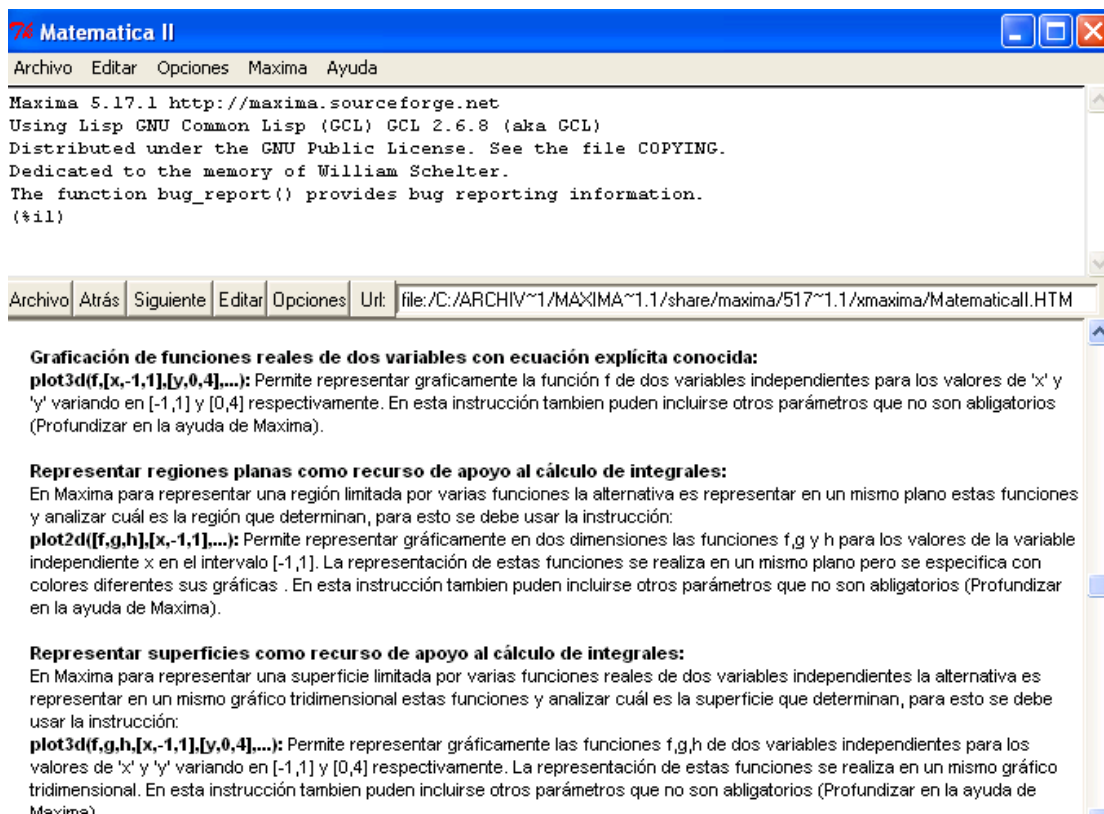
Anexo 2



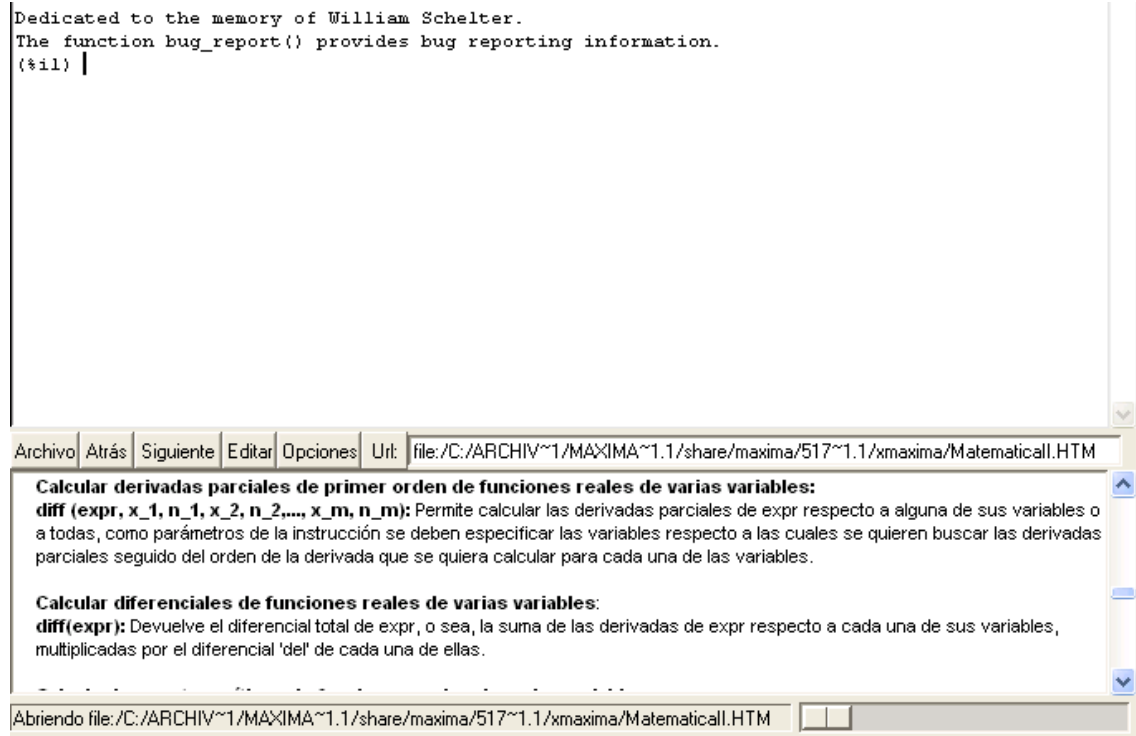
Anexo 3



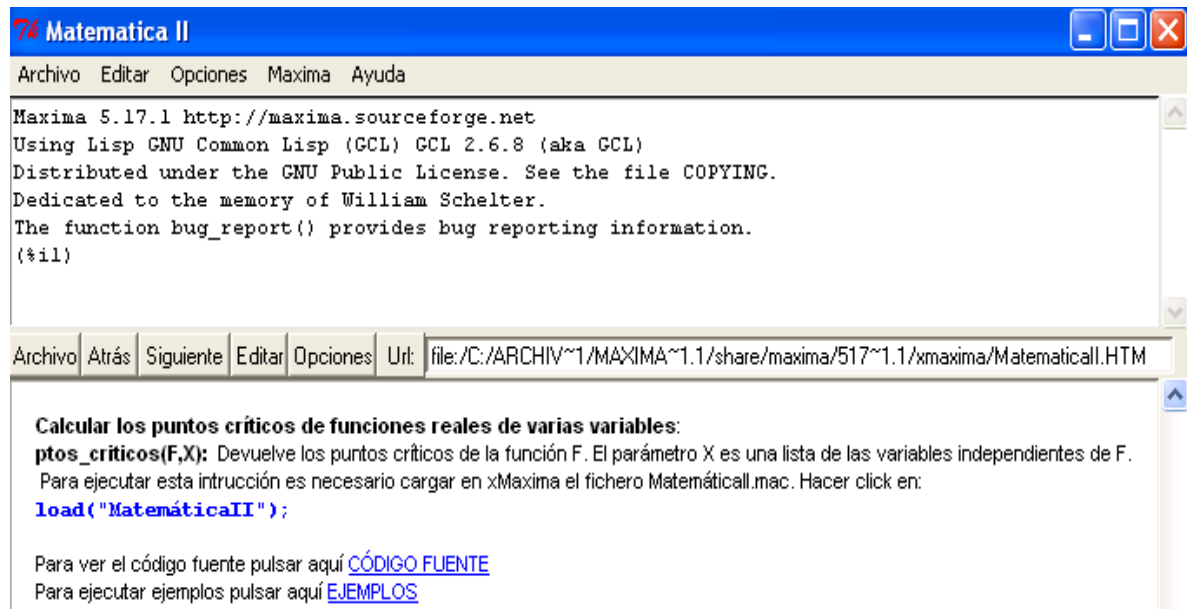
Anexo 4



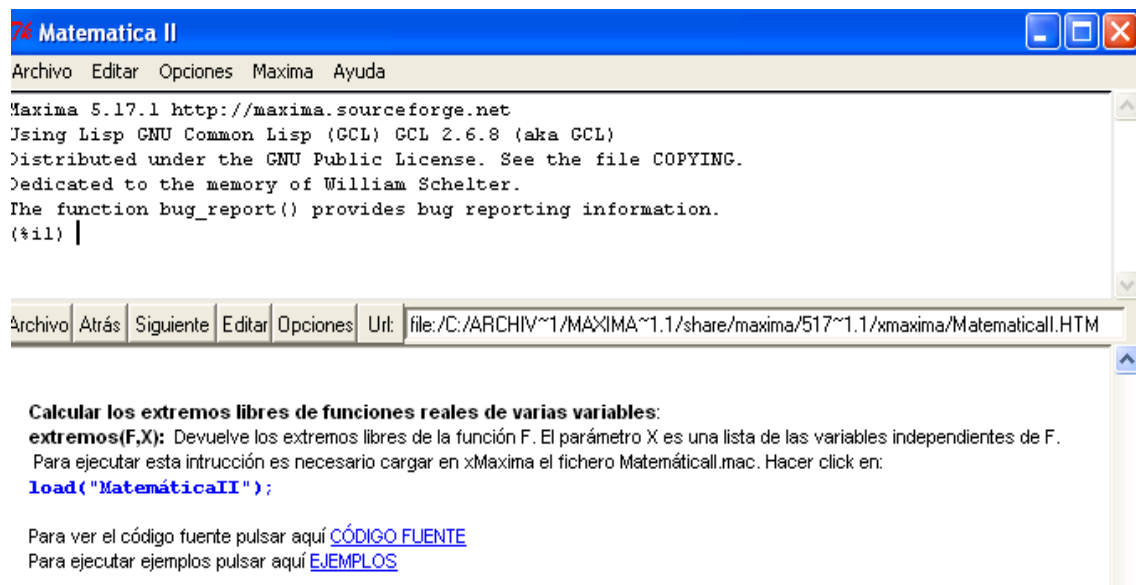
Anexo 5



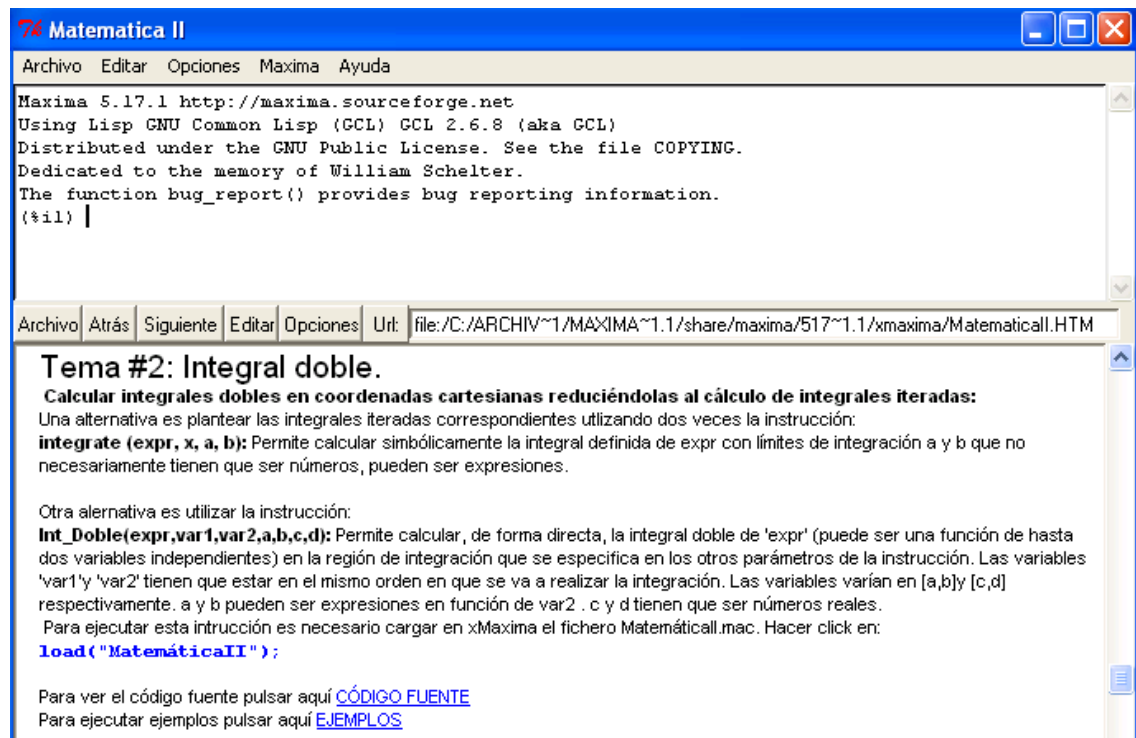
Anexo 6



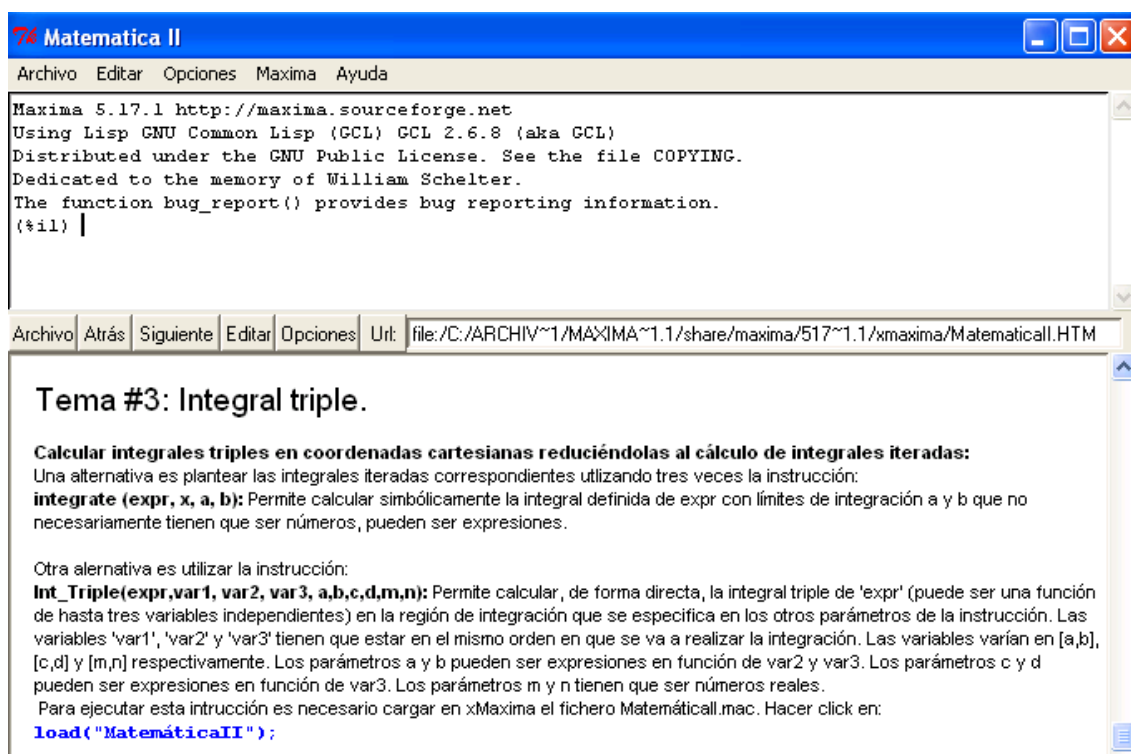
Anexo7



Anexo 8



Anexo 9



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/MatematicaII.HTM

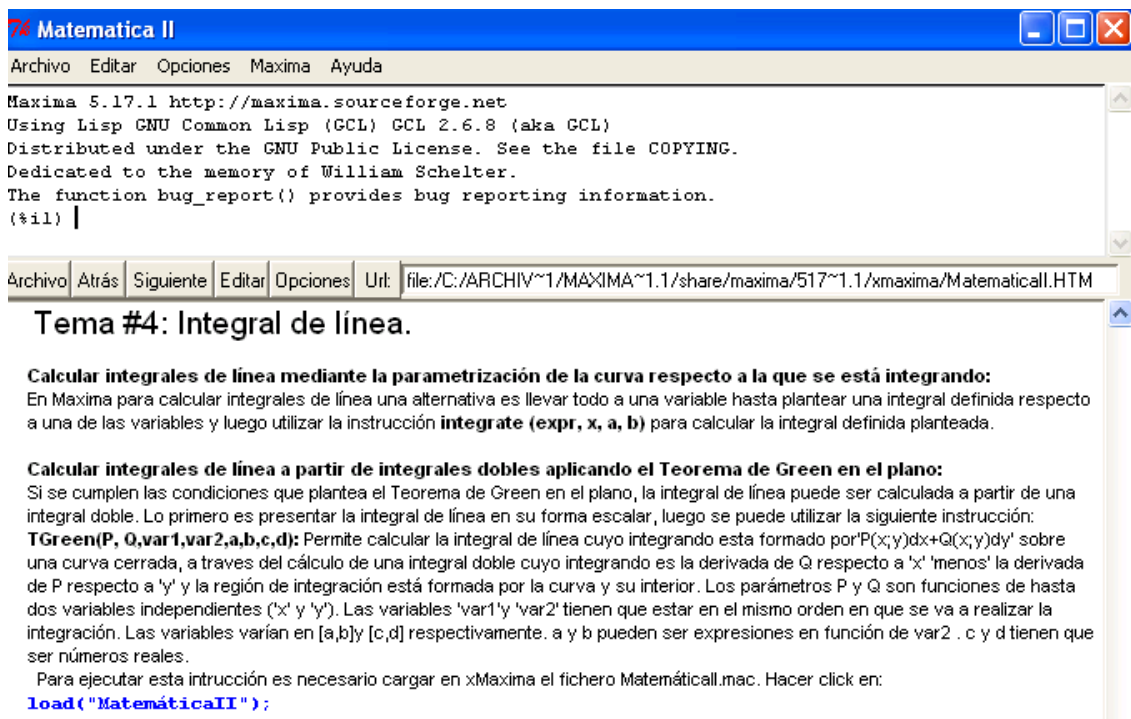
Tema #3: Integral triple.

Calcular integrales triples en coordenadas cartesianas reduciéndolas al cálculo de integrales iteradas:
Una alternativa es plantear las integrales iteradas correspondientes utilizando tres veces la instrucción:
integrate (expr, x, a, b): Permite calcular simbólicamente la integral definida de expr con límites de integración a y b que no necesariamente tienen que ser números, pueden ser expresiones.

Otra alternativa es utilizar la instrucción:
Int_Triple(expr, var1, var2, var3, a,b,c,d,m,n): Permite calcular, de forma directa, la integral triple de 'expr' (puede ser una función de hasta tres variables independientes) en la región de integración que se especifica en los otros parámetros de la instrucción. Las variables 'var1', 'var2' y 'var3' tienen que estar en el mismo orden en que se va a realizar la integración. Las variables varían en [a,b], [c,d] y [m,n] respectivamente. Los parámetros a y b pueden ser expresiones en función de var2 y var3. Los parámetros c y d pueden ser expresiones en función de var3. Los parámetros m y n tienen que ser números reales.

Para ejecutar esta instrucción es necesario cargar en xMaxima el fichero MatemáticaII.mac. Hacer click en:
load("MatemáticaII");

Anexo 10



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/MatematicaII.HTM

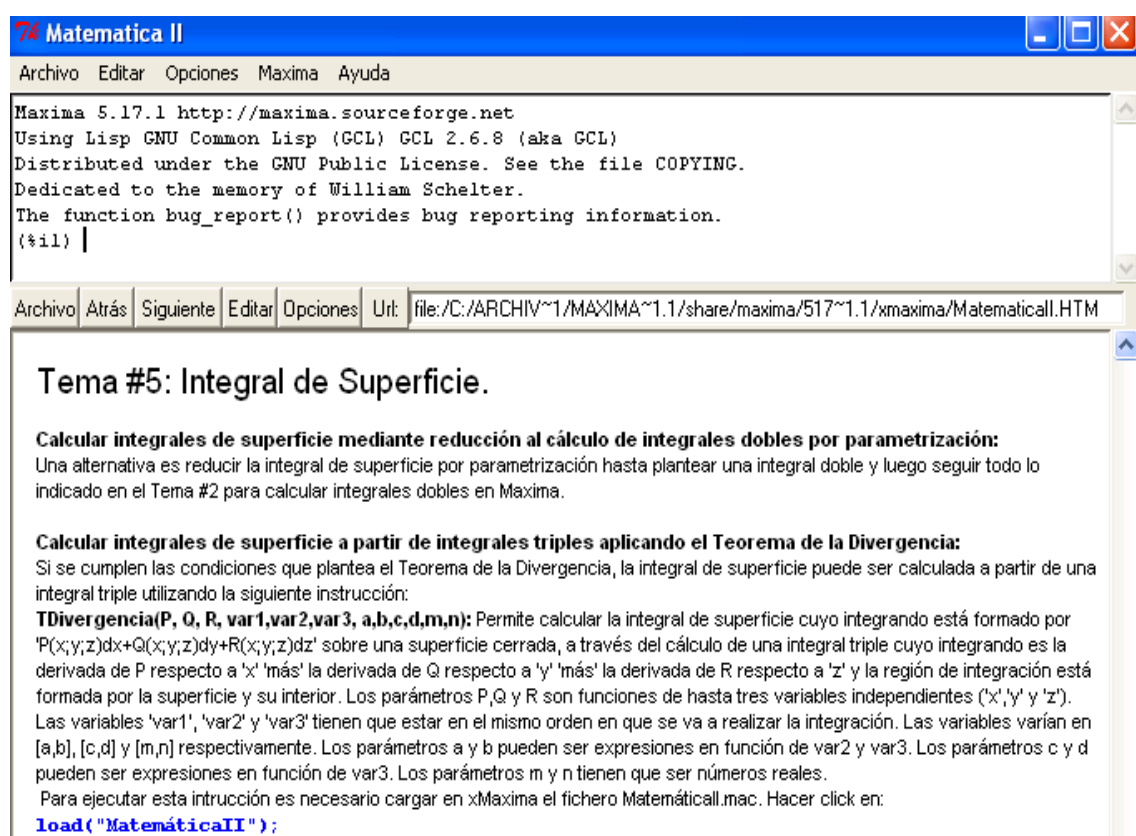
Tema #4: Integral de línea.

Calcular integrales de línea mediante la parametrización de la curva respecto a la que se está integrando:
En Maxima para calcular integrales de línea una alternativa es llevar todo a una variable hasta plantear una integral definida respecto a una de las variables y luego utilizar la instrucción **integrate (expr, x, a, b)** para calcular la integral definida planteada.

Calcular integrales de línea a partir de integrales dobles aplicando el Teorema de Green en el plano:
Si se cumplen las condiciones que plantea el Teorema de Green en el plano, la integral de línea puede ser calculada a partir de una integral doble. Lo primero es presentar la integral de línea en su forma escalar, luego se puede utilizar la siguiente instrucción:
TGreen(P, Q, var1, var2, a, b, c, d): Permite calcular la integral de línea cuyo integrando esta formado por $P(x,y)dx + Q(x,y)dy$ sobre una curva cerrada, a través del cálculo de una integral doble cuyo integrando es la derivada de Q respecto a 'x' 'menos' la derivada de P respecto a 'y' y la región de integración está formada por la curva y su interior. Los parámetros P y Q son funciones de hasta dos variables independientes ('x' y 'y'). Las variables 'var1' y 'var2' tienen que estar en el mismo orden en que se va a realizar la integración. Las variables varían en [a,b] y [c,d] respectivamente. a y b pueden ser expresiones en función de var2. c y d tienen que ser números reales.

Para ejecutar esta instrucción es necesario cargar en xMaxima el fichero MatemáticaII.mac. Hacer click en:
load("MatemáticaII");

Anexo 11



Matematica II

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) |

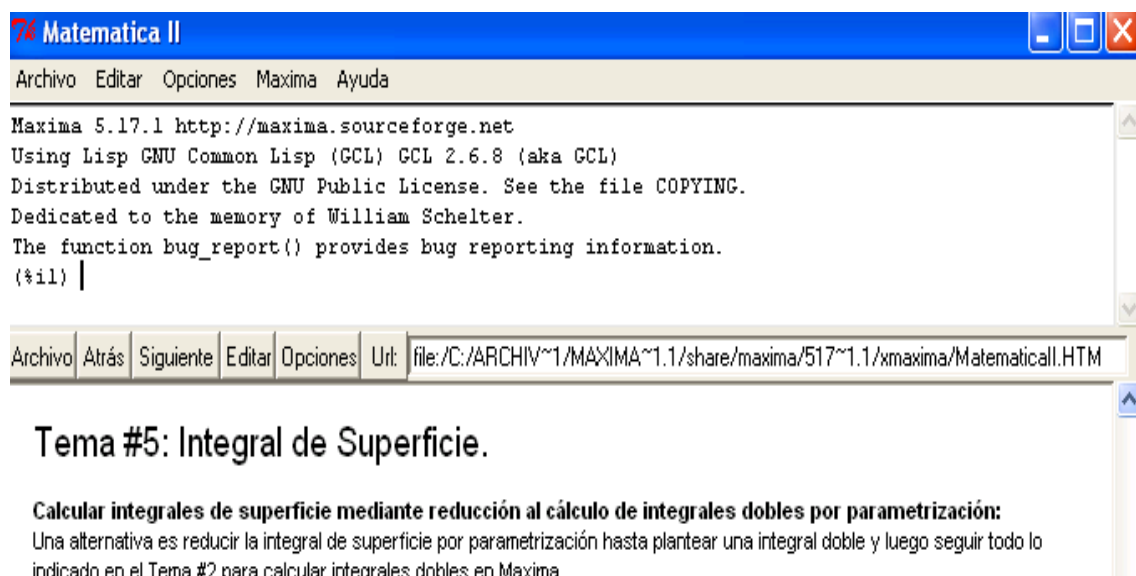
Archivo Atrás Siguiente Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/MatematicaII.HTM

Tema #5: Integral de Superficie.

Calcular integrales de superficie mediante reducción al cálculo de integrales dobles por parametrización:
Una alternativa es reducir la integral de superficie por parametrización hasta plantear una integral doble y luego seguir todo lo indicado en el Tema #2 para calcular integrales dobles en Maxima.

Calcular integrales de superficie a partir de integrales triples aplicando el Teorema de la Divergencia:
Si se cumplen las condiciones que plantea el Teorema de la Divergencia, la integral de superficie puede ser calculada a partir de una integral triple utilizando la siguiente instrucción:
TDivergencia(P, Q, R, var1, var2, var3, a, b, c, d, m, n): Permite calcular la integral de superficie cuyo integrando está formado por $P(x,y,z)dx + Q(x,y,z)dy + R(x,y,z)dz$ sobre una superficie cerrada, a través del cálculo de una integral triple cuyo integrando es la derivada de P respecto a 'x' más la derivada de Q respecto a 'y' más la derivada de R respecto a 'z' y la región de integración está formada por la superficie y su interior. Los parámetros P, Q y R son funciones de hasta tres variables independientes ('x', 'y' y 'z'). Las variables 'var1', 'var2' y 'var3' tienen que estar en el mismo orden en que se va a realizar la integración. Las variables varían en [a,b], [c,d] y [m,n] respectivamente. Los parámetros a y b pueden ser expresiones en función de var2 y var3. Los parámetros c y d pueden ser expresiones en función de var3. Los parámetros m y n tienen que ser números reales.
Para ejecutar esta instrucción es necesario cargar en xMaxima el fichero MatematicaII.mac. Hacer click en:
load("MatematicaII");

Anexo 12



Matematica II

Archivo Editar Opciones Maxima Ayuda

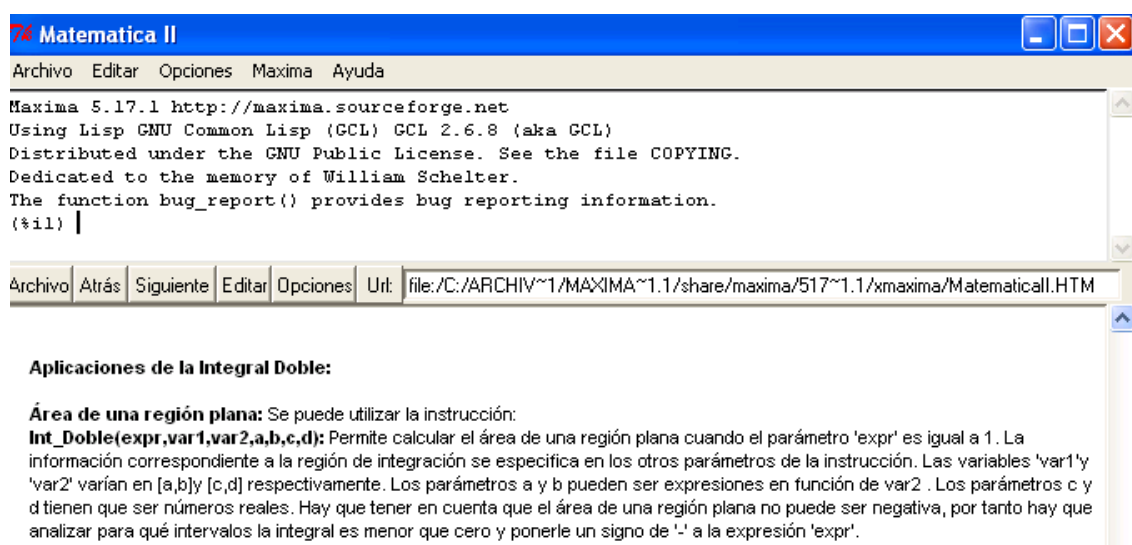
Maxima 5.17.1 <http://maxima.sourceforge.net>
Using Lisp GNU Common Lisp (GCL) GCL 2.6.8 (aka GCL)
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function bug_report() provides bug reporting information.
(%i1) |

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

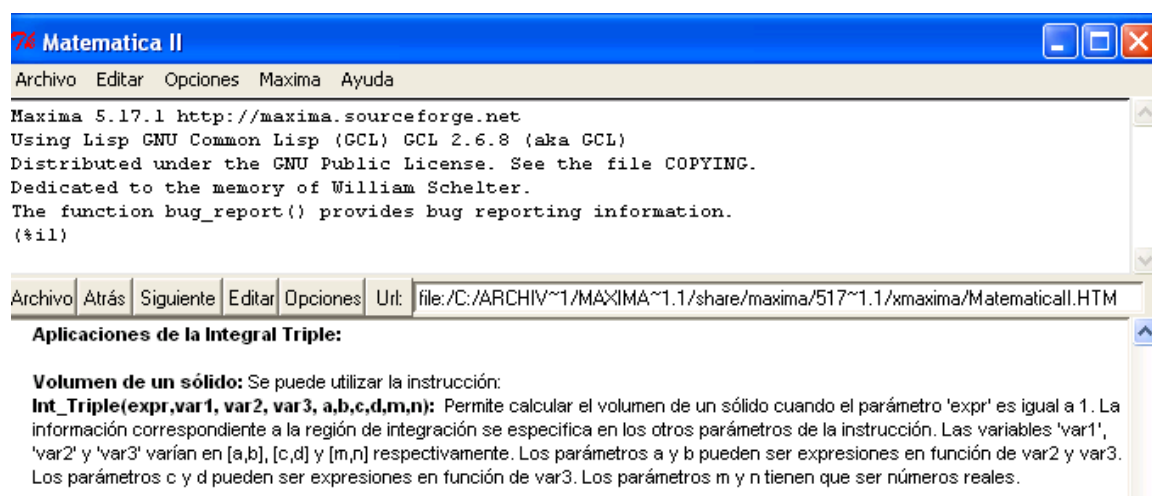
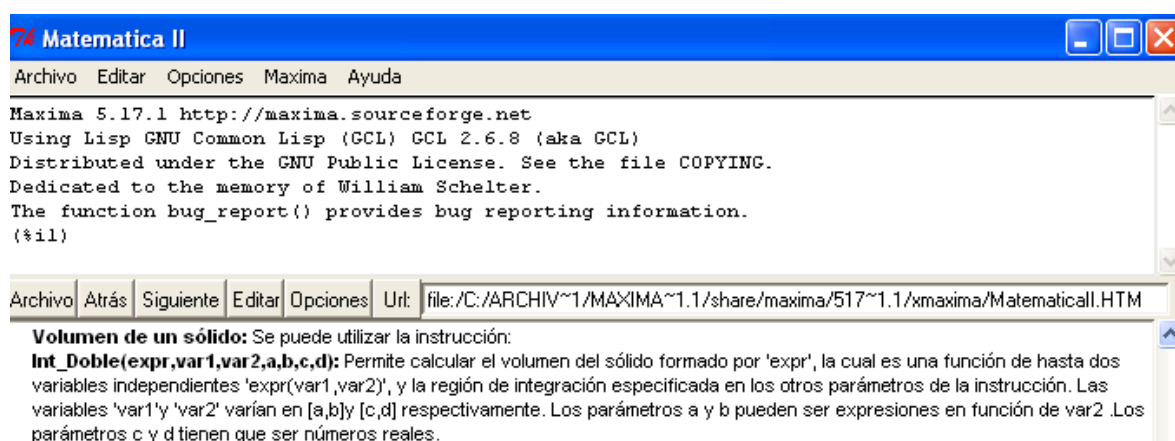
Tema #5: Integral de Superficie.

Calcular integrales de superficie mediante reducción al cálculo de integrales dobles por parametrización:
Una alternativa es reducir la integral de superficie por parametrización hasta plantear una integral doble y luego seguir todo lo indicado en el Tema #2 para calcular integrales dobles en Maxima.

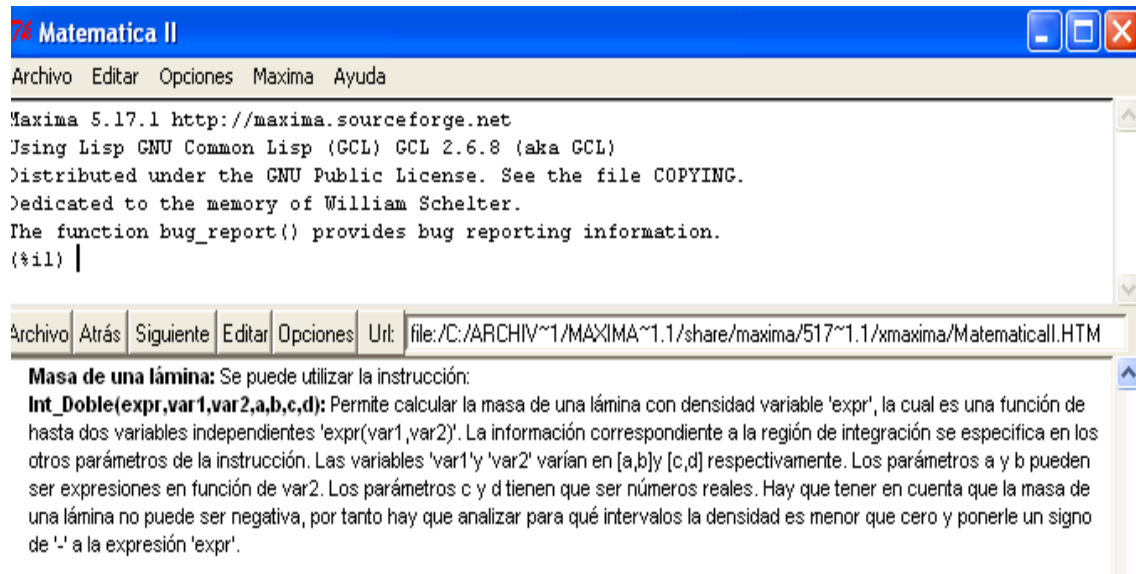
Anexo 13



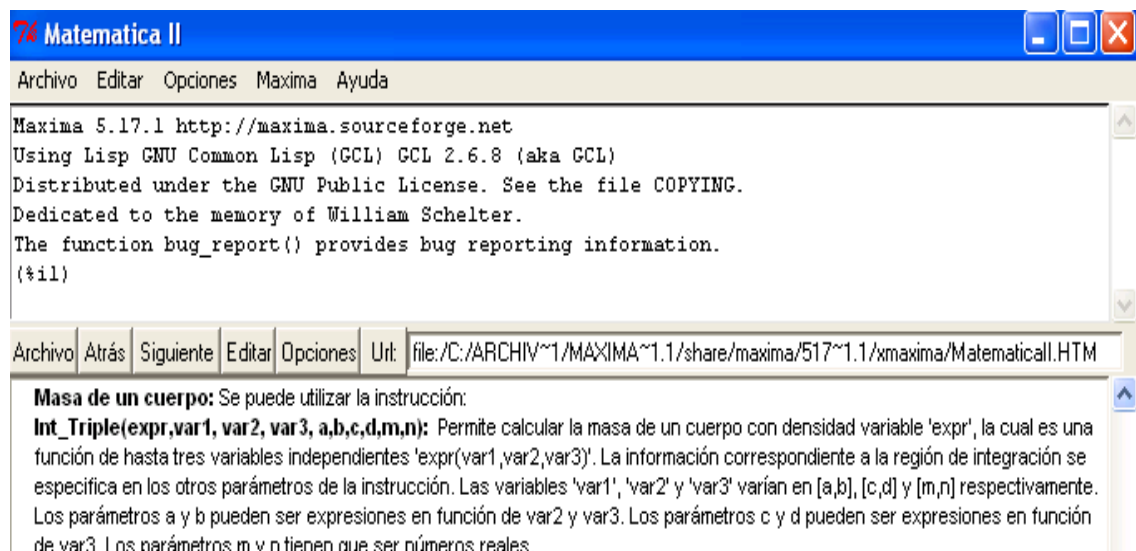
Anexo 14



Anexo 15



Anexo 16



Anexo 17

Matematica II

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 Siguiete Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/MatematicaII.HTM

Calcular integrales de línea a partir de integrales dobles aplicando el Teorema de Green en el plano:
Si se cumplen las condiciones que plantea el Teorema de Green en el plano, la integral de línea puede ser calculada a partir de una integral doble. Lo primero es presentar la integral de línea en su forma escalar, luego se puede utilizar la siguiente instrucción:
TGreen(P, Q, var1, var2, a, b, c, d): Permite calcular la integral de línea cuyo integrando esta formado por $P(x,y)dx + Q(x,y)dy$ sobre una curva cerrada, a través del cálculo de una integral doble cuyo integrando es la derivada de Q respecto a 'x' menos la derivada de P respecto a 'y' y la región de integración está formada por la curva y su interior. Los parámetros P y Q son funciones de hasta dos variables independientes ('x' y 'y'). Las variables 'var1' y 'var2' tienen que estar en el mismo orden en que se va a realizar la integración. Las variables varían en [a,b] y [c,d] respectivamente. a y b pueden ser expresiones en función de var2. c y d tienen que ser números reales.
Para ejecutar esta intrucción es necesario cargar en xMaxima el fichero MatematicaII.mac. Hacer click en:
[load\("MatematicaII"\);](#)
Para ver el código fuente pulsar aquí [CÓDIGO FUENTE](#)
Para ejecutar ejemplos pulsar aquí [EJEMPLOS](#)

Anexo 18

Matematica II

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 Siguiete Editar Opciones Url: file:/C:/ARCHIV~1/MAXIMA~1.1/share/maxima/517~1.1/xmaxima/MatematicaII.HTM

Calcular integrales de superficie a partir de integrales triples aplicando el Teorema de la Divergencia:
Si se cumplen las condiciones que plantea el Teorema de la Divergencia, la integral de superficie puede ser calculada a partir de una integral triple utilizando la siguiente instrucción:
TDivergencia(P, Q, R, var1, var2, var3, a, b, c, d, m, n): Permite calcular la integral de superficie cuyo integrando está formado por $P(x,y,z)dx + Q(x,y,z)dy + R(x,y,z)dz$ sobre una superficie cerrada, a través del cálculo de una integral triple cuyo integrando es la derivada de P respecto a 'x' más la derivada de Q respecto a 'y' más la derivada de R respecto a 'z' y la región de integración está formada por la superficie y su interior. Los parámetros P, Q y R son funciones de hasta tres variables independientes ('x', 'y' y 'z'). Las variables 'var1', 'var2' y 'var3' tienen que estar en el mismo orden en que se va a realizar la integración. Las variables varían en [a,b], [c,d] y [m,n] respectivamente. Los parámetros a y b pueden ser expresiones en función de var2 y var3. Los parámetros c y d pueden ser expresiones en función de var3. Los parámetros m y n tienen que ser números reales.
Para ejecutar esta intrucción es necesario cargar en xMaxima el fichero MatematicaII.mac. Hacer click en:
[load\("MatematicaII"\);](#)
Para ver el código fuente pulsar aquí [CÓDIGO FUENTE](#)
Para ejecutar ejemplos pulsar aquí [EJEMPLOS](#)