



Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
Facultad de Matemática-Física-Computación

Año: 2007

# Estrategia para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la computación en la carrera de Matemática

Autor:  
Guillermo Sosa Gómez.

Tutores:  
Msc. Manuel Castro Artilles.  
Lic. Gerardo Hernández Cuéllar.



Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de Licenciatura en Matemática, autorizando a que el mismo sea utilizado por la institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

---

Firma del Autor

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

---

Firma del Tutor

---

Firma del Jefe de Seminario  
donde se defiende el trabajo

---

Firma del Responsable  
de información Científico-Técnica

# *Pensamiento*

**"El principal objeto de la educación no es el de enseñarnos a ganar el pan, sino en capacitarnos para hacer agradable cada bocado"**

**Anónimo**

# *Dedicatoria*

*A mis queridos padres, por su eterno sacrificio, por ser los mejores.*

*A mi gran hermanita, para que nunca equivoque el sendero.*

*A toda mi familia, por el amor que nos une.*

# *Agradecimientos*

*Expreso mis agradecimientos...*

*A mi familia, por soportarme durante todos estos años, por la infinita paciencia que mostraron tenerme, y por apoyarme anímicamente durante tanto tiempo.*

*A Jesús Betancourt porque creo que por su “culpa” hoy estoy escribiendo una tesis en matemática, por sus recomendaciones, consejos y explicaciones con mucha paciencia.*

*A todo mi grupo por haberme acompañado durante toda mi carrera, por sus consejos y su sincera amistad.*

*A Luís Perfetti, porque me guió a lo largo de los varios años que nos conocemos, por las oportunidades que me dio para aprender y por ayudarme a formarme y conducirme.*

*A mis tutores Manuel Castro y Gerardo Hernández por su apoyo incondicional y confianza en mi.*

*A Mario Arturo Prieto director del grupo de diseño y animación en 3D y a Anyer por sus recomendaciones y la ayuda brindada.*

*A los trabajadores del CDICT y directivos del mismo en especial a (José y Dannis Rivero, Roberto, Lisset, Estrella, Monteagudo, Miriam, Erick Olivera, Sergito, Nils y Barrera) por haberme abierto las puertas al mundo de la computación.*

*A los profesores que contribuyeron a mi formación como profesional*

*A esas tres personas que estimo y quiero mucho que son Lucía Argüelles, Blanca Esther González y José Luís González Amador.*

*A la Revolución.*

*Gracias a todos...*

## Resumen

Los avances evolutivos que ha dado la humanidad en la tecnología y la ciencia, en general ha sido muy importante para la vida en el planeta; la computación no está aislada de esto, por eso que cada día se ve la necesidad de apropiarse de conocimientos computacionales para alcanzar un equilibrio en la sociedad. En esta investigación se realiza una propuesta de una estrategia computacional para la carrera de Matemática con el propósito de lograr una mejor integración de los estudiantes con la computación, para facilitar el aprendizaje de conceptos matemáticos utilizando herramientas computacionales. Al mismo tiempo en este trabajo se da una idea global sobre como utilizar la computación como medio de enseñanza y las ventajas que trae consigo para el buen desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

## *Abstract*

The evolutionary advances that have given to the humanity in the technology and science, in general have been very important for the life in the planet; the computation is not isolated of this, why every day the necessity is seen to take control of computational knowledge to reach a balance in the society. In this investigation a proposal of a computational strategy for the Mathematical race of in order obtaining one better integration of the students with the computation is made, to facilitate the learning of mathematical concepts using computational tools. At the same time in this work a global idea on like using the computation like education means and the advantages occurs that bring with him for the good development of the education-learning process.

# ÍNDICE

Introducción.....	1
<b>Capítulo I: Situación actual de la enseñanza de la Computación en la Licenciatura en Matemática.....</b>	<b>5</b>
1.1. Síntesis histórica del desarrollo de la carrera de Matemática en Cuba y en particular en UCLV .....	5
1.2. El perfeccionamiento de los programas de Computación en la Carrera.....	17
1.3. Requerimientos Computacionales para un estudiante de la Carrera de Matemática .....	22
1.3.1. <i>La programación y sus funciones en la formación profesional del matemático .....</i>	<i>22</i>
1.3.2. <i>La computación y sus relaciones interdisciplinarias en el proceso docente</i>	<i>26</i>
<b>Capítulo II. Propuesta de perfeccionamiento de la enseñanza de la Computación en la carrera de Matemática.....</b>	<b>30</b>
2.1. Reflexiones acerca de la enseñanza de la computación .....	30
2.2 Propuesta de una Estrategia Computacional .....	33
2.3. Los medios en la Estrategia Computacional.....	40
2.4 Sistema de Evaluación.....	44
<b>Capítulo III. Utilización de la Computación en la carrera de Matemática. Experiencias. ....</b>	<b>47</b>
3.1 Cultura computacional general.....	47
3.1.1 <i>Fundamentos tecnológicos .....</i>	<i>47</i>
3.2 Utilización de la computación en la asignatura de Análisis Matemático.....	48
3.3. Diseño Web .....	67
3.3.1. <i>Conceptos Preliminares .....</i>	<i>67</i>
3.3.2. <i>Diseño de sitios Web .....</i>	<i>68</i>
3.3.3. <i>Programación de Sitios Web.....</i>	<i>70</i>
3.3.3.1 <i>¿Por qué modelar conceptualmente un sitio Web? .....</i>	<i>70</i>
3.3.3.2. <i>Herramientas .....</i>	<i>71</i>
3.3.3.3. <i>Implementación del Sitio Web de la Carrera de Matemática .....</i>	<i>75</i>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>77</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>78</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>79</b>
<b>Anexos I.....</b>	<b>84</b>

---

## Introducción

La Computación, y por tanto, las Ciencias de la Computación, tienen su origen en el cálculo, es decir, en la preocupación del ser humano por encontrar maneras de realizar operaciones matemáticas de forma cada vez más rápida y más fácilmente. El hombre vio que con ayuda de aparatos y máquinas las operaciones podían realizarse de forma más rápida y automática, hoy día todos los habitantes del mundo somos dependientes directos o indirectos del uso de las computadoras. Estas máquinas inventadas por el hombre, son el resultado de una secuencia de eventos, signadas por grandes lapsos de inacción o detenimiento. La ciencia computacional temprana estuvo fuertemente influenciada por el trabajo de matemáticos de la talla de Kurt Gödel y Alan Turing, y a la fecha sigue habiendo un intercambio de ideas útil entre ambos campos en áreas como la lógica matemática, la teoría de categorías, la teoría de dominios y el álgebra. En la actualidad donde se estudie matemática, sea una licenciatura o ingeniería, debe coexistir dentro del plan de estudio la disciplina de computación.

Es indudable que el carácter integral de la solución de las tareas científicas, económicas actuales y la alta eficiencia de los especializados métodos utilizados para influir sobre los objetivos de trabajo, exigen una alta preparación del futuro profesional, el cual debe poseer habilidades y hábitos basados en una esfera especializada del conocimiento.

La utilización de la matemática y la aplicación a gran escala de la computación para enfrentar problemas económicos, productivos y organizativos muy complejos hacen evidente la introducción sistemática e ininterrumpida de los medios computacionales en la actividad del diseño, investigación y producción que despliegan los matemáticos. Los intentos y afanes dirigidos a la modernización se materializan, en última instancia, en la labor docente que realizan las universidades.

El plan director de computación y las acciones pedagógicas en la carrera de Matemática aun no garantizan la formación computacional de los Licenciados en Matemática, sobre todo en las asignaturas optativas, pues en las

obligatorias, se han ido introduciendo algunas transformaciones en la forma de enseñarla.

También se puede expresar que no se ha logrado en toda la medida posible, el vínculo interdisciplinario que promoverá la formación de las habilidades computacionales que estos requieren. No siempre los docentes han tenido claridad del papel de la computación en la carrera, por lo que no se ha logrado un trabajo sistemático entre todas las disciplinas para la formación de estas habilidades. Por tanto, es importante que los planes directores garanticen la aplicación de técnicas modernas y estas por lo general exigen conocimientos computacionales.

Por ejemplo, un Matemático requiere, saber si un punto está dentro o fuera de un polígono, calcular el número Phi con  $n$  lugares decimales, determinar la raíz de un polinomio de grado  $n$ .

Así, el problema científico de nuestra investigación es:

**¿Cómo actuar, respecto al uso de la computación, en la carrera de Licenciatura en Matemática, de forma que se contribuya al desarrollo de las habilidades computacionales que requieren los futuros profesionales?**

Con la solución de este problema se darán pasos de avances en la formación de matemáticos que requiere el país de acuerdo al desarrollo científico actual. Se tendrán en cuenta elementos de la teoría general para lograr una integración y vinculación con problemas profesionales, conjuntamente con el trabajo interdisciplinario para formar las habilidades que se requieren.

Desde el punto de vista didáctico se toman las ideas de nuestro Héroe Nacional José Martí sobre la necesidad de vincular la teoría con la vida, la práctica y la formación de profesionales capaces de resolver con independencia y eficiencia problemas de la profesión. Se consideran aquellas particularidades de la enseñanza que potencien el desarrollo del pensamiento creador.

Es importante que los Matemáticos comprendan con claridad como el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) les puede ayudar a analizar un modelo matemático que se utilice de manera acertada en la solución de problemas que demanda nuestra sociedad.

---

A esto se debe que el objetivo general de nuestro trabajo sea:

**“Elaborar una estrategia para perfeccionar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la computación que contribuya al desarrollo de las habilidades computacionales que requieren los profesionales que se gradúan en la carrera de Matemática”**

Por tanto nos hemos planteado los objetivos específicos siguientes:

- Determinar los requerimientos computacionales de la carrera.
- Determinar los problemas fundamentales que tienen que resolver los matemáticos y los conocimientos computacionales, procedimientos de programación y medios para darle solución a estos.
- Organizar las asignaturas a partir de los niveles jerárquicos y los nexos estructurales funcionales.
- Mostrar una forma de trabajo que propicie la orientación para la integración de las herramientas computacionales con las diferentes disciplinas.
- Brindar elementos sobre la forma de evaluar las asignaturas.

Para el cumplimiento de estos objetivos se realizarán las siguientes tareas científicas:

- Determinación de las necesidades computacionales que existen.
- Determinación de vías y procedimientos que puedan ser utilizados en el proceso de enseñanza- aprendizaje con el uso de la computación.
- Elaboración de un sitio Web como recurso didáctico para el mejoramiento del proceso de enseñanza- aprendizaje.
- Elaboración de un sistema de acciones que viabiliza el trabajo metodológico de los profesores y el aprendizaje de los estudiantes.

La formación computacional de los futuros licenciados en matemática ayuda a crear una atmósfera social que contribuye a desarrollar su personalidad y prestigio personal, así como a prepararse para realizar un trabajo realmente útil y calificado que requiera de iniciativas.

---

La importancia social de este trabajo radica en que obliga a reflexionar sobre la forma de actuar tomando en consideración el plan director de computación diseñado para los matemáticos, de forma tal que les proporciona una sólida formación científica y educativa.

Este trabajo es de actualidad porque al perfeccionar la impartición de la computación en la carrera, teniendo en cuenta tendencias globalizadas y la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza – aprendizaje, el Licenciado en Matemática perfecciona su forma de pensar y actuar, eleva su prestigio y es mas reconocido por la sociedad.

Se acrecienta la fuerte presencia de la computación en los procesos tecnológicos debido al avance científico técnico que nos ha tocado vivir y el empleo de la misma, por lo que se propone el uso de software profesionales y la modelación matemática como herramientas indispensables en el trabajo sistemático de los estudiantes.

## **Capítulo I: Situación actual de la enseñanza de la Computación en la Licenciatura en Matemática**

### **1.1. Síntesis histórica del desarrollo de la carrera de Matemática en Cuba y en particular en UCLV**

#### **Etapa colonial**

Los orígenes de la enseñanza de las Matemáticas en los centros de educación superior en Cuba se remontan a los tiempos de la fundación de la Real y Pontificia Universidad de San Gerónimo de La Habana, cuyos estatutos establecieron la creación de una cátedra de Matemáticas y otra de Gramática, ambas con un estado independiente de las facultades. El nivel de los estudios era entonces muy bajo, se extendía solamente a algunos contenidos muy rudimentarios de Aritmética Práctica, Geometría Elemental, Trigonometría y Astronomía. La falta de estudiantes interesados en cursar los estudios de la cátedra de Matemáticas motivará finalmente su cierre.

En la universidad dominica no se reanuda la enseñanza de las matemáticas hasta 1813, fecha en que se convocó un concurso para cubrir la cátedra vacante. A partir de entonces se realizaron distintos concursos para ocuparla, el último de ellos en 1839. La lectura de un examen realizado en 1841 revela el bajo nivel de la enseñanza de las matemáticas en esa época en Cuba (en dicho examen apenas figuran problemas de Geometría y Aritmética elementales). En la universidad coexistían entonces los estudios secundarios y los superiores; los de matemáticas formaban parte de los requisitos para la obtención del grado de Bachiller en Artes.

La importante reforma de la instrucción pública llevada a cabo por el gobierno colonial en 1842 fue el resultado de las presiones de la clase económica dominante, interesada por elevar el nivel de los estudios superiores y liberarlos del escolasticismo, imperante en la universidad desde su fundación en 1728. Esta reforma traerá como consecuencia el cese de la regencia de los padres dominicos en la universidad y su conversión en una institución de carácter

laico, razón por la cual se denominará a partir de entonces Real y Literaria Universidad de La Habana. El nuevo plan de estudio de 1842 estableció los grados de bachiller en ciencias, la licenciatura y el doctorado en Ciencias Matemáticas.

Una nueva reforma de los planes de estudio, ocurrida en 1863, separará de la universidad los estudios para la obtención del grado de bachiller, que desde entonces se realizarán en el instituto de segunda enseñanza creado por dicha reforma. Con este nuevo plan de estudio se funda la Facultad de Ciencias en la Universidad de La Habana, con tres secciones: Ciencias Exactas, Ciencias Físicas y Ciencias Naturales. La estructura de estas secciones se modificará más tarde, en 1880, al promulgarse el cuarto y último plan de estudio de la educación superior durante el período de la dominación española en la Isla, a partir del cual la Facultad de Ciencias se organiza en las secciones de Ciencias Físico-Matemáticas, Ciencias Físico-Químicas y Ciencias Naturales.

Los planes de estudio implantados durante la dominación española han de responder más a intereses clasistas de carácter evolucionista que a las necesidades del desarrollo económico, social y cultural del país, siempre visto con recelo por los gobernantes coloniales. (MES, 2000)

### **Etapas de la pseudo república.**

No será hasta después de finalizada la dominación española en la Isla, que bajo los auspicios del insigne pedagogo y filósofo Enrique José Varona ha de realizarse la más radical reforma de los estudios universitarios que hasta ese momento haya tenido lugar en Cuba.

El objetivo de Varona era modernizar la enseñanza, hacerla más científica y profesional, en correspondencia con las necesidades de un país que nacía a la vida republicana con muy pocos ingenieros y técnicos. De acuerdo con la reforma promovida por Varona, la universidad se organizaba en tres facultades y se creaban las escuelas, entre ellas la Escuela de Ciencias en la Facultad de Letras y Ciencias. En la Escuela de Ciencias se creaba la cátedra A (Análisis Matemático) y la cátedra B (Trigonometría, Geometría Superior y Analítica, Geometría Descriptiva) y eran designados para ocuparlas José Ramón Villalón y Claudio Mimó y Cava, respectivamente. Para obtener el grado de doctor en

Ciencias Físico-Matemáticas se exigía la aprobación de cursos de Análisis Matemático, Geometría Superior y Analítica, Geometría Descriptiva, Trigonometría Plana y Esférica, Mecánica Racional, Física, Cosmología y Astronomía, así como otras tres asignaturas no relacionadas con la Matemática, la defensa de una tesis de libre elección, un examen de grado y el desarrollo de una clase ante un tribunal.

Durante esta etapa jugará un importante papel en el desarrollo de la formación de los matemáticos cubanos el Dr. Pablo Miquel y Merino, que ganara por oposición en 1921 la cátedra A, desde la cual luchó mucho por introducir en la enseñanza los enfoques más modernos de su tiempo. La obra escrita de Pablo Miquel, que todavía hoy sirve de referencia de profesores y estudiantes no solo de Cuba sino también de muchos países de Latinoamérica, es el más vivo exponente de su ejecutoria científica y pedagógica.

El Plan Varona mantuvo su vigencia durante las primeras décadas de la etapa pseudo republicana. A partir de 1937, entran en vigor nuevos estatutos universitarios, tendientes a propiciar la reorganización de los planes de estudio y el perfeccionamiento de los métodos de enseñanza. Según dichos estatutos, la Universidad de La Habana quedaba constituida por doce escuelas, entre ellas la Escuela de Ciencias, en la que podían cursarse las carreras de Ciencias Físico-Matemáticas, Ciencias Físico-Químicas y Ciencias Naturales.

En la década del cuarenta, el currículum del doctorado en Ciencias Físico-Matemáticas abarcaba disciplinas tales como Análisis Matemático (que incluía Álgebra Superior y Cálculo Diferencial e Integral), Trigonometría, Geometría Analítica, Geometría Superior, Dibujo aplicado a la Ingeniería, Geometría Descriptiva, Cosmología, Cálculo Vectorial, Agrimensura, Astronomía, Química Orgánica e Inorgánica, Grupos Abstractos Finitos, Topografía, Cristalografía, Geometría Proyectiva, Geodesia, Funciones de Variable Compleja, Didáctica especial de la enseñanza secundaria (potestativa). Los estudios duraban entonces cuatro años y su culminación se realizaba mediante la presentación y defensa de una tesis de grado. Como se advierte, el plan de estudio incluía muchas asignaturas no matemáticas, lo que restaba posibilidades para profundizar en el estudio de las disciplinas estrictamente matemáticas, particularmente aquellas de mayor importancia para las aplicaciones (tales

como la Teoría de las Probabilidades y la Estadística, las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y en Derivadas Parciales, la Matemática Numérica y los Métodos de Optimización, entre otras).

El objetivo fundamental de esa carrera era la formación de profesores de matemática para los niveles medio y superior de educación; se prestaba escasa o ninguna atención a la formación de habilidades de aplicación y generalización de los conocimientos matemáticos y el nivel de la enseñanza no era todavía comparable al que tenían en ese momento las grandes metrópolis científicas mundiales. Incluso la comparación con algunas universidades de Latinoamérica (Uruguay, Argentina, Brasil, por mencionar sólo algunos ejemplos) nos dejaba en clara desventaja. No obstante, muchos de los egresados de esta carrera tendrían a su cargo la elaboración de libros de texto para la enseñanza secundaria y superior, y otros publicarían los resultados de sus investigaciones matemáticas en la Revista de la Sociedad Cubana de Ciencias Físicas y Matemáticas (1942 - 1959).

En los años cincuenta se mantendrá ese estado de cosas en la estructura del currículo del doctorado en Ciencias Físico-Matemáticas, la década será poco propicia para el desarrollo científico y metodológico en la universidad. Son los años de una convulsa vida política, marcada por el enfrentamiento de todo el pueblo (y muy especialmente, del estudiantado universitario) a la oprobiosa dictadura de Batista, quien tratando de sofocar la rebeldía estudiantil, acabará por allanar el recinto universitario y finalmente el estudiantado decide cerrar la universidad en 1956. (MES, 2000)

### **Etapas revolucionarias.**

Al reabrir sus puertas la Universidad en 1959, se introducirán algunos cambios en el plan de estudio del doctorado en Ciencias Físico-Matemáticas, que se bifurcará en tres especialidades (Matemáticas, Astronomía y Física), a partir del tercer año, estrechando un poco más el perfil de los estudios para lograr una formación un tanto más especializada del egresado. Así, en la formación básica (los dos primeros años) continuarían figurando, junto al Análisis Matemático, la Geometría Analítica y la Trigonometría, disciplinas tales como Cosmografía, Química Inorgánica, Mecánica Racional, Física Superior y Astronomía,

mientras que la especialización permitía dar cabida en el 3ro, 4to y 5to años a otras disciplinas tales como Ecuaciones Diferenciales, Geometría Diferencial, Estadística, Álgebra Moderna, Análisis Funcional y Topología. Se incluían en el plan de las prácticas docentes junto a una Metodología de la Ciencia, la participación en un seminario y la preparación de una tesis de grado (plan moderno, 20 de mayo de 1959).

Sin embargo; estas modificaciones del plan de estudio en el año 1959 no significaban cambios cualitativos en los planes de formación de los matemáticos en Cuba. La Revolución necesitaba una universidad nueva para formar los profesionales que su obra de construcción económica, política y social requería. Al mismo tiempo, las transformaciones sociales implantadas con la Revolución, hacían posible una transformación radical de la universidad.

Era posible ahora convertir en realidad el sueño reformador de los universitarios de la década del 20 que, con Julio Antonio Mella a la cabeza, aspiraban a hacer de la Universidad una institución al servicio del pueblo.

La Reforma de la Enseñanza Superior en Cuba, proclamada en 1962, significó, entre otras transformaciones importantes, el inicio de una nueva era en la formación de profesionales matemáticos en nuestro país. Con dicha reforma fueron organizadas las Escuelas de Matemática y Física en la Facultad de Ciencias. En ellas comenzaron a impartirse desde entonces, independientemente, las licenciaturas en Matemática y en Física. Por consiguiente, el año de la proclamación de la Reforma es también el año de la fundación de la carrera de Matemática, tal como la entendemos hoy.

Un signo determinante de los nuevos tiempos inaugurados por la Revolución en la educación superior cubana fue la búsqueda de una mayor integración de la universidad con la realidad nacional, como un elemento transformador y catalizador de desarrollo económico, social y cultural. En lo que a la carrera de Matemática respecta, esa premisa determinó el carácter de la formación de los profesionales, que se asoció de inmediato a las aplicaciones y al trabajo investigativo, para lo que fueron creadas las especialidades “Matemática Pura”, “Estadística Matemática” y “Análisis Numérico y Computación”. Los estudios de

la licenciatura en Matemática se iniciaron también en la Universidad Central de Las Villas; un poco más tarde se abriría la carrera en la Universidad de Oriente.

En los primeros años después de la reforma universitaria de 1962 se realizan esfuerzos por consolidar los claustros de las universidades, sensiblemente mermados por el éxodo de los profesores incapaces de comprender los ideales de la Revolución. La ayuda solidaria de matemáticos de los fraternos países socialistas y de América Latina, así como la colaboración decidida de matemáticos progresistas de Europa Occidental, apoyados en el trabajo entusiasta de los estudiantes incorporados al movimiento de estudiantes ayudantes, sostienen prácticamente e impulsan el desarrollo de la recién creada Licenciatura en Matemática. Se hacen esfuerzos en estos años por vincular a estudiantes y profesores a distintos planes de desarrollo económico puestos en manos de la universidad.

La dirección revolucionaria, consciente de la extraordinaria importancia de la aplicación de los métodos matemáticos y las modernas máquinas computadoras electrónicas, promueve el desarrollo de los estudios de Ciencias de la Computación, que comienzan a impartirse en la Universidad Central de Las Villas en el curso 1969 - 1970 y un curso más tarde, en la Universidad de La Habana.

A partir de ese momento en la especialidad de Análisis Numérico y Computación se pone el acento en los métodos numéricos, fundamentalmente, y por tal motivo cambia su nombre por el de Análisis Numérico. Al mismo tiempo se abre una especialidad nueva en la Universidad de La Habana; la de Investigación Operacional. La disminución de la demanda de los especialistas en Análisis Numérico; motivada por una relativa incompreensión en los organismos estatales de la necesidad de los métodos numéricos y de su presencia inevitable en las aplicaciones de la Matemática, conduce a la supresión de la especialidad de Análisis Numérico a partir de 1971.

Estudiantes y profesores de Matemática intervienen en distintas tareas de investigación y desarrollo: por ejemplo, participan activamente en las tareas organizativas y en el procesamiento de los datos del censo realizado en 1971. Un momento decisivo en el proceso de integración de la enseñanza

universitaria con la producción y la investigación fue el curso 1971 - 1972, a partir del cual se generalizó la vinculación del estudio con el trabajo en todas las carreras de la Universidad de la Habana y, un poco después, en todo el país. Estudiantes de Matemática se vinculan a distintas dependencias de organismos estatales y centros de investigación y de educación superior, tales como el Ministerio de Salud Pública, el Instituto de Ciencia Animal, el Centro Nacional de Investigaciones Científicas, el Instituto Técnico Militar, la Academia de Ciencias de Cuba, la Junta Central de Planificación y otros.

La vinculación del estudio con el trabajo hizo necesaria una remodelación de los planes y programas de estudio de la Licenciatura en Matemática con sus tres especialidades (Matemática Pura, Estadística Matemática e Investigación Operacional), y el Vice-Ministerio de la Educación Superior del MINED promovió su unificación para todas las universidades del país. Fruto del trabajo conjunto de los profesores de las Universidades de La Habana, Las Villas y Oriente fue el plan de estudio homologado, que entró en vigor en el curso 1973-74, mediante la resolución ministerial No. 825 del MINED. En este plan de estudio se mantenían las tres especialidades existentes con un tronco común de, aproximadamente, cinco semestres de duración. Los estudios se prolongaban cinco años con un régimen de 20 horas semanales de actividades académicas y 20 horas de actividades laborales en centros de producción y servicios.

Orientaciones emanadas del Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba, en relación con la educación superior, disponen una nueva adecuación del plan de estudio - trabajo, que se acomete en el curso 1975-76, sobre la base del plan homologado. En esta adecuación se incrementan las horas semanales de las actividades lectivas en primero y segundo años, las prácticas de producción comienzan a desarrollarse a partir del tercer año y se fija como forma de culminación de los estudios, el trabajo de diploma.

En 1976 se crea el Ministerio de Educación Superior, que orienta de inmediato la tarea del perfeccionamiento de los planes de estudio de las universidades. En el curso 1977 - 1978 se ponen en vigor los denominados planes de estudio "A" para las carreras de Cibernética - Matemática y Matemática, esta última con las especializaciones de Matemática Pura, Estadística Matemática e

Investigación Operacional. La duración de los estudios se fija en cinco años; el primero de ellos común a las dos carreras, con cinco semestres de tronco común para todas las especializaciones y la vinculación del estudio con el trabajo adopta la forma de prácticas de familiarización en primero y segundo años, prácticas de elevación de la calificación y especialización en tercero y cuarto años y el trabajo de diploma como forma de culminación de la especialidad.

En el curso 1981 - 1982 se decide que sólo continúe la carrera en las universidades de La Habana y Oriente y en el curso 1984 - 1985 ocurre la última graduación de especialistas matemáticos en la Universidad Central de Las Villas, que mantiene el cierre de esta carrera hasta el curso 1996 - 1997 en que se reabre la misma por la necesidad de formar matemáticos en la región central del país.

En el plan de estudio "B" de Matemática, vigente desde el curso 1982-83, desaparecen las especializaciones que existían en el plan "A" y se plantea el objetivo de la formación de un especialista de perfil amplio. Signos característicos del plan de estudios "B" son una mayor relevancia del componente objetivo, lo que condiciona el mayor peso que se le concede en el plan a disciplinas tales como Cálculo Numérico, Programación y Estadística Matemática, en respuesta a una mayor demanda social de los matemáticos capacitados para hacer uso de esas herramientas. La estructura del gráfico del proceso docente del plan de estudio "B" es similar a la del plan de estudio "A".

Sin embargo, la materialización del principio de la vinculación del estudio con el trabajo en las condiciones establecidas en los gráficos del proceso docente de la carrera en los planes de estudio "A" y "B" no significó en todos los casos una real integración de la teoría con la práctica, ya que por distintas razones (tanto objetivas como subjetivas), no siempre se logró la realización de un sistema de tareas que contribuyeran a la formación de las habilidades de aplicación y generalización de los conocimientos teóricos impartidos por las diferentes disciplinas.

Por otra parte, sin desconocer el principio medular de la interacción de la teoría y la práctica, de manera inconsciente unas veces y consciente otras, fueron

priorizados los aspectos teóricos en la formación del matemático y subordinados a ellos los elementos de aplicación práctica, pensando erróneamente que la formación teórica por si misma capacitaría al egresado para resolver los problemas reales que se le plantearían en su actividad profesional.

Partiendo de las experiencias positivas de los planes de estudio precedentes, el plan de estudio "C" de la carrera de Matemática, se propone el perfeccionamiento de los aspectos menos logrados de sus predecesores y se plantea como objetivo fundamental la formación de un matemático de perfil amplio, más versátil y adaptable a las condiciones reales donde realizará su actividad profesional, y apto para resolver una serie de problemas profesionales comunes a distintas esferas de actuación. Para ello, se comenzó por determinar el conjunto de los problemas profesionales que estaban resolviendo los egresados en los centros de investigación y producción o servicios donde se desempeñaban como matemáticos y se tomaron en consideración las opiniones y sugerencias de los especialistas en ejercicios y los dirigentes de distintas dependencias de más de 23 organismos de la administración central del estado, acerca de las tareas desarrolladas recientemente en dichos organismos, que han requerido la utilización de modelos y métodos matemáticos, y las perspectivas de desarrollo de esas instituciones, hasta el comienzo del siglo XXI.

El resultado de esta investigación fue la caracterización del modo de actuación profesional del matemático de perfil amplio, mediante la definición de los problemas profesionales más comunes que tendría que afrontar el egresado en su vida laboral, lo que permitió definir el contenido de las distintas disciplinas e intentar una integración más efectiva entre ellas, mediante una organización en sistema de las actividades académicas, laborales e investigativas de cada año de formación. En esto jugó un papel importante la creación de una disciplina integradora, que bajo el nombre de "Práctica Profesional del Matemático" se propone como objetivo la simulación de la actividad profesional del matemático mediante el enfrentamiento de distintos problemas reales, a lo largo de todos los años de la carrera, hasta culminar con la realización de un

trabajo de diploma en vínculo directo con alguna esfera de actuación profesional.

La puesta en práctica del plan de estudio “C” desde el curso académico 1990/1991, que ha venido a coincidir con el llamado “período especial en tiempo de paz”, no ha estado exenta de dificultades. Sin embargo, la mayor flexibilidad interna de las disciplinas de este plan y la concepción de la práctica laboral como una actividad fundamentalmente investigativa, han permitido sortear la mayor parte de esas dificultades, en el contexto de una estabilidad curricular que no conocieron los planes de estudio anteriores. No obstante, en el plan de estudio “C” no pudieron ser evitados ciertos períodos de sobrecargas académicas, por la cantidad y diversidad de elementos presentes en los mismos, que hicieron aconsejable una revisión del plan y de los programas de sus disciplinas, con el propósito de perfeccionar su estructura y crear condiciones más favorables para el cumplimiento de sus objetivos generales.

Otro factor que hizo necesario el perfeccionamiento del plan de estudio “C” es el hecho de que en estos años han comenzado a aparecer los planes de Maestría en Ciencias Matemáticas en todas las universidades cubanas, por lo que el logro de una flexibilidad mayor del contenido de las disciplinas no es solo posible, sino también deseable.

Estas consideraciones llevaron a proponer una nueva versión, perfeccionada, del plan de estudio “C” de la carrera de Matemática, en la que se ha fortalecido la concepción del matemático de perfil amplio, mediante una mayor definición de los elementos esenciales que deben estar presentes en la formación básica, así como por medio de una estructura más flexible que hará posible una mayor participación del estudiante en la conformación de su currículo.

La actividad profesional del matemático se debe caracterizar por la aplicación de los métodos y modelos matemáticos ya conocidos a la resolución de problemas reales surgidos en las diferentes esferas de actuación, la elaboración de nuevos métodos cuando los ya conocidos no sean aplicables, la modelación matemática de situaciones diversas que forman parte del objeto de otras profesiones, la utilización de los algoritmos de cálculo que posibiliten la aplicación de las programotecas existentes o mediante el diseño de los

esquemas de programación de los algoritmos de cálculo elaborados para la aplicación de esos modelos, la asesoría a otros profesionales sobre estas materias y su enseñanza en el nivel superior de educación. Todas estas tareas pueden dar lugar al planteamiento de problemas de índole puramente teórica, cuya solución implique ya nuevos aportes al conocimiento matemático.

Sobre las universidades pesa la responsabilidad de preparar a un profesional que, entre otros objetivos, pueda contribuir con su actuación al desarrollo de la propia ciencia matemática. Si bien es cierto que un profesional con tales características no puede ser formado únicamente con el presupuesto de tiempo limitado de la educación pregraduada, debemos proyectar esta última con la perspectiva de formar a un matemático que esté capacitado para resolver creativamente los problemas profesionales comunes; sólo así estará en condiciones de adquirir la especialización necesaria para la resolución de problemas más complejos. De manera que la concepción de un matemático de perfil amplio, capaz de resolver una serie de problemas comunes a varias esferas de actuación, lleva implícita algunos elementos de especialización.

Los esfuerzos que está realizando la dirección del estado para mejorar sustancialmente, en todos los organismos, centros de investigación y educación, empresas productivas y de servicios, las condiciones para la utilización de la más moderna técnica de cómputo, hacen ahora más necesario que nunca este profesional, que estará capacitado no solamente para hacer uso eficiente de las programotecas existentes y para modificarlas o adaptarlas a las condiciones en que se aplicarán, sino también para participar con otros profesionales en la construcción de los modelos matemáticos de distintos fenómenos y objetos en estudio y estructurar los algoritmos de cálculo que harán posible la utilización de dichos modelos en la práctica.

Importantes planes de desarrollo económico, científico-técnico y social que se traza en el país, en el campo de la medicina y la biotecnología, en la esfera de la microelectrónica, en la construcción de maquinarias, en la prospección del petróleo y otros recursos naturales, en el perfeccionamiento de las comunicaciones y el transporte, de la industria azucarera, de la industria alimentaria y de la agricultura, del turismo; en el perfeccionamiento de la dirección y planificación de la economía, en el fortalecimiento de la defensa de

las conquistas revolucionarias; en fin, prácticamente en todas las líneas de desarrollo de la sociedad cubana, está presente la necesidad de utilizar los métodos matemáticos y, por ende, la participación del matemático profesional es indispensable.

Teniendo en cuenta que no en todos los organismos se comprenden las posibilidades profesionales del matemático, toca a las universidades la misión de divulgarlas, destacando en la práctica sus potencialidades mediante la vinculación activa de profesores y estudiantes de la carrera de Matemática con los problemas de la práctica, cuya resolución en equipos interdisciplinarios integrados conjuntamente con otros profesionales, será la prueba más efectiva de la utilidad social del matemático.

Paralelamente con ello las universidades deberán trabajar por el mejoramiento de los índices cuantitativos y cualitativos de la eficiencia académica de esta carrera, a fin de proporcionar a la sociedad mayor número de egresados con una formación más sólida y completa que posibilite su rápida y efectiva adaptación al medio laboral.

Será necesario, además, fortalecer la educación postgraduada y el trabajo de investigación matemática en las universidades para garantizar el desarrollo lógico de la ciencia matemática y la formación de los especialistas en las diversas ramas, que estarán en condiciones de resolver problemas profesionales más complejos y de investigar en la resolución de problemas matemáticos abiertos.

La nueva versión del plan de estudio "C" es la vía que se propuso para enfrentar los desafíos que el tercer milenio plantea a la formación de matemáticos en Cuba:

- El impetuoso avance de la computación y de las nuevas tecnologías de la información provoca un fuerte impacto en la educación matemática, capaz de generar una verdadera revolución de las concepciones acerca de la forma y los métodos de enseñanza de las matemáticas.
- La disminución creciente de la motivación de los jóvenes por el estudio de esta carrera, lo que pone en peligro la continuación de los

avances científicos logrados en nuestro país en el campo de las matemáticas, a partir del triunfo de la Revolución. (MES, 2000)

## 1.2. El perfeccionamiento de los programas de Computación en la Carrera

En los inicios de la década del 70 del pasado siglo, con el comienzo de un desarrollo acelerado de la computación, aparecen los estudios de contenidos computacionales en la carrera de Matemática. Los estudiantes a partir del tercer año se dividían en dos grandes grupos: matemáticos puros y matemáticos aplicados. Estos últimos declinarían como profesores de la naciente carrera de Computación.

Luego, en esta misma década del 70, se continuó con el estudio de la llamada Matemática Pura y los estudiantes recibían un semestre de Computación, con la asignatura Introducción a la Programación; en la misma se le enseñaba un lenguaje de programación en el primer año de la carrera; viéndose esto como parte de una cultura general que debían tener los graduados de esta especialidad.

En el curso 1980 - 1981 cierra la carrera de Matemática en la UCLV y reabre en el curso 1996 - 1997 con el Plan de Estudio "C" que se desarrollaba en el país. El mismo ya incluía a la "Programación y Algoritmos" como una disciplina propia, que contaba con asignaturas como:

ASIGNATURAS	AÑO	FONDO DE TIEMPO	CONTROL FINAL	CARÁCTER
Programación y Algoritmos I	1	128 horas	Examen final	Obligatoria
Programación y Algoritmos II	2	64 horas	Examen final	Obligatoria

Geometría Computacional	4	64 horas	Examen final	Optativa
Álgebra Computacional	4	64 horas	Examen final	Optativa
Computación Gráfica	5	64 horas	Examen final	Optativa
Complejidad Algorítmica	5	48 horas		Optativa
Teoría de Bases de Datos	5	48 horas		Optativa

Esta disciplina al igual que las demás tiene enmarcado dentro de sus objetivos instructivos: (MES, 2000)

- Dominar los principios fundamentales de la programación procedimental y orientada a objetos.
- Dominar un lenguaje de programación y desarrollar un buen estilo de programación en este lenguaje, siendo capaces de expresar las principales estructuras de datos con los recursos del lenguaje de programación que sea utilizado.
- Dominar las principales estructuras de datos y utilizarlas en la instrumentación computacional de soluciones a los problemas.
- Dominar y hacer un uso eficiente de un medio ambiente de trabajo con un lenguaje de programación

En la cual también se muestra todo el sistema de conocimientos y habilidades que ha de ser adquirido por el estudiante durante todo el proceso docente de la carrera, los cuales son:

#### **SISTEMA DE CONOCIMIENTOS:**

- Nociones básicas sobre computadoras, algoritmos, programas, programación y lenguajes
- Tipos de datos predefinidos y sus operaciones. Variables, constantes y expresiones
- Estructuras de control alternativas e iterativas
- Procedimientos y funciones. Traspaso de parámetros. Reexcursión. Vuelta atrás
- Programación por refinamientos sucesivos
- Recursos para la definición de tipos de datos: arrays, records, files, pointers. Otros tipos de datos : pilas, listas, colas
- Conceptos básicos de la Programación Orientada a Objetos: Objeto, Clase, Atributo, Método, Mensaje
- Propiedades básicas: Encapsulamiento, Herencia y Polimorfismo
- Diseño de programas con técnicas orientadas a objeto
- Solución de problemas utilizando una metodología Orientada a Objetos
- Nociones básicas sobre la estructura y principales características de los ambientes de programación matemática, analizando diferencias y similitudes con el lenguaje estudiado anteriormente
- Tipos de Datos
- Estructuras de Control
- Solución de problemas del área del Análisis Matemático o el Álgebra, de temas correspondientes a las asignaturas de los años precedentes
- Nociones básicas sobre redes de computadoras y su uso para buscar información científica Sistema de Habilidades. Manipular con soltura un ambiente de programación matemática. Ser capaces de determinar cuando un cierto problema puede ser resuelto utilizando

recursos de ayuda a la programación como Asistentes, Cajas de Herramientas, etc.

- Programar algoritmos para la solución de problemas matemáticos utilizando el lenguaje de programación del paquete estudiado
- Conectarse a una red, sea local o remota y utilizar herramientas de navegación y búsqueda de información sobre las mismas

### **SISTEMA DE HABILIDADES:**

- Manipular con soltura la computadora y el medio ambiente de trabajo del lenguaje objeto de estudio
- Editar los textos de los programas que escriben utilizando un buen estilo de programación, con claridad y legibilidad
- Manipular adecuadamente herramientas auxiliares para la programación como ambiente de desarrollo, debugger simbólico, etc.
- Usar adecuadamente los recursos del lenguaje para expresar procesos alternativos, iterativos y recursivos
- Detectar y corregir cualquier error que pueda producirse en las fases de compilación y ejecución de programas
- Usar adecuadamente los recursos del lenguaje para definir tipos de datos

La disciplina "Programación y Algoritmos" del plan de estudio de la carrera de Matemática, consta de asignaturas obligatorias y optativas; estas últimas responden a los intereses de todos los estudiantes que buscan adquirir mayor variedad de conocimientos en el campo de la computación.

Actualmente presentamos un problema a resolver, y es que muchas de estas asignaturas optativas no se imparten, o carecen de sentido. Existen múltiples software como Mathematica, Maple o Matlab que son herramientas más modernas y eficientes, que son utilizadas en casi la totalidad de las universidades y en nuestra carrera no se le ha dado un uso eficiente.

Una de las características de el proceso de enseñanza – aprendizaje en las asignaturas optativas que se han impartido, es que los contenidos matemáticos han tenido el mayor peso, se ha ponderado lo teórico y no se le ha dado casi importancia al uso de paquetes profesionales para darle solución a problemas planteados en estas asignaturas.

También, es opinión del autor de este trabajo, que entre las asignaturas optativas que se pudieran ofertar están las relacionadas con la simulación, temas complementarios de bases de datos, proponer el uso de otros lenguajes de programación y temas de diseño Web. También otras, donde se puedan vincular nuestros estudiantes con los diferentes grupos de investigación existentes hoy en la universidad o en centros de investigación. Somos del criterio que ahí es donde debe de estar el matemático, conformando grupos multidisciplinarios y demostrando de lo que puede ser capaz; y una de las maneras en que se puede lograr esto es brindándole la posibilidad de adentrarse en esos campos de la computación, donde puede ser útil.

Con vista al mejoramiento de nuestra formación, se han venido poniendo en práctica diferentes planes de estudio, y ya el plan de estudio “D”, que sustituye al plan de estudio “C” (modificado) es una pronta verdad; en el cual la disciplina de Programacion y Algoritmo no presenta grandes diferencias respecto al anterior, en cuanto a los objetivos generales, objetivos instructivos, los sistemas de habilidades y conocimientos.

Donde si existen grandes variaciones son en las asignaturas que se proponen, y solo se designa como obligatoria a la asignatura Programacion y Algoritmos I y asignaturas como Computacion Grafica desaparecen. Se conoce que cada universidad brinda sus asignaturas optativas de acuerdo a las necesidades que requiera el territorio, pero no se puede concebir es que la Programacion y Algoritmos II pasara a optativa siendo esta una de las asignaturas indispensables en la formacion del matemático porque es ahí donde se aprende a programar en un software matemático profesional.

### **1.3. Requerimientos Computacionales para un estudiante de la Carrera de Matemática**

#### ***1.3.1. La programación y sus funciones en la formación profesional del matemático***

El Licenciado en Matemática que se forma debe responder a líneas del desarrollo técnico que respalden las investigaciones científicas y la computación ha irrumpido en todas las ramas del saber como una herramienta imprescindible.

En el plan de estudio de la carrera de Matemática en Cuba, no está contemplada la asignatura de Lógica Matemática, no obstante, en la Práctica Laboral de primer año se incorporan tópicos de esta materia. Si queremos insertar al Matemático en grupos multidisciplinarios de trabajo, para que realice tareas relacionadas con su especialidad, es importante desarrollarle habilidades para que esta inserción no resulte forzada y es por eso que el desarrollo de un pensamiento algorítmico es sumamente importante.

Pudiera pensarse que en la formación computacional de un Matemático sea suficiente familiarizarlo con software matemáticos profesionales, a criterio del autor, no basta, si queremos una formación amplia y desarrolladora para el futuro profesional. Por otra parte, el conocimiento de algún lenguaje de programación de alto nivel, sirve de base para el posterior aprendizaje de los lenguajes propios de los softwares matemáticos profesionales.

Para que el estudiante no vea a la Matemática como un conjunto de asignaturas puramente teóricas, es importante lograr una integración entre las mismas, y en este caso la computación juega un papel imprescindible mediante la conformación de trabajos multidisciplinarios que recaben de la participación activa de esta tecnología.

El autor opina que al estudiante de Matemática, en lo fundamental, hay que enseñarle un lenguaje de programación de alto nivel, hay que incentivarlo en trabajar (en toda su gama de aplicaciones) con software matemáticos profesionales. No debemos desperdiciar el tiempo en llenar la cantidad de horas que en el currículo de estudio están destinadas a materias

computacionales, en temas que no hacen aportaciones fundamentales en la formación de un Matemático; por tratar de dar a entender que los Matemáticos reciben una formación computacional.

El estudio actual del desarrollo de la Programación se caracteriza por:

- Desarrollo de nuevos lenguajes de programación.
- Posibilidades de utilizar los lenguajes de programación más precisos para la solución de los problemas.
- Enfoque globalizado del objeto de estudio de las ciencias como consecuencia de la necesidad de considerar los problemas complejos de la carrera con enfoque integrador. (Crook, Ch. 1996).

Estos tres factores son los que han influido para considerar la necesidad de las diferentes ramas de la ciencia de elaborar programas que permitan el estudio de sus diferentes objetos.

La sociedad moderna conoce hoy un desarrollo científico - técnico que interactúa con todos los aspectos de su multifacético avance, por lo que es importante, la ampliación constante de los conocimientos y la familiarización permanente con las novedades de la ciencia y la técnica. Esto requiere la elevación sistemática de los conocimientos computacionales y del nivel científico del trabajo profesional.

El trabajo profesional en la esfera de la Matemática no está al margen del desarrollo de la computación alcanzado mundialmente, su aplicación a problemas de bioinformática, la aplicación de técnicas de simulación, entre otros, así lo confirman.

Para lograr la formación de matemáticos capaces de desplegar su actividad en la producción moderna se hace necesario organizar la preparación ininterrumpida de los estudiantes en el campo de la Computación, específicamente en el uso de los lenguajes de programación.

El lenguaje de programación es un lenguaje que puede ser utilizado para controlar el comportamiento de una máquina, particularmente una computadora. Consiste en un conjunto de reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos, respectivamente.

Aunque muchas veces se usan los conceptos de lenguaje de programación y lenguaje informático como si fuesen sinónimos, no tiene por qué ser así, ya que los lenguajes informáticos engloban a los lenguajes de programación y a otros más, como, por ejemplo, el HTML.

Un lenguaje de programación permite a un programador especificar de *manera precisa*: sobre qué datos una computadora debe operar, cómo deben ser estos almacenados y transmitidos y qué acciones debe tomar bajo una variada gama de circunstancias. Todo esto, a través de un lenguaje que intenta estar relativamente próximo al lenguaje humano o natural. (Jiménez, J. A. 1992).

Los procesadores usados en las computadoras son capaces de entender y actuar según lo indican programas escritos en un lenguaje fijo llamado lenguaje de máquina. Todo programa escrito en otro lenguaje puede ser ejecutado de dos maneras:

- Mediante un programa que va adaptando las instrucciones conforme son encontradas. A este proceso se lo llama *interpretar* y a los programas que lo hacen se los conoce como intérpretes.
- Traduciendo este programa al programa equivalente escrito en lenguaje de máquina. A ese proceso se lo llama *compilar* y al traductor se lo conoce como compilador.

Un programa se diseña y construye generalmente con el propósito de entender, explicar o mejorar el funcionamiento de un sistema real u objeto que está representando. Lo esencial de un programa será entonces que alcance el objetivo para el cual fue construido. Se observa de este modo que un programa puede ser una réplica del objeto que representa por ejemplo, una maqueta, o bien tener algún grado de aproximación del objeto que representa como resultado de realizar abstracción de algunos aspectos.

Las funciones fundamentales de los programas se pueden resumir en:

- Ayudar a entender las áreas donde usualmente son aplicados.
- Contribuir al desarrollo de la comunicación.
- Ayudar a la predicción de las características de un sistema.
- Funcionar como una herramienta de ayuda en la experimentación.

Los programas son los que representan el objeto real mediante el lenguaje de programación, permiten llegar a resultados en términos cuantitativos y cualitativos, tomar decisiones y seleccionar alternativas de solución más adecuadas. Los programas reflejan de forma aproximada el objeto real y para la construcción de estos programas es necesario el conocimiento del problema correspondiente. (Booch, G. et al. 2001).

Es de importancia que los estudiantes de Matemática también relacionen los procesos químicos, físicos, biológicos y sociales que ocurren en las diferentes ramas de la Matemática, utilizando Modelos Matemáticos con el auxilio de la computación como herramienta y con el apoyo de la bibliografía necesaria y disponible.

La propuesta curricular de la Computación fundamentada en el enfoque sistémico estructural funcional, se concibe a partir de precisar el objeto fundamental de estudio, analizar las estructuras y funciones de este y los niveles jerárquicos por los cuales tiene que transitar su estudio. La programación de forma directa e indirecta contribuye a la formación profesional del especialista. De forma indirecta en la formación básica que requieren las disciplinas y de forma directa en la solución de problemas vinculadas a su perfil profesional. De esta forma es preciso esclarecer cuales son estos problemas fundamentales para determinar las funciones de la programación en la carrera de Matemática y estructurar la disciplina de forma que estas funciones se concreten a través de los componentes fundamentales del proceso docente: docencia, producción e investigación, considerados en mutua interrelación.

La programación en la especialidad tiene como objetivo fundamental, modelar situaciones que conduzcan a problemas de la rama matemática con una interpretación lógica que justifique su efectividad, utilizando la computadora como una herramienta de trabajo sistemático, que agilice y de respuestas efectivas a dichos problemas.

Las funciones de la Programación en la carrera de Matemática las podemos resumir en:

- Consolidar e integrar aspectos esenciales de la programación para que las diferentes asignaturas desarrollen el pensamiento y lenguaje matemático.
- Contribuir a la integración de aspectos esenciales de Matemática y Computación con las diferentes disciplinas de la carrera.
- Garantizar la vinculación de la Computación en el ejercicio de la profesión a través del pregrado y del postgrado.

### ***1.3.2. La computación y sus relaciones interdisciplinarias en el proceso docente***

El desarrollo vertiginoso que ha experimentado la computación nos da la posibilidad de tener nuevas formas de enseñar, aprender y hacer matemáticas. La computación entra a jugar un papel importante en la universidad cubana actual ya que empieza a influir sobre todas las disciplinas de una carrera y así también sobre el proceso docente. Las tendencias actuales sobre el uso de la computación como herramienta en el proceso de enseñanza- aprendizaje indican a considerarlo como un valioso recurso, capaz de acompañar a la enseñanza de distintas materias en cualquier etapa educativa, en particular en nuestra carrera estas tendencias se han impuesto como un fenómeno muy positivo sobre los currículos de los estudiantes, aunque no se le ha dado toda la importancia que requiere a la relación entre la Computación y la Matemática como una poderosa herramienta para la enseñanza. El uso particular de softwares profesionales ha traído consigo mismo una revolución en la enseñanza de la matemática en cualquiera de las disciplinas existentes en la carrera, los cuales facilitan la realización de operaciones y procesos matemáticos. A continuación reflejaremos como se vincula la computación con algunas de las disciplinas de la carrera:

Análisis Matemático y Álgebra: Hoy en día, se hace necesaria la incorporación de una herramienta informática de trabajo en la formación de cualquier estudiante universitario. Las ventajas de una formación matemática complementada con las prácticas computacionales se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Implicación en la materia.
2. Aplicación de los conceptos.
3. Visualización de los resultados teóricos.
4. Resolución de problemas complejos.
5. Motivación y confianza en las materias.

De igual modo, el estudiante que supera las clases prácticas es capaz de resolver numerosos problemas asociados a conceptos más complicados de la asignatura, ya que conoce las herramientas necesarias. Piénsese en la clasificación de movimientos, de formas cuadráticas o de cuádricas, si se sabe determinar el polinomio característico, sus raíces y espacios propios.

Los temas referidos en la disciplina se deben reflejar a través de ejemplos en software como el Mathematica a través de ejercicios en las clases prácticas para que el estudiante vea la facilidad que brinda este software y realizar seminarios, laboratorios y talleres llevando ejemplos y ejercicios integradores. El uso de paquetes profesionales nos da la posibilidad de graficar funciones en 2D y 3D, muy útil en el cálculo integral y da una idea visual de lo que se está realizando, también nos ayuda a analizar la convergencia de una serie con parámetros en correspondencia con el valor del parámetro. Nos ayuda a comprobar ejercicios de derivadas e integrales.

Geometría: En esta disciplina se le da un gran uso a los paquetes profesionales como el Cabri Geometre el cual ofrece potencialidades para realizar construcciones geométricas, realizar ejercicios creativos. Actualmente es uno del software que más se está utilizando mundialmente para el estudio de la geometría. En el área de las matemáticas, en particular, las investigaciones muestran que los nuevos programas computacionales como el Cabri Geometre, son agentes didácticos que pueden generar nuevas situaciones que no son posibles de lograr con los medios tradicionales como el lápiz y el papel. Le permiten al estudiante trabajar, de manera interactiva, en varios sistemas de representación interconectados. Esta posibilidad de ver y trabajar con los objetos matemáticos en varias representaciones y observar de manera dinámica los cambios que aparecen (y las invariantes que permanecen) cuando se manipulan los objetos en la pantalla es un aspecto esencial del proceso de

comprensión de las matemáticas. La interactividad y el aspecto dinámico del manejo de los objetos matemáticos en diversos sistemas de representación, junto con el diseño fundamentalmente didáctico de un programa como este, que permite trabajar con base en las invariantes geométricas y le permite vivir al estudiante una experiencia matemática completamente innovadora que no es posible tener de otra forma. Los objetos matemáticos dejan de ser una sucesión de símbolos para los cuales hay que conocer un conjunto de algoritmos con los que se pueden resolver problemas estándar y se convierten en objetos "vivos" para los que el estudiante puede explorar, formular conjeturas, verificar hipótesis.

En otras palabras, gracias a programas como Cabri Geometre, el estudiante puede "hacer matemáticas" en el mismo sentido que hace matemáticas el matemático puro. Y al hacerlas, el estudiante tiene la oportunidad de construir un verdadero conocimiento matemático que aporte a su "potencia matemática": su capacidad para resolver problemas complejos y para avanzar en su formación matemática.

Estadística: En esta disciplina donde se realizan análisis exploratorio de datos, se calculan estadísticos descriptivos y se realizan pruebas de hipótesis; para ellos existen herramientas como el SPSS que se describe como un sistema de gestión de datos y análisis estadístico en entorno gráfico. Puede recibir datos desde cualquier fichero y utilizarlos para generar informes, tablas, gráficos de distribución y moda, estadísticas descriptivas y análisis estadístico complejo. También STATGRAPHICS que es un paquete general con poderosas gráficas y facilidades de información. Distribuido por módulos: Base (estadísticas básicas), series temporales, diseño experimental, control de calidad, métodos multivariantes y técnicos de regresiones avanzadas. El STATISTICA el cual contiene una amplia elección de herramientas de modelado y previsión (por ej. modelos lineales, modelos lineales/no lineales generalizados, análisis de sobrevivencia, series cronológicas y previsión), incluyendo selección automática de modelos y herramientas de visualización interactivas. (Ramírez, Elsa C. 2004)

**Consideraciones finales del Capítulo.**

Existen múltiples ejemplos de la interrelación de la computación y las disciplinas de la carrera donde se muestra que la computación es un instrumento de trabajo indispensable en la solución de los problemas de la especialidad y de la producción por su formación desarrolladora en cuanto a pensamiento analítico, reflexivo, deductivo y creador. Teniendo en cuenta que el futuro profesional participara directamente en el proceso de producción y el proceso científico técnico actual es importante concebir un plan director de computación para los licenciados en matemática que garantice la aplicación de herramientas y técnicas modernas.

## Capítulo II. Propuesta de perfeccionamiento de la enseñanza de la Computación en la carrera de Matemática

### 2.1. Reflexiones acerca de la enseñanza de la computación

La aparición de la computadora ha influido fuertemente en los intentos por orientar nuestra educación matemática adecuadamente, de forma que se aprovechen al máximo tales instrumentos. Está claro que, por diversas circunstancias tales como el costo, la inercia, la novedad,... aún no se ha logrado encontrar moldes plenamente satisfactorios. Este es uno de los retos importantes del momento presente. Ya desde ahora se puede presentir que nuestra forma de enseñanza y sus mismos contenidos tienen que experimentar drásticas reformas. El acento habrá que ponerlo, también por esta razón, en la comprensión de los procesos matemáticos más bien que en la ejecución de ciertas rutinas que en nuestra situación actual, ocupan todavía gran parte de la energía de nuestros estudiantes, con el consiguiente sentimiento de esterilidad del tiempo que en ello emplean. Lo verdaderamente importante vendrá a ser su preparación para el diálogo inteligente con las herramientas que ya existen.

En la Pedagogía hay un famoso triángulo que está integrado por el docente, el estudiante y el contenido. No es que la inclusión de la tecnología haya modificado por completo este triángulo, pero le ha dado una riqueza muy interesante, lo ha potenciado en lo que es el trabajo cotidiano que tiene que ver con estrechar vínculos entre docentes y estudiantes. (Zabalza, M. 1998)

Un cambio violento y radical en el proceso de enseñanza – aprendizaje ha sido la aparición de la computadora en la misma aula. Genera otra dinámica, los estudiantes terminan algo que están haciendo y van a la computadora. El cambio de las relaciones entre los estudiantes, entre los estudiantes y el docente ha sido muy fuerte. Por ejemplo, los profesores les piden ayuda a los estudiantes para ver algo que el estudiante ha aprendido relacionado con la

Computación. Tiende a dar vuelta la relación tradicional. Vinculado a esto, otro tema muy importante es la validación de la información de lo que aparece en Internet, porque antes el saber estaba dado o por el docente o por un libro de texto. Hoy algo bajado de Internet puede ser cualquier cosa. Por eso aquí se pone en juego el rol del docente como guía, es quien valida y es muy importante.

Los estudiantes tienden al uso de la computación y esto tiene que ver con la validación de los medios de información, de todas las cosas que hay para poder informarnos y es muy interesante ver en el aula los libros y la computadora. Empieza a haber un contraste, una confrontación entre una cosa y la otra. Es muy rico ver cómo se han potenciado las relaciones entre estudiantes, docente y el conocimiento.

Es bueno hacer notar que la tecnología por sí sola no genera nada. Uno puede, con la tecnología, reproducir viejos vicios o, aun peor, potenciar esos vicios. Por lo tanto, la computación por sí mismas no mejora nada y la figura central en esta historia sigue siendo el docente, cómo se capacita, cómo mira esa tecnología, cómo vincula esa tecnología con el uso o con el mejor uso para la enseñanza, para su práctica, para que los estudiantes aprendan mejor.

En opinión del autor, existe aún un campo en el que el uso de los avances tecnológicos no se ha mostrado con la potencia que requiere en todas sus posibilidades: la enseñanza de las matemáticas. Si bien es cierto que el uso de las computadoras y de programas y lenguajes de programación pueden estar muy ligados a la enseñanza de asignaturas tales como el Análisis Numérico, los Modelos de Optimización y la Estadística, hasta la fecha aún se aprecia un cierto recelo a la hora de dar un paso más allá e introducir tales herramientas como componente básico en cursos de Análisis Matemático o de Álgebra Lineal, donde podrían ser realmente útiles. En este sentido, creemos necesario el que estos recursos se integren en el currículo como elementos importantes del mismo.

A continuación expondremos algunos objetivos, que debieran ser considerados en el proceso de enseñanza – aprendizaje en las diferentes asignaturas que conforman la especialidad de Matemática:

- Lograr la **Orientación laboral**, es decir, lograr que un estudiante aprenda a utilizar la computadora en forma fluida, que pueda utilizar variedad de programas informáticos del mundo actual, que pueda saber qué programas elegir en cada caso según su objetivo, que sea capaz de crear productos informáticos de calidad: informes, bases de datos, planillas, documentos, gráficos, etc.
- Lograr la **Integración con el aprendizaje curricular**, es decir, intentar que el estudiante use todo tipo de programas informáticos y, a la vez, esté aprendiendo de una manera novedosa temas curriculares. Este es un punto neurálgico en la enseñanza de la Matemática: pensar cómo plantear las actividades para que los estudiantes aprendan de manera novedosa con la computadora.
- Estimular la capacidad de **Resolución de problemas** mediante la computadora: los estudiantes practican la exploración, el tanteo, el ensayo y error sistemático, el planteo de hipótesis, realizan ejercicios creativos y ejercicios que despiertan su curiosidad, aprenden a correr “riesgos” y desafíos en actividades que ellos mismos producen, etc.

En el área de Matemática hay un gran número de software que permiten a los estudiantes hacer experimentación y visualización. Gracias a las posibilidades gráficas de las computadoras podemos realizar en segundos muchas representaciones gráficas, y hacernos preguntas del tipo “qué pasaría si...”, hacer comparaciones entre los resultados, plantear hipótesis sobre la base de lo que observamos, etc. Es posible también trabajar mediante ensayo y error y mediante métodos de iteración con ejercicios numéricos, y buscar patrones, descubrir propiedades, etc. Los diversos software de Matemática que existen en la actualidad han provocado la redefinición de lo que es la demostración de un teorema, teniendo en cuenta precisamente los métodos de exploración dinámica que nos ofrecen, mediante los cuales los estudiantes pueden aprender de una manera altamente visual e intuitiva, arrastrando, “estirando”, midiendo, llevando los elementos a situaciones límite, conectando datos y gráficos en forma permanente, creando situaciones animadas. (Alemán De Sánchez, A. 1999)

Las ventajas de la correcta utilización de un software matemático con las características anteriormente descritas son varias: en primer lugar, permite al profesor explicar conceptos que, de otra forma, quedarían en un nivel de abstracción difícil de asimilar por muchos estudiantes en un tiempo breve: volúmenes generados por funciones al rotar sobre un eje, representaciones de superficies en 3D, conceptos y resultados teóricos susceptibles de ser comprobados empíricamente (tales como la aproximación de una función mediante polinomios de Taylor, la convergencia de series, el teorema central del límite, etc.). Por añadidura, este tipo de software permite una participación mucho más activa y creativa por parte del estudiante: con esta herramienta, el estudiante podrá adentrarse por sí mismo (preferentemente de forma guiada por su profesor) en nuevos mundos que le permitirán conjeturar, experimentar, y extraer conclusiones. Esto abre a cualquier estudiante, con unos mínimos conocimientos informáticos, toda una gama de posibilidades (simulación estadística, programación de algoritmos numéricos, problemas de modelos de optimización, etc.) que eran poco o nada factibles hace tan sólo diez o quince años, cuando los programas matemáticos eran tan rudimentarios y complejos como los procesadores de texto o las hojas de cálculo de la época. Utilizando palabras de la profesora María Victoria Sánchez (Universidad de Sevilla), "saber matemáticas pasa a entenderse no sólo como una acumulación de hechos y procedimientos, sino como la capacidad de "hacer matemáticas".

Disponer de estos programas abre la posibilidad de tener un potente laboratorio matemático que acompañará siempre al estudiante en su proceso de aprendizaje, permitiéndole realizar pruebas complejas de cálculo numérico y simbólico, trasladando así soluciones y estrategias desde los contextos teóricos originales a otros nuevos mucho más inteligibles para él.

## ***2.2 Propuesta de una Estrategia Computacional***

Estrategia de desarrollo de la Computación en la carrera de Licenciatura en Matemática. Etapa 2007 – 2012.

### Objetivo.

Preparar a los estudiantes para desenvolverse en su medio a través de la adquisición de familiaridad con los recursos computacionales y lograr que la computación pueda colaborar en la formación integral del estudiante.

Criterios de medida.

1. El 100% de los estudiantes domina el trabajo en el ambiente de redes.
2. El 100% de los estudiantes utiliza los servicios de comunicación y de acceso a Internet.
3. El 90% de las asignaturas de la carrera ofrece ICT actualizada, en soporte electrónico, y accesible a través de la Intranet.
4. Se ofertan más de dos asignaturas optativas en este campo.
5. El 90% de los estudiantes alcanza calificaciones de Bien o Excelente en comprobaciones externas sobre el uso de la Computación.
6. El 90% de los trabajos de diploma utiliza la Computación para la solución de problemas propios de la carrera.

Situación actual.

En la carrera se imparte la disciplina Programación y Algoritmos, la cual incluye varias asignaturas optativas.

Se dispone de un laboratorio para el uso de los estudiantes de la carrera, con un índice 4.5 estudiantes por máquina y hay también varias máquinas para los profesores del Departamento, todas conectadas en red y varias de ellas con acceso a Internet con tiempo promedio 6 horas al día.

Para alcanzar el objetivo propuesto se cuenta con los siguientes aspectos positivos:

1. La preparación que reciben los estudiantes a través de las asignaturas básicas de la disciplina ha ido mejorando.
2. Una mayor disponibilidad de recursos materiales con relación a etapas anteriores.
3. Se puede hacer llegar cualquier información a todos los profesores y estudiantes.

4. Los profesores han comenzado a situar materiales docentes en la red, adquiriendo conciencia de la importancia que esto tiene para la actualización de las asignaturas.
5. La preparación de los profesores ha mejorado a partir de la mayor disponibilidad de máquinas para uso del Departamento de profesores.
6. Existe una alta motivación de los profesores y estudiantes para dominar la Computación y las TIC.

Como aspectos negativos deben señalarse los siguientes:

1. La aplicación de la Computación en las disciplinas es aún insuficiente.
2. El número de computadoras es aún insuficiente.
3. Las capacidades de impresión son muy limitadas.
4. La preparación de los profesores es aún insuficiente en algunos aspectos y prácticamente nula en lo relativo a la confección de páginas de hipertextos.

Para implementar la estrategia se propone trabajar en tres direcciones:

### **1. Profesores**

- Actualizar al personal docente en lo relacionado con la creación de hipertextos.
- Continuar con la actualización y preparación de los docentes en el uso de los medios computacionales.
- Organizar cursos para adiestrar y mejorar el uso de los paquetes profesionales.
- Participar en el proyecto de laboratorios virtuales de acuerdo con lo planificado en el mismo para cada disciplina.

- Lograr que de forma paulatina los materiales docentes disponibles en la red se organicen en plataformas interactivas.
- Continuar el desarrollo en investigaciones que aporten resultados a las transformaciones que requiere la Didáctica de la Matemática en el nivel superior, con la integración de las TIC al proceso docente.

## **2. Estudiantes**

- Ofertar asignaturas optativas de la disciplina Programación y Algoritmos para estudiantes de 4<sup>to</sup> y 5<sup>to</sup> años donde se exija más conocimientos sobre la computación.
- Exigir y evaluar el uso de la Computación y las TIC en los trabajos de la disciplina integradora a lo largo de la carrera.
- Incentivar la participación de nuestros estudiantes en competencias individuales de Computación, como parte de las Jornadas Científicas Estudiantiles.
- Ofertar un curso introductorio para los estudiantes de 1<sup>er</sup> año sobre el uso eficaz de la red, el Office y cultura general del uso de la computación.

## **3. Plan director**

Lograr una mayor aplicación de la Computación en las diferentes disciplinas y años, según se refleja en el plan director para la carrera que a continuación se muestra.

### Plan director de Computación para la carrera de Licenciatura en Matemática.

Objetivos:

- Dominar el trabajo con el Sistema Operativo Windows, el paquete office y el Scientific WorkPlace .
- Emplear los paquetes de programas Maple, MathLab, SPSS, MN2000, Cabri Geometre y Mathematica.

- Emplear software especializados en algunas asignaturas como el Maple para resolver ecuaciones diferenciales y el SPSS en estadística.
- Aplicar las TIC con una mayor frecuencia que en años anteriores.

Primer año.

Acciones	Asignaturas
Impartición de la asignatura Programación y Algoritmos I asociada a la disciplina Práctica Laboral e Investigativa I.	Programación y Algoritmo I Práctica Profesional
Uso adecuado de la información disponible en la red para una mejor preparación en las asignaturas	Todas
Confección de informes utilizando Word, Powerpoint y Excel	Todas
Uso del software profesional MATHEMATICA en clases prácticas	Análisis, Algebra
Uso adecuado del programa Cabri	Geometría

Segundo Año.

Acciones	Asignaturas
Continuar la impartición de la asignatura Programación y Algoritmos II con una fuerte vinculación a la carrera.	Programación y Algoritmos II
Uso del software profesional MATHEMATICA en clases prácticas de las disciplinas de Matemática	Todas
Impartición de la asignatura Seminario de Problemas vinculados al fortalecimiento de la relación computación-matemática	Seminario de Problemas II

Desarrollo de laboratorios, trabajos de curso por parte de las disciplinas y uso del Internet como fuente de información.	Todas
Aplicación del paquete Office y los programas profesionales en la elaboración del informe final.	Práctica Laboral

Tercer Año.

Acciones	Asignaturas
Uso del paquete profesional SPSS y Microsoft Excel.	Probabilidades y Estadística
Uso de paquetes donde se permita implementar métodos de optimización: Java, MATHEMATICA, Gam.	Optimización I y II
Uso de los paquetes profesionales Matemática y Maple para resolver ecuaciones diferenciales.	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y en Derivadas Parciales
Orientación de búsqueda bibliográfica por Internet.	Todas
Orientación de búsqueda en bases de datos remotas (EBESCO)	Todas
Brindar optativas relacionadas con bases de datos y hojas de hipertextos	Optativas
Impartir seminarios donde se realice trabajos multidisciplinares.	Seminario de Problemas
Aplicación de la Computación y las NTI en el trabajo de M.I. y en la elaboración del informe final del mismo.	

Cuarto Año

Acciones	Asignaturas
Seguimiento al uso de Internet en búsqueda de información.	Todas
Utilizar el SPSS como una herramienta en la investigación	Análisis de Datos Diseño de Experimentos
Brindar optativas con otros software profesionales especializados como el Matlab, Maple y SPSS.	Optativas
-Uso del Word en la redacción de ponencias.	Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología.
Proponer cursos más dirigidos a las ramas de la computación en base de datos, programación avanzada, html, mysql, php u otro lenguaje de utilidad.	Optativas, Seminarios Especiales
Brindar optativas donde se muestre cómo se debe impartir la matemática vinculada a la computación. (Didáctica de la Computación)	Metodología de la Matemática
Empezar a familiarizarse con el uso de otros editores de texto profesionales	

Quinto Año

Acciones	Asignaturas
Brindar como optativa dirigida al uso de editores de textos mas específicos como el OpenOffice y el Scientific WorkPlace	Optativas
Orientación de búsqueda bibliográfica por Internet.	Todas
Redactar el trabajo de diploma en un editor de texto profesional	Trabajo de Diploma

Realizar trabajos de diplomas vinculados con la computación ya sea haciendo uso de algún software profesional o en la implementación de algún programa en específico	
--	--

### 2.3. Los medios en la Estrategia Computacional

Tradicionalmente, se designaba a los medios de enseñanza como auxiliares para el trabajo del maestro, en una época en que se carecía de la concepción sistemática y científica que tenemos hoy sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. Llamar a los medios como auxiliares no sería del todo acertado ya que son componentes de un proceso sistemático del que no pueden separarse. Los medios de enseñanza son pues, los recursos de que se vale el profesor para facilitar al estudiante la mejor comprensión de los contenidos que responden a los objetivos de enseñanza propuestos.

Los medios de enseñanza reflejan el constante desarrollo de la sociedad, que exige cada vez más la elevación del carácter científico del aprendizaje; pues deben servir para optimizar las condiciones de trabajo y de vida, de profesores y estudiantes, y no para deshumanizar la enseñanza. Grandes perspectivas se abren en la utilización de los medios de enseñanza en nuestro país. Podemos mencionar la generalización del uso de la computación, que abre posibilidades prácticamente infinitas para el perfeccionamiento de la enseñanza y la educación mediante el aceleramiento del proceso cognoscitivo y el desarrollo de capacidades intelectuales, hábitos y habilidades que posibiliten el autoaprendizaje y estimula la actividad creadora de los estudiantes. (Rosell Puig, W. 1989).

Como es conocido, en el proceso de enseñanza aprendizaje la combinación de la palabra del profesor y el medio de enseñanza permite, no solo que en los estudiantes se formen representaciones que reflejen la realidad objetiva, sino que penetre en la esencia de los fenómenos percibidos. Se llegue a generalizaciones en correspondencia con los objetivos planteados en la enseñanza. Como decía Engels: "A lo que percibe nuestro ojo viene a unirse no

solo las percepciones de los otros sentidos sino también nuestra actividad discursiva.” (Engels, F. 1947)

Cuando el profesor en la clase combina su palabra con la utilización de los medios de percepción directa: modelos, láminas, maquetas, esquemas etc., la actividad mental de los estudiantes se caracteriza por la unión de la representación con la abstracción. En este sentido conviene recordar el planteamiento de Lenin de que la palabra constituye ya de por sí una abstracción. Cuando además, el estudiante tiene la oportunidad de penetrar aún más en la esencia de los fenómenos o consolidar sus conocimientos adquiridos mediante una actividad, la práctica del proceso de enseñanza aprendizaje es más rica y efectiva.

En nuestro sistema educacional están definidas diferentes formas de organización de la enseñanza: Conferencias, Seminarios, Laboratorios y Clases Prácticas, utilizándose en cada una de ellas diferentes medios de enseñanza que obedecen precisamente al método utilizado y a los objetivos propuestos así como el contenido.

Se ha afirmado que los medios son los componentes del proceso de enseñanza que sirven de sostén material a los métodos. Es decir, resulta imposible separarlos.

La enseñanza asistida por computadoras se torna cada vez más atractiva. Esto se demuestra a través de la ascendente cantidad de estudiantes y profesores que la utilizan. Las redes de computadoras y especialmente Internet, han dado lugar al surgimiento de espacios virtuales propicios para el intercambio, el debate y la discusión entre personas de diversas latitudes del planeta. Por otra parte, el mejoramiento experimentado por los software educativos, a partir de la búsqueda incesante por parte de los creadores de mejoras en la adaptabilidad al estudiante, hacen de la computadora un importante medio de enseñanza, que a diferencia del resto permite una comunicación bidireccional con los profesores y estudiantes.

Se aprecian tres concepciones diferentes sobre cómo se puede utilizar la computación en el proceso de enseñanza- aprendizaje: la computación como

objeto de estudio, como medio de enseñanza y como herramienta de trabajo. Como objeto de estudio, con el propósito de que dominen los conceptos y procedimientos básicos que le permitan utilizar esta nueva tecnología; como medio de enseñanza, con el fin de que la utilicen y como herramienta en las tareas docentes o investigativas que se indiquen por las diferentes asignaturas.

Solo abordaremos las dos primeras concepciones que a criterio del autor es de interés propio de la carrera. La computación como medio en el entorno de nuestra carrera y para poder concebir nuestra estrategia se considera para:

- Facilitar herramientas de cálculo, procesar textos, graficadores, sistemas de gestión de bases de datos, etc.
- Facilitar un ambiente propicio de enseñanza por su carácter interactivo y su capacidad de individualizar.
- Propiciar el aprendizaje de la matemática a través de software educativos.
- Veremos a continuación las ventajas y riesgos que nos puede traer la computación como medio de enseñanza en nuestra carrera.  
(Ramirez, E. et al. 2004)

#### Ventajas

- ✓ **Interactividad:** Desde el punto de vista de la comunicación hombre-máquina, esta se produce con carácter bidireccional lo que posibilita el establecimiento de mecanismos de retroalimentación por parte del sistema, que van desde simples efectos sonoros o visuales hasta el establecimiento de diálogos hombre máquina con carácter reflexivo.  
(Labañino, Cesar. 2002)
- ✓ **Atención a las diferencias individuales:**
  - Cada estudiante puede elegir su “camino de aprendizaje”.
  - Cada estudiante puede “navegar” a su ritmo.
  - Estilos de aprendizaje diferentes.

- La presencia de textos enriquecidos mediante palabras enfatizadas unas veces, e interactivas otras, posibilita lo que se denomina una lectura no lineal de documentos que se considera como un eslabón fundamental en la atención a las diferencias individuales de los estudiantes.
- ✓ **Carácter multimedia:** Es en un medio audiovisual y por ende un medio que influye en la esfera sensorial del individuo.

Como se ha planteado, las computadoras, además de ser poderosos medios de cómputo hoy constituyen excelentes medios de comunicación, el correo electrónico, las listas de discusión, el chat, la WEB son una muestra fehaciente de esto. Este potencial comunicativo de la Informática contemporánea es la piedra angular de transformaciones profundas en materia educacional, en un contexto en que la información crece de manera exponencial y los tiempos de aprendizaje permanecen relativamente estables. Tal contradicción nos lleva a preceptos pedagógicos basados en las nuevas tecnologías como “aprender a aprender”, educación a distancia, e-learnig, etc.

- ✓ **Almacenamiento:** La capacidad de almacenamiento de las computadoras posibilita algo que resulta singular y exclusivo para este medio y es la posibilidad de guardar la “huella del desempeño” del usuario con el equipo. Esta huella puede ser tan versátil como se quiera: aspectos visitados, tiempos consumidos en estos puntos, objetos interactuados, respuestas dadas, respuestas esperadas, efectividad obtenida, etc.

#### Riesgos

- ✓ **Tecnofobia:** Temor al enfrentamiento a las tecnologías. Es imprescindible la adecuada preparación del docente para enfrentar el empleo de una tecnología de avanzada, en circunstancias en que los estudiantes pueden resultar aventajados con respecto a los docentes.
- ✓ **Ilusionismo:** Es la idea de que la computadora resuelve todos los problemas.
- ✓ **Transculturación:** Es la pérdida de la identidad por la influencia foránea.

La mejor forma de resolverlo es convertirnos de simples consumidores en productores o consumidores críticos.

La computadora como herramienta se utiliza como generador de matemáticas. En las matemáticas los conceptos siempre han sido precedidos por los métodos para calcular y de escritura. Así, por ejemplo, los matemáticos calculaban derivadas e integrales antes de la aparición del cálculo de Leibnitz y de la integral de Riemann. De aquí que con el advenimiento de la computación, al ofrecernos nuevos métodos de cálculo y nueva forma de escritura, uno debe esperar que además de ser una herramienta útil para el desarrollo de las matemáticas y de la enseñanza de la misma, sea fuente de nuevas áreas de investigación en matemáticas.

Las computadoras han probado ser muy útiles en cada una de las etapas del desarrollo de la investigación en matemáticas. En la fase de exploración inicial las computadoras generan datos los cuales nos llevan sorprendentemente a nuevas intuiciones y nueva teoría.

Posiblemente uno de los resultados más espectaculares en este sentido lo constituyó la prueba del teorema de los cuatro colores. La cual se realizó mediante una computadora que examinó la totalidad de casos en un conjunto finito. Este hecho resuelve uno de los problemas más inquietantes de topología algebraica y abre además una perspectiva y discusión alrededor de lo que en matemáticas significa una "prueba". Otro de los sucesos espectaculares de los últimos tiempos, lo constituye el trabajo de Lorentz, quien al estudiar los resultados aportados por la solución a una ecuación diferencial para predecir el clima, utilizando una computadora, encontró que pequeñas variaciones en las condiciones iniciales producían grandes variaciones en el comportamiento a largo plazo. A partir de estos inesperados resultados nace la Teoría del Caos.

## **2.4 Sistema de Evaluación**

El proceso de evaluación permite verificar el cumplimiento de los objetivos instructivos y comprobar que se ha producido el aprendizaje previsto. Se trata,

por tanto, de evaluar lo que el estudiante ha aprendido. Mediante la evaluación se valoran los resultados obtenidos en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Evaluación es el proceso de obtención de información y de su uso para formular juicios que se utilizan para tomar decisiones.

Los objetivos de los sistemas de evaluación del aprendizaje de los estudiantes son, entre otros: servir para valorar el grado de cumplimiento de los objetivos instructivos, diagnosticar errores conceptuales, habilidades o actitudes de los estudiantes o para analizar las causas de un aprendizaje deficiente y tomar las medidas correctoras oportunas.

El sistema de evaluación es fundamental que sea capaz de valorar de forma efectiva el aprendizaje y no la mera memorización. Lo que importa es adquirir la capacidad de reflexión, de observación, de análisis, espíritu crítico y ser capaz de adaptarse a nuevas situaciones y resolver nuevos problemas. (González Pérez, M. 2000)

Se pueden distinguir tres fases que deben estar presentes en el proceso de evaluación:

**Preparación:** Se trata en esta fase de describir la información necesaria, de construir los instrumentos de recogida de información, así como especificar los juicios a emitir y las decisiones a tomar. Se trata de preparar, de elaborar la prueba, el examen y de decidir previamente a la realización del mismo, por parte de los estudiantes, las características que va tener y los criterios a aplicar para su corrección.

**Obtención de la información:** Supone la realización de ejercicios, test, realizar observaciones, que nos permita obtener información y registrarla.

**Toma de decisiones:** Consiste en formular juicios, tomar decisiones, resumir y dar a conocer la evaluación.

Con respecto a los tipos de sistemas de evaluación, tradicionalmente se han distinguido los denominados sistemas de evaluación objetiva y subjetiva. Esta clasificación hace referencia a la influencia de los juicios personales del evaluador en la calificación de una determinada prueba. En este sentido, podemos distinguir:

Evaluación objetiva: Es la que no depende de la apreciación subjetiva del evaluador, puesto que las cuestiones planteadas están perfectamente delimitadas y admiten una única solución. Este es el caso de los exámenes que utilizan un test, con las preguntas cerradas y que sólo admiten ciertas soluciones como correctas.

Evaluación subjetiva: La calificación puede variar de un profesor a otro al no existir una escala objetiva de medida. Influye en la nota, la percepción subjetiva del evaluador. (Aula Fácil)

### **Consideraciones finales del Capítulo**

La Computación es un instrumento de trabajo indispensable en la solución de problemas de la especialidad y de la producción por su formación desarrolladora en cuanto a pensamiento analítico, reflexivo, deductivo y creador. Este aspecto nos llevo a realizar un estudio donde se determinaron donde más se debe utilizar las herramientas computacionales así como los aspectos sobre programación que con más frecuencia son necesarios en las diferentes disciplinas de la carrera. Teniendo en cuenta que el futuro profesional participara directamente en el proceso de producción y el progreso científico técnico actual es importante concebir un plan director de computación para los licenciados en matemática que garantice la aplicación de técnicas modernas.

## **Capítulo III. Utilización de la Computación en la carrera de Matemática. Experiencias.**

### **3.1 Cultura computacional general**

Cultura computacional es poder usar la computadora para los propios fines y subir la espiral de su conocimiento. Sin preocuparse de cómo usar la computadora, sino cómo aprender a aprender, esto se denomina cultura de aprendizaje de la familia.

El primer componente de ese aprendizaje es el método de ensayo y error al igual que el niño conoce el idioma, con una fuerte impronta lúdica, que es uno de los grandes atractivos de la computadora para chicos y grandes.

El verdadero don educativo de la computadora está en ofrecer una mayor libertad de elección e independencia al usuario. Ella no obliga a incorporar al conocimiento lo que a uno no le gusta, ofrece la libertad de explorar lo que le interesa. Y así, con su sentido de juego, de ida y vuelta, error y acierto siempre propios, llegar a convertir en interesante lo que en apariencia parece arduo, oscuro, en algunas ocasiones aburrido: las matemáticas, por ejemplo. (Vaquero, Antonio, et al. 1987)

#### **3.1.1 Fundamentos tecnológicos**

El uso de los avances tecnológicos en la sociedad debe coexistir con el conocimiento de los fundamentos tecnológicos (Anexo I) ya que para lograr un buen aprendizaje computacional es necesario el conocimiento de estos. Para el matemático le es también indispensable adquirir estos conceptos ya que además de aumentar su cultura computacional lo motiva a estudiar con mayor profundidad los avances tecnológicos y su aplicabilidad en la carrera.

Estos conocimientos se pudieran empezar a impartirse en la familiarización de inicio de curso mostrándose de forma práctica en algunos laboratorios y se le pueda dar seguimiento en la Practica del Profesional.

### **3.2 Utilización de la computación en la asignatura de Análisis Matemático**

La utilización de la computación en cualquier disciplina o asignatura como ya hemos comentado puede ser de gran ayuda al entendimiento de los conceptos que en ellas se exponen.

En la asignatura de Análisis Matemático es una de las asignaturas en la cual se le puede dar una buena utilización de la computación, ya sea como medio de enseñanza o herramienta de trabajo de las dos maneras ayuda al mejoramiento del proceso de enseñanza- aprendizaje.

Una buena práctica de familiarización donde se logre que el estudiante sea capaz de trabajar con documentos, hojas de cálculo, presentaciones, de comunicarse por correo electrónico y sepa como utilizar la red, nos ayudara no solo al análisis matemático sino a todas las otras asignaturas. Desde las mismas clases practicas, seminarios, libros y conferencias digitales puestas en la red como sistema de apoyo al profesor.

A continuación, tomando como herramienta de trabajo y medio de enseñanza al software profesional MATHEMATICA, expondremos de una forma teórico – práctica el apoyo que se puede lograr para el estudio del Análisis Matemático.

#### ***Nociones básicas del MATHEMATICA***

En el programa MATHEMATICA se pueden distinguir dos grandes partes. Una de ellas, llamada núcleo (Kernel), es la encargada de ejecutar todos los comandos y realizar los calculos necesarios. La otra parte es la interfaz del usuario (Front-End). Existe un tipo especial de Front-End que permite generar documentos interactivos en los que se mezclan gráficos y textos y en el que se incluirán todos los comandos a evaluar por el núcleo; a ese tipo de documentos

se los denomina Notebooks. La forma de interaccionar entre estas dos partes la dirige el usuario, es decir, que el núcleo no realiza ninguna acción hasta que el usuario no se lo indique y para ello se puede pulsar las teclas Shift y Enter simultáneamente. En caso de pulsar la tecla Enter únicamente, la entrada no se evaluará, simplemente se cambia de línea para poder introducir otro input. Una vez pulsado Shift y Enter, se evaluarán todos los inputs introducidos. Una vez cargado el núcleo, se está en condiciones de comunicarse con el programa. A un input dado por el usuario, MATHEMATICA devolverá un output que numerará (ambos con el mismo número) secuencialmente a lo largo de una sesión de trabajo. Esto permite hacer referencia en cualquier momento a un resultado obtenido o a una variable definida anteriormente. El símbolo % se utiliza para referirse al output inmediatamente anterior; pueden usarse %%,

%%%, %%%%, etc. para el penúltimo, antepenúltimo, etc. Otra forma alternativa es usar %n, donde n es el número del output. Además, cada entrada y salida lleva un corchete situado a la derecha de la pantalla delimitando lo que denominaremos celdas (Cell). Esta distinción por celdas nos permitirá, entre otras cosas, cambiar el estilo y formato de éstas, suprimirlas fácilmente y agruparlas o desagruparlas por bloques de trabajo. También conviene saber que los inputs se pueden recalcular cuantas veces se desee (por si queremos cambiar un dato, por ejemplo) y la nueva salida sustituirá a la antigua asignándoles a ambos una nueva numeración. Otro punto a tener en cuenta es que cuando escribamos comandos deberemos tener cuidado con:

Las mayúsculas y minúsculas. MATHEMATICA distingue unos caracteres de otros. Todas las funciones, opciones, variables y constantes incorporadas al programa empiezan con mayúscula (conviene nombrar las que definamos nosotros con minúscula).

Los espacios. Un espacio entre dos variables se interpreta como un signo de multiplicación. Por esto, nunca debemos dejar un espacio entre caracteres cuando demos un nombre a una constante, variable o función.

Paréntesis, corchetes y llaves. Tienen funciones muy diferentes. Los paréntesis se utilizan para agrupar e indican prioridad en las operaciones a efectuar. Los corchetes son exclusivos de las funciones y delimitan el argumento de las mismas (¡no usarlos como un segundo nivel de paréntesis!) y, por último, las

llaves se utilizan para definir listas (vectores y matrices, por ejemplo) de elementos.

Una de las novedades más importantes que se introdujo en la versión 3.0 y que ha continuado hasta la versión actual es lo que se denominan paletas (palettes). Las paletas son pequeñas ventanas que podemos activar (o desactivar) y que contienen algunas de las operaciones, órdenes e instrucciones más usuales que necesitaremos durante nuestro trabajo. Inicialmente son siete paletas que contienen todo tipo de operaciones, desde las más básicas hasta otras más complejas de Cálculo Algebraico, Cálculo Integral o de Cálculo Diferencial. Pero no solo nos va a servir para tenerlas más a mano, sino que además nos ofrecen la posibilidad de escribir, y por tanto resolver, de la misma forma que escribimos en un folio. Es decir, podemos resolver la integral definida de  $x$  entre 0 y 2 tecleando `Integrate[x, {x, 0, 2}]` o usar la Paleta 3 denominada BasicCalculations (la podemos encontrar en `File/Palettes/3BasicCalculations`) y escribir  $\int_0^2 x dx$  lo cual es mucho más intuitivo. Éste podría ser el aspecto normal de parte de una ventana de MATHEMATICA, donde podemos apreciar algunos de los aspectos que ya hemos comentado hasta este punto.

A la izquierda tenemos el Notebook, donde hemos realizados algunas operaciones sencillas. Con cada input que hemos introducido, y una vez que hemos pulsado `Shift+Enter`, el núcleo nos devuelve un output y todos ellos van enumerados consecutivamente. Al realizar la primera operación se activó el núcleo (luego la suma  $2+2$  no es que haya tardado unos segundos en realizarla sino que primero se cargó el núcleo y luego realizó la operación). El núcleo solo es visible en una pestaña de la barra de tareas, si se pulsa apreciaremos que no ocurre nada, es decir, el núcleo no es visible.

A la derecha tenemos activadas cuatro paletas. La de la izquierda es la Paleta 3 (Basic-Calculations), la del centro es la Paleta 6 (CompleteCharacters) y las dos últimas son: arriba la Paleta 4 (BasicInput) y abajo la Paleta 2 (AlgebraicManipulation). Estas paletas son las que hemos utilizado para facilitarnos la escritura de la integral, el límite y la matriz que aparecen en el Notebook.

### **Calculo Diferencial e Integral**

#### *Limite de funciones*

El concepto de límite es uno de los más importantes para el desarrollo del Análisis Matemático. Aparte de ser básico para la formulación de los conceptos de derivada e integral, es importante en si mismo para el estudio del comportamiento de funciones.

MATHEMATICA dispone de la función:

Limit[ expresión,  $x \rightarrow a$  ] para calcular el límite de una expresión que representa una función de  $x$ , cuando " $x$ " se aproxima a " $a$ ". Con el Kernel de Matemática se pueden evaluar muchos límites fundamentales. Cargando el paquete Calculus`Limit` se pueden evaluar además límites de funciones especiales.

Ejemplos:

<code>Limit[<math>\frac{\text{Tan}[x]}{x}</math>, <math>x \rightarrow 0</math>]</code>
1
<code>Limit[Exp[x], <math>x \rightarrow \infty</math>]</code>
$\infty$

Se pueden calcular límites laterales adicionando como parámetro la cláusula "Direction->b" donde b es 1 ó -1, en dependencia de si nos acercamos a "a" en dirección positiva (por la izquierda) o negativa (por la derecha).

<code>Limit[Tan[x], <math>x \rightarrow \frac{\pi}{2}</math>, Direction <math>\rightarrow 1</math>]</code>
$\infty$

Eso calculó el límite por la izquierda. En cambio

```
Limit[Tan[x], x →  $\frac{\pi}{2}$ , Direction → -1]
```

```
-∞
```

Eso calculó el límite por la derecha porque es en dirección negativa. Un ejemplo de cálculo con funciones especiales (no calculable directamente con el Kernel) puede ser el siguiente:

```
Limit[PolyGamma[3, y], y →  $\frac{3}{2}$ ]
```

```
Limit[PolyGamma[3, y], y →  $\frac{3}{2}$ ]
```

En cambio

```
<< "Calculus`Limit`"
```

```
Limit[PolyGamma[3, y], y →  $\frac{3}{2}$ ]
```

```
6  $\left(-16 + \frac{\pi^4}{6}\right)$ 
```

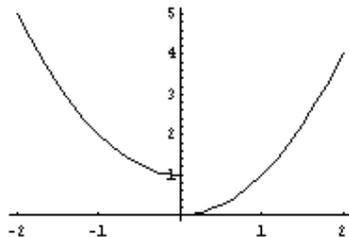
Nota: PolyGamma[i,z] es la derivada i-esima de la función Gamma[z] clásica (definida como la integral de 0 a infinito de  $t^{z-1} \cdot \text{Exp}[-t]$ ).

MATHEMATICA puede trabajar con funciones definidas seccionalmente, por ejemplo, usando por ejemplo la función If y logra una buena definición de la función:

```
h[x_] := If[x > 0, x2, x2 + 1];
```

```
Plot[h[x], {x, -2, 2}];
```

```
{h[2], h[-2], h[0], Limit[h[x], x → 1], Limit[h[x], x → -1]}
```



```
{4, 5, 1, 1, 2}
```

No se recomienda en cambio, utilizar esta definición de la función para evaluar el límite en un punto de discontinuidad

```
Limit[h[x], x -> 0, Direction -> -1]
```

```
Limit[h[x], x -> 0, Direction -> -1]
```

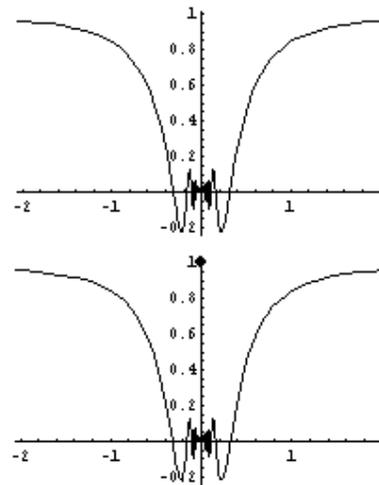
```
Limit[h[x], x -> 0, Direction -> -1]
```

```
Limit[h[x], x -> 0, Direction -> -1]
```

Otro ejemplo más conflictivo porque muestra como MATHEMATICA puede engañarse con la discontinuidad:

```
s[x_] := If[x ≠ 0, x Sin[1/x], 1]
```

```
Show[Plot[s[x], {x, -π, π}], Graphics[{PointSize[0.04], Point[{0, 1}]}]]:
```



En lugar de

```
Limit[s[x], x -> 0]
```

```
1
```

Deberemos solicitar:

```
Limit[x * Sin[1/x], x -> 0]
```

0

MATHEMATICA no puede evaluar límites de funciones de dos variables pero puede evaluar al menos límites iterados:

$$f[x_, y_] = x y / (x^2 + y^2)$$

$$\frac{x y}{x^2 + y^2}$$

$$\text{Limit}[f[x, y], x \rightarrow 1]$$

$$\text{Limit}[f[x, y], y \rightarrow 0]$$

$$\text{Limit}[\text{Limit}[f[x, y], x \rightarrow 1], y \rightarrow 0]$$

$$\frac{y}{1 + y^2}$$

0

0

### Derivadas

MATHEMATICA permite calcular simbólicamente y numéricamente la derivada de una función en un punto. Como normalmente se trabaja con parámetros, el enfoque del cálculo diferencial es siempre el del cálculo diferencial de varias variables.

Se disponen así de las siguientes funciones (atención que por ahora  $f$  es realmente una expresión que se considera dependiente de  $x$ , no una función pura):

$D[f, x]$  para calcular la derivada parcial de  $f$  respecto a  $x$  (que es en particular la derivada total si  $f$  solamente depende de  $x$ ).

Alternativamente se puede escribir  $\partial_x f$

$D[f, \{x, n\}]$  para calcular la derivada parcial de orden  $n$  de  $f$  respecto a  $x$ . La alternativa en forma estándar es  $\partial_{\{x, n\}} f$

$D[f, \{x, n\}, \{y, m\}]$  para calcular la derivada de orden  $n+m$  de  $f$  respecto a  $y$   $m$ -veces y respecto a  $x$   $n$ -veces en ese orden de cálculo. Más precisamente:  $D[f, \{x, n\}, \{y, m\}] = D[ D[f, \{y, m\}], \{x, n\} ]$ .

En forma estándar  $\partial_{\{x, n\} \{y, m\}} f$ . Si  $n=m=1$ , la forma estándar se simplifica a  $\partial_{x, y} f$

$Dt[f, x]$  calcula la derivada total de  $f$  respecto a  $x$ , cuando se tiene una dependencia compuesta, por

Ejemplo del tipo:  $f[u, x]$  con  $u=u[x]$

$Dt[f]$  calcula la diferencial de  $f$

Ejemplos:

<b><math>D[\text{Sin}[x], x]</math></b>
$\text{Cos}[x]$

Obsérvese la forma estándar alternativa

<b><math>\partial_x \text{Sin}[x]</math></b>
$\text{Cos}[x]$
<b><math>D[1 / (x * y), \{x, 2\}]</math></b>
$\frac{2}{x^2 y}$
<b><math>D[x^6 / y^2, x, y]</math></b>
$-\frac{12 x^5}{y^3}$

Obsérvese la forma estándar alternativa

<b><math>\partial_{x, y} \frac{x^6}{y^2}</math></b>
$-\frac{12 x^5}{y^3}$

$$D[x^6 / y^2, \{x, 3\}, \{y, 2\}]$$

$$\frac{720 x^3}{y^4}$$

o equivalentemente

$$\partial_{\{x,3\},\{y,2\}} \frac{x^6}{y^2}$$

$$\frac{720 x^3}{y^4}$$

$$Dt[\sin[t x] \cos[t x], x]$$

$$\cos[t x]^2 (t + x Dt[t, x]) - (t + x Dt[t, x]) \sin[t x]^2$$

Nótese que se está suponiendo aquí la posibilidad de que  $t$  dependa de  $x$ , razón por la cual la respuesta anterior queda en términos de la derivada total de  $t$  respecto a  $x$ . Si se quisiera la diferencial de la función, se obtiene:

$$Dt[\sin[t x] \cos[t x]]$$

$$\cos[t x]^2 (x Dt[t] + t Dt[x]) - (x Dt[t] + t Dt[x]) \sin[t x]^2$$

y como se puede apreciar, queda en términos de la diferencial de  $t$  y la diferencial de  $x$ .

A partir del cálculo de la derivada se podría determinar la derivada en un punto por una sustitución:

$$\partial_x \sin[x]$$

$$\% /. x \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

$$\cos[x]$$

$$0$$

Si la derivada se define como una función pura, puede ser evaluada directamente en un punto:

```
Deriv[x_] = D[Sin[x], x]
```

```
Deriv[Pi]
```

```
Cos[x]
```

```
-1
```

Si la función  $f$  está definida como función pura y es derivable en cierto dominio  $D$ , se puede construir específicamente la función derivada como  $f'[x]$

```
f[x_] := Cos[x] + Tan[x];
```

```
f'[x]
```

```
Sec[x]^2 - Sin[x]
```

o en un punto específico:

```
f'[x]
```

```
1
```

MATHEMATICA puede calcular el valor de la derivada en un punto, de una función que está definida en un entorno reducido del punto y en este por un valor específico, utilizando la definición de derivada y la función `Limit`. Esto y las facilidades gráficas hacen de MATHEMATICA un instrumento sin igual para ilustrar conceptos y ejemplos patológicos del cálculo diferencial

### *Integrales*

MATHEMATICA dispone de muchas funciones básicas para el cálculo integral. Distinguimos a continuación varios tipos de integrales.

Integración en cuadraturas o exactas

Para el cálculo de integrales en cuadraturas o exactas,

MATHEMATICA cuenta con las siguientes funciones:

`Integrate[f,x]` calcula la integral indefinida (primitiva) de  $f[x]$ .

`Integrate[f, {x,xmin,xmax} ]` calcula la integral definida en una forma

exacta, esto es mediante la primitiva y la Regla de Barrow.

`Integrate[f, {x,xmin,xmax}, {y.ymin.ymax}... ]` Calcula una integral múltiple iterada, primero respecto a "y" y el resultado, respecto a "x".

Esto equivale a: `Integrate[f, {y.ymin.ymax},{x,xmin,xmax}... ]` Si los límites son constantes/

Las formas estándar en las entradas para estas funciones son naturales

Ejemplos:

<code>Integrate[Sin[x], x]</code>
<code>-Cos[x]</code>

o en forma estándar

$\int \text{Sin}[x] \, dx$
<code>-Cos[x]</code>

Uno menos trivial:

$\int \frac{1}{(x-1)^2+4} \, dx$
$\frac{1}{2} \text{ArcTan}\left[\frac{1}{2}(-1+x)\right]$

Una integral definida:

$\int_2^3 x^2 \, dx$
$\frac{19}{3}$

$\int_1^2 \text{Log}[x^2+3x-2] \, dx$
$-2 - \sqrt{17} \text{ArcTanh}\left[\frac{5}{\sqrt{17}}\right] + \sqrt{17} \text{ArcTanh}\left[\frac{7}{\sqrt{17}}\right] - \frac{5 \text{Log}[2]}{2} + \frac{7 \text{Log}[8]}{2}$

**FullSimplify[%]**

$$-2 - \sqrt{17} \left( \operatorname{ArcTanh}\left[\frac{5}{\sqrt{17}}\right] - \operatorname{ArcTanh}\left[\frac{7}{\sqrt{17}}\right] \right) + \operatorname{Log}[256]$$

Las integrales definidas pueden ser impropias por la infinitud del intervalo:

$$\int_0^{\infty} \operatorname{Exp}[-x^2] \, dx$$

$$\frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

Incluso, se detecta no convergencia, si está perfectamente definida:

$$\int_1^{\infty} \frac{1}{x} \, dx$$

**Integrate::idiv : Integral of  $\frac{1}{x}$  does not converge on  $\{1, \infty\}$ .**

$$\int_1^{\infty} \frac{1}{x} \, dx$$

El cálculo de integrales definidas o indefinidas puede abarcar parámetros y ella intenta operar simbólicamente

$$\int \frac{1}{(a^2 - x^2)^{3/2}} \, dx$$

$$\frac{x}{a^2 \sqrt{a^2 - x^2}}$$

Sin embargo, MATHEMATICA siempre presupone que las constantes o parámetros que se manejan en este tipo de integración son los necesarios para que estas integrales tengan sentido. En algunos casos, llega a precisar totalmente la respuesta. Por ejemplo:

$$\int_1^{\infty} \frac{1}{x^a} \, dx$$

$$\operatorname{If}\left[\operatorname{Re}[a] > 1, \frac{1}{-1+a}, \int_1^{\infty} x^{-a} \, dx\right]$$

Se pueden calcular integrales múltiples. Por ejemplo, una integral doble en el rectángulo  $[0,1] \times [-1,1]$ :

$$\int_0^1 \int_{-1}^1 2x \sqrt{1-y^2} \, dy \, dx$$

$$\frac{\pi}{2}$$

Una integral múltiple en el triángulo  $[0,1] \times [0,1]$ ,  $y < x$ :

$$\int_0^1 \int_0^x xy \, dy \, dx$$

$$\frac{1}{8}$$

Si se quiere obtener el mismo resultado permutando el orden de integración, deberemos plantear:

$$\int_0^1 \int_y^1 xy \, dx \, dy$$

$$\frac{1}{8}$$

En general, si una integral definida o indefinida no puede expresarse en términos de funciones elementales, MATHEMATICA trata de expresarlas en términos de funciones especiales. En última instancia las expresa en una forma lógica con una advertencia.

Véase un ejemplo en el que no hay primitivas:

$$\int \text{Exp}[-x^2] \, dx$$

$$\frac{1}{2} \sqrt{\pi} \text{Erf}[x]$$

La función  $\text{Erf}[x]$  en MATHEMATICA representa la función error.

Integración numérica

Se puede obtener el valor numérico (aproximado) de una integral definida utilizando  $\text{N}[\text{Integrate}[f,\{x,xmin,xmax\}]]$  pero esto supone

primero obtener la integral exacta a partir del comando Integrate y luego su aproximación numérica. Ejemplo:

$\mathbf{N}\left[\int_{0.1}^{1.1} \mathbf{Tan}[x] \, dx\right]$
0.78554
$\mathbf{N}\left[\int_1^{\infty} \frac{1}{x^2} \, dx\right]$
1.

sin embargo, estos cálculos no son integraciones numéricas propiamente dichas. No se resuelve así el problema del cálculo de una integral cuando no tenga primitiva, o no se pueda expresar en términos de funciones evaluables numéricamente, o simplemente cuando MATHEMATICA no sea capaz de evaluar la integral indefinida. Para la integración numérica se utiliza en general:

$\mathbf{NIntegrate}[f, \{x, x_{\min}, x_{\max}\}]$

A esta función se le puede añadir la cláusula "WorkingPrecision->n" para precisar la exactitud del cálculo.

Ejemplos:

$\mathbf{NIntegrate}[\mathbf{Sin}[x], \{x, -1, 3\}]$
1.53029

o

$\mathbf{NIntegrate}[\mathbf{Sin}[x], \{x, -1, 3\}, \mathbf{WorkingPrecision} \rightarrow 60]$
1.53029480246858517467250940217423790612598951723351055648418

Se pueden calcular integrales impropias (con límites infinitos) así como integrales múltiples numéricamente:

$\mathbf{NIntegrate}\left[\frac{1}{x^2}, \{x, 1, \infty\}\right]$
---

1.

$$\mathbf{NIntegrate}[2x\sqrt{1-y^2}, \{x, 0, 1\}, \{y, -1, 1\}]$$

1.5708

Las posibilidades de integración numérica pueden lógicamente incrementarse indefinidamente con la ayuda de la programación y de hecho hay paquetes destinados a facilitar el cálculo exacto o aproximado de ciertas integrales especiales, por ejemplo, las que aparecen en las series o transformadas de Fourier.

### *Series Numéricas y Productos*

Ya hablamos que MATHEMATICA tiene una función Sum que calcula la sumatoria sobre un índice, desde un mínimo hasta un máximo y con cierto incremento:

$$\text{Sum}[f, \{k, k_{\min}, k_{\max}, \text{incremento}\}]$$

y esta función se representa en forma estándar por una sumatoria. Si no se especifica incremento, se considera 1. Si no se especifica Kmin, se considera 1. De esta forma, la lista que constituye el segundo parámetro puede tener dos valores: {k,kmax}, tres: {k,kmin,kmax} o cuatro: {k.kmin,kmax,incremento}. y esta función se representa en forma estándar por una sumatoria.

$$\sum_{k=1}^{30} \frac{1}{4k^2 - 1}$$

$$\frac{30}{61}$$

Observe el cálculo exacto con números racionales. Pruébese:

$\sum_{k=4}^{15} \frac{k-1}{(k-3)^k}$
<pre>497523459046187418522279588420831520003758996825744649 1588393214952836839784032201788113761075200000000000000</pre>
<b>N[%]</b>
3.13224

Realmente lo que hace N[Sum[...]] es invocar a una función específica del Kernel denominada NSum y que calcula aproximaciones numéricas de las sumas por la integral de Euler-Maclaurin o el método de ajuste de Wynn.

<b>NSum[(k - 1) / (k - 3) ^ k, {k, 4, 15}]</b>
3.13224

Las funciones Sum y NSum pueden servir para calcular la suma de algunas series numéricas. En principio, siempre es posible hacerlo en forma numérica (hay opciones además para controlar precisión y exactitud, como se puede consultar en la ayuda)

<b>N[Sum[1/2^k, {k, 1, Infinity}]]</b>
1.

Pero además MATHEMATICA 5.1 es capaz ya de calcular esta suma sin la opción N:

<b>Sum[1/2^k, {k, 1, Infinity}]</b>
1

La función sumatoria se puede generalizar a varios índices:

$\text{Sum}[f, \{k, k_{\min}, k_{\max}, k_{\text{inc}}\}, \{l, l_{\min}, l_{\max}, l_{\text{inc}}\}, \dots]$

para calcular una sumatoria iterada, la primera, la más externa.

Ejemplo:

```
Sum[(1+1)/(1+k+j), {1, 3, 10}, {k, 1, 3}, {j, 2, 3, 0.2}]
```

```
96.7178
```

MATHEMATICA tiene funciones análogas para el cálculo de productos:

Product[f,{i,imin,imax}] y NProduct[f,{i,imin,imax}]

que calculan el producto exacto y numéricamente como las sumas

Ejemplo:

```
Product[1/k^2, {k, 10}]
```

```

      1
-----
13168189440000

```

Para los productos infinitos no siempre existe solución exacta.

### *Series de Potencias*

El desarrollo en series de potencias de una función  $f$  en un entorno de  $x=a$  tiene por coeficientes de  $(x-a)^k$ , la derivada  $k$ -ésima de  $f$  en el punto  $a$  dividida por el factorial de  $k$ . Tal desarrollo se extiende teóricamente desde  $k=0$  hasta infinito. En MATHEMATICA no se puede obtener con infinitos términos; pero es posible obtener tantos términos como los que se desee de manera que tengamos la representación hasta la potencia  $(x-a)^n$  con un error del orden de  $x^m$  para algún  $m$  no menor que  $n$ .

Para obtener los desarrollos en serie se utiliza la función:

Series[f,{x,a,n}]

Ejemplos:

```
Series[Sin[x], {x, 0, 4}]
```

```

x -  $\frac{x^3}{6}$  + O[x]^5

```

Se pueden obtener desarrollos de una función  $f[x]$  alrededor de  $a=Infinity$ . Teóricamente ellos se obtienen construyendo la función

$g[y]=f[1/y]$ , buscando el desarrollo de  $g[y]$  alrededor de  $y=0$ , y luego, sustituyendo "y" por "1/x".

En MATHEMATICA el desarrollo de  $f[x]$  alrededor del Infinito se obtiene directamente con la misma función Series:

**Series[Log[1/x^2], {x, Infinity, 5}]**

$$2 \operatorname{Log}\left[\frac{1}{x}\right] + O\left[\frac{1}{x}\right]^4$$

Los desarrollos en series se pueden generalizar a varias variables:

Series[f,{x,a,m},{y,b,n}]

Ejemplo:

**Series[Exp[x y], {x, 0, 3}, {y, 0, 5}]**

$$1 + (y + O[y]^{16})x + \left(\frac{y^2}{2} + O[y]^{16}\right)x^2 + \left(\frac{y^3}{6} + O[y]^{16}\right)x^3 + O[x]^4$$

Uno de los hechos más importantes para las aplicaciones es la posibilidad de obtener desarrollos en forma simbólica:

**Series[h[x], {x, 2, 4}]**

$$h[2] + h'[2](x-2) + \frac{1}{2} h''[2](x-2)^2 + \frac{1}{6} h^{(3)}[2](x-2)^3 + \frac{1}{24} h^{(4)}[2](x-2)^4 + O[x-2]^5$$

Pero aún más importante que lo anterior es la posibilidad de operar algebraica y analíticamente con las series de potencias.

MATHEMATICA intenta siempre dar las respuestas en forma de series desarrolladas. Ejemplos:

**Series[Exp[x], {x, 0, 10}]**

$$1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6} + \frac{x^4}{24} + \frac{x^5}{120} + \frac{x^6}{720} + \frac{x^7}{5040} + \frac{x^8}{40320} + \frac{x^9}{362880} + \frac{x^{10}}{3628800} + O[x]^{11}$$

**%^3**

$$1 + 3x + \frac{9x^2}{2} + \frac{9x^3}{2} + \frac{27x^4}{8} + \frac{81x^5}{40} + \frac{81x^6}{80} + \frac{243x^7}{560} + \frac{729x^8}{4480} + \frac{243x^9}{4480} + \frac{729x^{10}}{44800} + O[x]^{11}$$

**D[%, x]**

$$3 + 9x + \frac{27x^2}{2} + \frac{27x^3}{2} + \frac{81x^4}{8} + \frac{243x^5}{40} + \frac{243x^6}{80} + \frac{729x^7}{560} + \frac{2187x^8}{4480} + \frac{729x^9}{4480} + 0[x]^{10}$$

**% + Tan[x]**

$$3 + 10x + \frac{27x^2}{2} + \frac{83x^3}{6} + \frac{81x^4}{8} + \frac{149x^5}{24} + \frac{243x^6}{80} + \frac{6833x^7}{5040} + \frac{2187x^8}{4480} + \frac{13397x^9}{72576} + 0[x]^{10}$$

El último resultado es particularmente interesante. Nótese que MATHEMATICA busca por si mismo el desarrollo en series de potencias de Tan[x] hasta el mismo orden que el otro sumando para luego operar con éste y obtener la serie suma.

Si se dispone del desarrollo en series de potencias de f en un entorno de x=a, se puede obtener el desarrollo de la función inversa en el punto y=f[a]. Ello se hace con la función InverseSeries:

**Series[Exp[x], {x, 0, 4}]**

$$1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6} + \frac{x^4}{24} + 0[x]^5$$

**InverseSeries[%, y]**

$$(y-1) - \frac{1}{2}(y-1)^2 + \frac{1}{3}(y-1)^3 - \frac{1}{4}(y-1)^4 + 0[y-1]^5$$

es el desarrollo en series de la función Logaritmo en el punto Exp[0]=1. (Grau, Ricardo)

Por último, cuando se está trabajando con desarrollos en series de potencias se hace necesario convertir los resultados a una expresión ordinaria, eliminando los términos de orden mayor al deseado. Para ello MATHEMATICA utiliza la función Normal que trunca los desarrollos de la serie:

**Series[ArcTan[x], {x, 0, 5}]**

$x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + 0[x]^6$
<p><b>Normal [%]</b></p>
$x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5}$

### 3.3. Diseño Web

Como parte de esta nueva estrategia podemos ejemplificar lo positiva que puede ser una buena vinculación con la computación haciendo uso de buen plan curricular. A continuación se mostraran los conceptos que conlleva una Web, herramientas que se utilizan y como resultado se mostrara de forma practica el sitio Web de nuestra carrera. (Servicio Web)

#### 3.3.1. Conceptos Preliminares

El **diseño Web** es una actividad que consiste en la planificación, diseño e implementación de sitios Web y páginas Web. No es simplemente una aplicación del diseño convencional sobre Internet ya que requiere tener en cuenta cuestiones tales como navegabilidad, interactividad, usabilidad, arquitectura de la información y la interacción de medios como el audio, texto, imagen y vídeo.

El diseño Web ha visto amplia aplicación en los sectores comerciales de Internet especialmente en la World Wide Web. Asimismo, a menudo la Web se utiliza como medio de expresión plástica en sí. Artistas y creadores hacen de las páginas en Internet un medio más para ofrecer sus producciones y utilizarlas como un canal más de difusión de su obra.

Una Página Web es una fuente de información adaptada para la World Wide Web y accesible mediante un navegador de Internet. Ésta información se presenta generalmente en formato HTML y puede contener hiperenlaces a otras páginas Web, constituyendo la red enlazada de la World Wide Web.

Las **páginas Web** pueden ser cargadas de una computadora local o remoto, llamado Servidor Web. El servidor Web puede restringir las páginas a una red privada, por ejemplo, una intranet, o puede publicar las páginas en el World Wide Web. Las páginas Web son solicitadas y transferidas de los servidores usando el Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP - Hypertext Transfer Protocol).

**World Wide Web (o la "Web")** es un sistema de documentos de hipertexto enlazados y accesibles a través de Internet. Con un navegador Web, un usuario visualiza páginas Web que pueden contener texto, imágenes u otros contenidos multimedia, y navega a través de ellas usando hiperenlaces.

Un **hiperenlace** (también llamado enlace, vínculo, hipervínculo o liga) es un elemento de un documento electrónico que hace referencia a otro recurso, por ejemplo, otro documento o un punto específico del mismo o de otro documento. Combinado con una red de datos y un protocolo de acceso, un hiperenlace permite acceder al recurso referenciado en diferentes formas, como visitarlo con un agente de navegación, mostrarlo como parte del documento referenciador o guardarlo localmente.

**El protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP, HyperText Transfer Protocol)** es el protocolo usado en cada transacción de la Web (WWW). El hipertexto es el contenido de las páginas Web, y el protocolo de transferencia es el sistema mediante el cual se envían las peticiones de acceso a una página y la respuesta con el contenido. (Wikipedia)

### **3.3.2. Diseño de sitios Web**

Antes de desarrollar un sitio Web se debe tener bien en cuenta un conjunto de elementos que definirán la finalidad del sitio y en base a eso definir que tipo de diseño y estructura llevará. Primeramente se hacen dos preguntas claves: ¿qué tipo de información se publicará en el sitio? y ¿a quienes va dirigido, en base a las respuestas de esas preguntas se implementa el diseño y la estructura.

La accesibilidad Web o de la interfaz, indica la capacidad de acceso a la Web y a sus contenidos por todas las personas, independientemente de la

discapacidad (física, intelectual o técnica) que presenten. Esta cualidad está íntimamente relacionada con la usabilidad.

La usabilidad universal es la característica de un sistema que pretende ser utilizado por:

- el tipo o tipos específicos de usuario(s),
- la tarea o tareas que para las cuales el sistema se ha hecho, y el contexto en el que se da la interacción.
- El "grado de usabilidad" de un sistema es, por su parte, una medida empírica y relativa de la usabilidad del mismo.
- El concepto de usabilidad se refiere a una aplicación (informática) de (software) o un aparato (hardware), aunque también puede aplicarse a cualquier sistema hecho con algún objetivo particular.
- El modelo conceptual de la usabilidad, proveniente del diseño centrado en el usuario, no está completo sin la idea utilidad.

Principios básicos en los que se basa la usabilidad:

- **Facilidad de Aprendizaje:** facilidad con la que nuevos usuarios desarrollan una interacción efectiva con el sistema o producto. Está relacionada con la predicibilidad, sinterización, familiaridad, la generalización de los conocimientos previos y la consistencia.
- **Flexibilidad:** relativa a la variedad de posibilidades con las que el usuario y el sistema pueden intercambiar información. También abarca la posibilidad de diálogo, la multiplicidad de vías para realizar la tarea, similitud con tareas anteriores y la optimización entre el usuario y el sistema.
- **Robustez:** es el nivel de apoyo al usuario que facilita el cumplimiento de sus objetivos. Está relacionada con la capacidad de observación del usuario, de recuperación de información y de ajuste de la tarea al usuario.

En informática, la usabilidad está muy relacionada con la accesibilidad, hasta el punto de que algunos expertos consideran que una forma parte de la otra o viceversa. Uno de estos expertos y gurú de la usabilidad en los entornos Web

es Jakob Nielsen, quien definió la usabilidad en el 2003 como "un atributo de calidad que mide lo fáciles de usar que son las interfaces Web". (Nielsen, J. 2003)

### **3.3.3. Programación de Sitios Web**

En este apartado hablaremos sobre todas las herramientas necesarias que se utilizan en la elaboración de un Sitio Web. Así como se hace el modelado de una Web.

#### **3.3.3.1 ¿Por qué modelar conceptualmente un sitio Web?**

Los modelos se crean para lograr un mejor entendimiento de un ente a representar; si el modelo busca representar un ente que existe, será descriptivo y si el ente no existe, será un modelo prescriptivo.

En fases iniciales del desarrollo de sistemas, específicamente en la fase de Análisis, se deben crear los modelos conceptuales del sistema. Según, estos modelos deben describir el problema y los requerimientos de los usuarios, considerando que en una etapa posterior de diseño se construirán los modelos que entreguen la solución que satisfaga los requerimientos de los usuarios y el problema planteado. Durante el análisis, el analista debe poner especial atención en el dominio del conocimiento, objetivos, requerimientos y entorno del sistema, es decir, debe "orientarse al problema" y no limitarse a modelar la solución al problema. De esta forma se facilita el modelamiento y la validación por parte de los usuarios.

Los modelos creados hacen uso de notación gráfica que representa principalmente la información, los procesos y el comportamiento del sistema. Esto puede complementarse con texto, ya sea en lenguaje cotidiano o especializado. El rol de los modelos se puede sintetizar en:

- Ayudar al analista a entender la información, la función y el comportamiento del sistema, haciendo por tanto más fácil y sistemática la tarea de analizar requerimientos.
- Convertirse en el punto de comparación entre lo logrado y lo planificado.

- Fundamentar el diseño, proporcionando al diseñador una representación lógica, o esencial, de la implementación.

Por otro lado, se puede destacar la gran popularidad que han logrado las aplicaciones Web. Esto debido al rápido progreso de herramientas y tecnologías para desarrollarlas, y a que los diseñadores de sistemas están reconociendo que hay situaciones donde las aplicaciones Web tienen ventajas significativas con respecto a las aplicaciones tradicionales. Los ambientes actuales del desarrollo facilitan la producción de aplicaciones Web simples, lo que tiene el efecto secundario de impulsar a los desarrolladores a que construyan aplicaciones sin el adecuado análisis y diseño. Esto a la larga trae diversos problemas si se piensa que cualquier sistema con complejidad no trivial necesita ser diseñado y ser modelado.

### **3.3.3.2. Herramientas**

#### ***El HTML***

El HTML, acrónimo inglés de HyperText Markup Language (lenguaje de marcas hipertextuales), lenguaje de marcación diseñado para estructurar textos y presentarlos en forma de hipertexto, que es el formato estándar de las páginas Web. Gracias a Internet y a los navegadores del tipo Internet Explorer, Opera, Firefox o Netscape, el HTML se ha convertido en uno de los formatos más populares que existen para la construcción de documentos y también de los más fáciles de aprender.

#### ***Algunas etiquetas básicas de HTML***

Las etiquetas básicas de HTML, de obligada presencia en todo documento son:

- `<HTML>`: Es la etiqueta que define el inicio del documento html, le indica al navegador que todo lo que viene a continuación debe tratarlo como una serie de códigos html.
- `<HEAD>`: Define la cabecera del documento html, esta cabecera suele contener información sobre el documento que no se muestra directamente en el navegador. Como por ejemplo el título de la ventana de su navegador. Dentro de la cabecera `<HEAD>` podemos encontrar:

- <TITLE>: Define el título de la página. Por lo general, el título aparece en la barra de título encima de la ventana
- <LINK>: para definir algunas características avanzadas, como por ejemplo las hojas de estilo usadas para el diseño de la página, ejemplo :<link rel="stylesheet" href="/style.css" type="text/css">
- <BODY>: Define el contenido principal o cuerpo del documento, esta es la parte del documento html que se muestra en el navegador, dentro de esta etiqueta pueden definirse propiedades comunes a toda la página, como color de fondo y márgenes. Dentro del cuerpo <BODY> podemos encontrar numerosísimas etiquetas. A continuación se indican algunas a modo de ejemplo:
  - <H1>, <H2>,... <H6>: encabezados o títulos del documento en diferentes tamaños de fuente
  - <P>: párrafo nuevo
  - <BR>: salto de línea forzado
  - <TABLE>: comienzo de una tabla (las filas se identifican con <TR> y las celdas dentro de las filas con <TD>)
  - <A>: indica la existencia de un hipervínculo o enlace, dentro o fuera la página Web. Debe definirse el parámetro de pasada por medio del atributo href (ejemplo: <a href="http://www.google.com">Google</a> se representa como Google)
  - <DIV>: comienzo de un área especial en la página
  - <IMG>: indica la existencia de una imagen para mostrarse en el navegador
  - <font color="#rrggbb">: Color del texto, representado por un código hexadecimal. "rr"=Red, "gg"=Green, "bb"=Blue. Cada par puede variar entre 00(el tono más oscuro) a FF (más claro).
  - <LI><OL><UL>:Es uno de los más utilizados para el manejo de listas.
  - <b>: Texto en negrita
  - <i>: Texto en cursiva
  - <u>: Texto subrayado
  - <marquee="texto">: texto en movimiento horizontal

Cada etiqueta debe cerrarse tal cual se abrió pero con un pequeño cambio: un "/" tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

```
<script> </script>
```

### Nociones básicas de HTML

El lenguaje HTML puede ser creado y editado con cualquier editor de textos básico, como puede ser Gedit, el Bloc de Notas de Windows (o Notepad), o cualquier otro editor que admita texto sin formato como GNU Emacs, Microsoft Wordpad, TextPad, Vim etc.

Existen además, otros programas para la realización de sitios Web o edición de código HTML, como por ejemplo Microsoft FrontPage, el cual tiene un formato básico parecido al resto de los programas de Office. También existe el famoso software de Macromedia (que adquirió la empresa Adobe) llamado Dreamweaver, siendo uno de los más utilizados en el ámbito de diseño y programación Web. (Wikipedia)

### **La CSS**

Las hojas de estilo en cascada (Cascading Style Sheets, CSS) son un lenguaje formal usado para definir la presentación de un documento estructurado escrito en HTML o XML (y por extensión en XHTML). El W3C (World Wide Web Consortium) es el encargado de formular la especificación de las hojas de estilo que servirá de estándar para los agentes de usuario o navegadores.

La idea que se encuentra detrás del desarrollo de CSS es separar la estructura de un documento de su presentación.

Las ventajas de utilizar CSS (u otro lenguaje de estilo) son:

Control centralizado de la presentación de un sitio Web completo con lo que se agiliza de forma considerable la actualización del mismo.

Los Navegadores permiten a los usuarios especificar su propia hoja de estilo local que será aplicada a un sitio Web, con lo que aumenta considerablemente la accesibilidad. Por ejemplo, personas con deficiencias visuales pueden configurar su propia hoja de estilo para aumentar el tamaño del texto o remarcar más los enlaces.

Una página puede disponer de diferentes hojas de estilo según el dispositivo que la muestre o incluso a elección del usuario. Por ejemplo, para ser impresa, mostrada en un dispositivo móvil, o ser "leída" por un sintetizador de voz.

El documento HTML en sí mismo es más claro de entender y se consigue reducir considerablemente su tamaño. (Wikipedia)

### ***El PHP***

PHP es un lenguaje de programación usado frecuentemente para la creación de contenido para sitios Web con los cuales se puede programar las páginas html y los códigos de fuente. PHP es un acrónimo recursivo que significa "PHP Hypertext Pre-processor" (inicialmente PHP Tools, o, Personal Home Page Tools), y se trata de un lenguaje interpretado usado para la creación de aplicaciones para servidores, o creación de contenido dinámico para sitios Web. Últimamente también para la creación de otro tipo de programas incluyendo aplicaciones con interfaz gráfica usando las librerías GTK+.

Su interpretación y ejecución se da en el servidor Web, en el cual se encuentra almacenado el script, y el cliente sólo recibe el resultado de la ejecución. Cuando el cliente hace una petición al servidor para que le envíe una página Web, generada por un script PHP, el servidor ejecuta el intérprete de PHP, el cual procesa el script solicitado que generará el contenido de manera dinámica, pudiendo modificar el contenido a enviar, y regresa el resultado al servidor, el cual se encarga de regresárselo al cliente. Además es posible utilizar PHP para generar archivos PDF, Flash, así como imágenes en diferentes formatos, entre otras cosas. (Sitio oficial del PHP)

Permite la conexión a diferentes tipos de servidores de bases de datos tales como MySQL, Postgres, Oracle, ODBC, DB2, Microsoft SQL Server, Firebird y SQLite; lo cual permite la creación de Aplicaciones Web muy robustas.

### ***El MySQL***

MySQL es un sistema de gestión de base de datos, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones. MySQL AB desarrolla MySQL como

software libre en un esquema de licenciamiento dual. Por un lado lo ofrece bajo la GNU GPL, pero, empresas que quieran incorporarlo en productos privativos pueden comprar a la empresa una licencia que les permita ese uso. (Lo Nuevo del MySQL 4.0)

### ***¿Qué es un CMS?***

Un sistema de manejo de contenidos (Content Management Systems o CMS) es un software que se utiliza principalmente para facilitar la gestión de sitios Web, ya sea en Internet o en una intranet, y por eso también son conocidos como gestores de contenido Web (Web Content Management o WCM). Hay que tener en cuenta, sin embargo, que la aplicación de los CMS no se limita sólo a los sitios Web .

La funcionalidad de los sistemas de manejo de contenidos se divide en cuatro categorías: creación de contenido, gestión de contenido, publicación y presentación. (Robertson, J., So)

### ***¿Qué es el CMS Drupal?***

Drupal es un sistema de administración de contenido para sitios Web. Permite publicar artículos, imágenes, u otros archivos y servicios añadidos como foros, encuestas, votaciones, blogs y administración de usuarios y permisos. Drupal es un sistema dinámico: en lugar de almacenar sus contenidos en archivos estáticos en el sistema de ficheros del servidor de forma fija, el contenido textual de las páginas y otras configuraciones son almacenados en una base de datos y se editan utilizando un entorno Web incluido en el producto. (Wikipedia)

### ***3.3.3.3. Implementación del Sitio Web de la Carrera de Matemática***

#### **Antecedentes:**

- Existe el montaje esquemático de una página Web para la Facultad.

- Hay documentos de utilidad para los presentes propósitos en la Carpeta: Carrera de Matemática.

**Objetivos:**

- Confeccionar una página Web que brinde una mejor información sobre nuestra Carrera y del Departamento.
- Viabilizar el trabajo metodológico de los profesores del Claustro de la Carrera.
- Ayudar a la presentación y fácil actualización de la documentación requerida para la evaluación de la carrera.

**Consideraciones finales del Capítulo.**

La utilización de la computación en la matemática juega un papel importante por las facilidades que brinda; la computación ofrece al alumno conocimientos y destrezas básicas para que adquieran las bases de una educación tecnológica que le podrá servir para su adaptación en una sociedad en la que las nuevas tecnologías tienen cada vez un papel mas relevante.

## Conclusiones

El resultado de este trabajo ha sido consecuencia del estudio detallado de las perspectivas que debe tener un estudiante de Licenciatura en Matemática cuando culminen sus estudios, para que cuente con un currículo más enriquecido computacionalmente. Basado en ello, llegamos a las siguientes conclusiones:

1. El buen uso de la computación en cada una de las etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante de Matemática, permite obtener una mayor claridad de los conceptos y hace más eficaz este proceso.
2. Se estableció la propuesta de computación para la carrera de matemática.
3. El empleo de computación, la programación y el correcto uso de los software profesionales favorece la calidad en cuanto al trabajo metodológico del claustro de la carrera.
4. La computación constituye un fuerte medio de enseñanza al posibilitar un amplio campo para la realización de la tarea educativa, desde una concepción científica dirigida a presentar los hechos asociados a situaciones que permiten ser modelados por los estudiantes.

## Recomendaciones

Con el propósito de darle continuidad a la temática abordada en el presente trabajo recomendamos:

1. Analizar por parte del departamento la puesta en marcha de esta propuesta.
2. Aumentar el uso de la computación en las diferentes disciplinas de la carrera y darle uso como la fuerte herramienta de trabajo que se considera.
3. Valorar en trabajos futuros el uso de la computación en asignaturas más específicas.
4. Hacer uso de la página Web.

## Bibliografía

- Advine, F. (2000) et al. Diseño Curricular. Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño. La Habana. Documento en soporte electrónico.
- Alemán De Sánchez, A. (1999) La enseñanza de la matemática asistida por computadora.
- Alonso, I.; González, H. (2000) Experiencias sobre la implementación de la Práctica Profesional en el primer año de la carrera Licenciatura en Matemática en la Universidad de Oriente. Ciencias Matemáticas (La Habana), 8 (1), 102 - 107.
- Álvarez de Zayas, C. M. (1989) Fundamentos teóricos de la dirección del proceso docente educativo en la Educación Superior Cubana. La Habana: Pueblo y Educación.
- Álvarez de Zayas, C. M. (1992) La Escuela en la Vida. La Habana: Colección Educación y Desarrollo.
- Álvarez de Zayas, C. M. (1995) Metodología de la Investigación Científica. Santiago de Cuba: Centro de Estudios de Educación Superior "Manuel F. Gran". Universidad de Oriente.
- Álvarez de Zayas, C. M. (1998) La Pedagogía como Ciencia (Epistemología de la Educación). La Habana: Félix Varela.
- Álvarez de Zayas, R. M. (1997) Hacia un currículum integral y contextualizado. Honduras: Universidad Nacional Autónoma.
- Aula Fácil. Disponible en <<http://www.aulafacil.com/Didactica/clase6-1.htm>> Consultado: [23/05/2007]

- Benítez, F., Dimas, Berta (2005) La universalización de la Educación Superior en Cuba. Forjando una sociedad del conocimiento, sustentable. Febrero, Cuba. Disponible en:  
<<http://www.monografias.com/trabajos20/universalizacion-escuela-cuba/universalizacion-escuela-cuba.html>>
- Booch, G.; Rumbaugh, J.; Jacobson, I. (2001) El Lenguaje Unificado de Modelado. México: Addison Wesley.
- Crook, Charles. (1996) Ordenadores y aprendizaje colaborativo. Ediciones Morata S. L.
- Díaz, F. (1999) Metodología de Diseño Curricular para Educación Superior. México: Trillas.
- Engels, F. (1947) Dialéctica de la Naturaleza. Ed. Grijalbo, México.
- Fernández, F. (2001) Cómo Enseñar tecnologías informáticas. La Habana: Editorial Científico Técnica
- García, J. (1998) et al. Didáctica: Temas Complementarios. Universidad Pedagógica "Enrique J. Varona". La Habana.
- González Pérez, M. (2000) Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria, CEPES, Universidad de la Habana.
- Grau, Ricardo. Conferencias del Mathematica, Universidad de Las Villas, Cuba.
- Jiménez, J. A. (1992) Plan Zahara XXI: una propuesta de introducción de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en la enseñanza. En las nuevas tecnologías de la información en la educación. Ed. Alfar Madrid.

- Labañino Rizzo, Cesar. El software educativo en el contexto de la presente.
- Lo Nuevo del MySQL 4.0. Disponible en:<  
[www.programacion.net/articulo/mysql4/](http://www.programacion.net/articulo/mysql4/)>. [Consultado 23/05/2007]
- Martín, E. et. al. (2002) La Educación Superior en Cuba (Informe).
- Mitjans, A. (1995) Pensar y crear estrategias, métodos y programas. La Habana: Pueblo y Educación.
- MES (2000) Plan de estudio “C” (perfeccionado) de la carrera de Matemática.
- Nielsen, J. (2003) The usability lifecycle. Explicación paso a paso de un modelo de planificación de un sitio web que no margine la usabilidad y sea exitoso.
- Ramírez, Elsa C. (2004). Recursos computacionales para la enseñanza aprendizaje de la matemática en la educación superior.
- Ramírez, Elsa C., et al (2004) Perspectivas para la utilización de las nuevas tecnologías de la comunicación y la información en la enseñanza de la matemática en la educación superior.
- Rosell Puig, W. (1989.) Medios de Enseñanza I.S.C.M.H..Editorial Pueblo y Educación.
- ¿Robertson, J., So, what is a content management system? Step Two, 3 junio 2003 <[http://www.steptwo.com.au/papers/kmc\\_what/index.html](http://www.steptwo.com.au/papers/kmc_what/index.html)> [Consulta: mayo-junio 2005].
- Servicios Web. Disponible en:  
<[http://es.wikipedia.org/wiki/Servicios\\_Web](http://es.wikipedia.org/wiki/Servicios_Web)>. [Consultado 23/05/2007]

- Sitio oficial del PHP. Disponible en: <<http://www.php.net/>>. [Consultado 25/05/2007].
- Suárez J. (SUA,2000) “Perspectiva de las NTIC en la Educación Superior” Disponible en :  
<<http://www.ucatolicamz.edu.co/CampusVirtual/boletin/articulo1.html>>
- Tomàs, M., ET AL. (2000). El cambio de la cultura universitaria en el s.XXI: consecuencias en los procesos de E/A. Disponible en:  
<<http://dewey.uab.es/mtomas/consecue.htm>>
- Vaquero, Antonio, Fernández de Chamizo, Carmen (1987). La Informática Aplicada a la Enseñanza. Eudema S.A. Madrid.
- Vigotsky, L.S. (1982) Pensamiento y Lenguaje. La Habana: Pueblo y Educación.
- Wikipedia: Wikipedia en español es una enciclopedia de contenido libre la cual permite la edición de sus contenidos por cualquier usuario desde un navegador web.
- Yuen, P. K. and V. Lau (2003) Practical Web Technologies, Pearson Education.
- Zabalza, M. (1998) Los planes de estudio en la Universidad: algunas reflexiones para el cambio. Universidad de Santiago de Compostela. Disponible en: <<http://www.cica.es>>. [Consultado 18/12/2006].

## Anexos I

### Hardware

El hardware es la parte física de la computadora, lo que se ve. Se compone de las siguientes partes: Unidad Central de Proceso y Unidades Periféricas.

#### Unidad Central de Proceso (CPU)

Está compuesta de la Unidad de Control (supervisa funciones, ejecuta instrucciones), la Memoria Central (almacena instrucciones y datos) y la Unidad Aritmético-lógica (realiza las operaciones aritmético-lógicas).

#### Unidad de Control

La Unidad de Control consiste en un microprocesador que controla todo el funcionamiento de la computadora. El microprocesador es un circuito muy complejo que procesa diferentes órdenes y que está contenido en una pequeña pastilla llamada chip. En las computadoras actuales se diseñan sistemas de trabajo paralelos o complementarios que liberan al procesador central de tareas como controlar el generador de gráficos, realizar operaciones matemáticas... por ejemplo. La Unidad de Control controla el funcionamiento general del aparato, pero puede ser ayudada por otros coprocesadores. En estos casos puede suceder que no funcione un programa al intentar ejecutarlo en modelos no provistos de dicho coprocesador.

La Unidad de Control manipula información que debe tomar o depositar provisionalmente en algún sitio. Esta función la realiza otro chip que se llama memoria RAM.

#### Memoria Central

La **memoria RAM** (Random Access Memory) o "Memoria de acceso aleatorio" es el espacio de que dispone la computadora para guardar instrucciones o datos mientras trabaja. Esta memoria se pierde al apagar el aparato. Se mide en bytes, Kilobytes (1.000 bytes) y Megabytes (1.000 Kb).

Podemos pensar en un byte como un carácter (letra, número, signo). La unidad más elemental de información es un bit. Un bit de información sólo puede contener dos estados: 1 o 0 (abierto o cerrado). Un byte incluye 8 bits. Con 8 bits podemos obtener 256 combinaciones diferentes (letras, números o

caracteres). Para facilitar la comunicación entre las computadoras se definieron los caracteres ASCII que asignan a cada uno de esos 256 valores un carácter.

Las viejas computadoras domésticas poseían 64 Kb, luego 640 Kb. Actualmente se trabaja con 128, 256, 512 y 1024 Mb. El incremento de la memoria RAM está permitiendo un sistema más flexible de comunicación, más sencillo, más intuitivo (se necesita saber muy poca informática), basado en el uso de gráficos e iconos.

La **memoria ROM** (Read Only Memory) o "Memoria de lectura solamente" es la que define el fabricante. Contiene informaciones del sistema operativo y otros recursos generales de control.

### **Unidad Aritmético-Lógica (ALU)**

Es la encargada de realizar las operaciones aritméticas y lógicas.

### **Unidades Periféricas**

Los **Dispositivos de entrada** son los que permiten introducir información en la computadora. Esta información puede consistir en órdenes y datos de un programa, archivos,... Los más importantes son el teclado, el ratón, la pantalla táctil, la tableta gráfica (especie de pizarra sobre la que es posible escribir o dibujar, viéndose el efecto reflejado en la pantalla; se utiliza en combinación con programas de gráficos), el lápiz óptico (permite trabajar sobre la pantalla o leer etiquetas provistas con código de barras), la lectora óptica (permite leer documentos, corregir test), el escáner (lee una superficie impresa y la reproduce en la pantalla, digitaliza las imágenes que pueden ser tratadas luego por programas de gráficos), los disquetes (actualmente se trabaja con disquetes de 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> con una capacidad de más de 1 Mb), los discos de registro óptico (multiplican la capacidad hasta cientos de Mb.), discos duros (discos rígidos de gran capacidad y difícilmente transportables), CD-ROM (discos compactos de sólo lectura), CD-I (incluye imágenes comprimidas), CD-V (permite incluir imagen animada), DVD (permite guardar vídeo y películas), Módem (permite recibir información a través de la línea telefónica), etc.

Los **Dispositivos de salida** permiten sacar la información de la computadora. Los más importantes son: la pantalla, la impresora, el disco duro, los disquetes, CD-ROM, módem, etc.

## **Sistema Operativo**

El sistema operativo es el conjunto de órdenes básicas que controlan el funcionamiento de la computadora. Estas órdenes vienen dadas por el fabricante. Uno de los sistemas operativos más extendidos ha sido el MS-DOS y Windows (sistema propio de los compatibles IBM) y el Macintosh OS (sistema propio de los Macintosh).

### **Software.**

El software son los programas que utiliza la computadora, es decir, el conjunto de órdenes que lo hacen funcionar. El software de una computadora se compone básicamente del sistema operativo, los lenguajes de comunicación y los programas de aplicación.

¿Qué es un lenguaje de comunicación?

### **Lenguajes de comunicación**

Nos comunicamos con las computadoras mediante diferentes lenguajes. Las órdenes que puede entender una computadora deben expresarse en forma de códigos numéricos, es lo que se llama lenguaje máquina.

El lenguaje máquina es difícil de usar, por eso se recurre a programas ensambladores que facilitan la tarea. Sin embargo, el modo más frecuente de comunicación es mediante lenguajes de alto nivel como el Basic, Logo, Pascal, Fortran, Lisp, HTML, etc. Estos lenguajes traducen las órdenes que ellos aceptan en su sintaxis a las órdenes que acepta el procesador. Su utilización permite diseñar y crear programas diversos. Durante mucho tiempo la alfabetización informática se ha identificado con el aprendizaje de uno de estos lenguajes. Actualmente se insiste más en el conocimiento de algunas "aplicaciones" como: tratamiento de textos, gráficos, bases de datos, hojas de cálculo, paquetes estadísticos, contabilidad, comunicaciones, música, lenguajes de autor, educativos, simulaciones, juegos...

### **Intranet**

Una **intranet** es una red de computadoras de una red de área local (LAN) privada empresarial o educativa que proporciona herramientas de Internet, la cual tiene como función principal proveer lógica de negocios para aplicaciones de captura, reportes, consultas, etc. con el fin de auxiliar la producción de

dichos grupos de trabajo; es también un importante medio de difusión de información interna a nivel de grupo de trabajo. No necesariamente proporciona Internet a la organización.

### **Internet**

**Internet** es un método de interconexión de redes de computadoras implementado en un conjunto de protocolos denominado TCP/IP y garantiza que redes físicas heterogéneas funcionen como una red (lógica) única. De ahí que Internet se conozca comúnmente con el nombre de "red de redes", pero es importante destacar que Internet no es un nuevo tipo de red física, sino un método de interconexión.

### **Uso de hojas de cálculo**

Actualmente el uso de hojas de cálculo se ha puesto de moda, son muchos los ingenieros y científicos que han cambiado las complejas instrucciones de Fortran por éstas y cuando los problemas comienzan a complicarse y como investigadores queremos que nuestros resultados estén acompañados de un código propio, donde podamos visualizar resultados y generalizar a nuestro antojo, no pensamos ya en lenguajes complicados y multipropósitos como el C; recurrimos a otros un tanto más sencillos que nos brindan los actuales paquetes matemáticos para el cálculo simbólico y numérico.

Las hojas de cálculo como Excel de Microsoft, Lotus 1,2,3, Quattro Pro de Corel, se han convertido en la preferencia para cálculos aritméticos sencillos, procesamiento de datos y tablas siendo tan fáciles de usar como un procesador de texto.

A continuación se muestran los programas computacionales de utilidad en las matemáticas actuales:

Matemática Simbólica: MATHEMATICA, MACSYMA, MAPLE, MATHCAD

Matemática numérica: MATHEMATICA, MAPLE, MACSYMA, MATHCAD, MATLAB, POLYMATH, TK SOLVER, COLNEW, ODEPACK, PDECOL.

Optimización: GAMS

No hay duda que los softwares más utilizados por ingenieros y matemáticos son el MATHEMATICA, Maple, Matlab.

Para un matemático resulta imprescindible dominar al menos estos, ya que en los tiempos actuales no es suficiente conocer solo una herramienta computacional pues no todas las universidades pueden optar por el MATHEMATICA ya que su costo en el mercado es muy elevado, y les resultan sostenibles otros como el Maple. Esto no puede resultar un freno para el intercambio, tenemos que aprovechar nuestras posibilidades y adiestrar a nuestros estudiantes en al menos los de más frecuente uso y con estos conocimientos serán capaces de enfrentar cualquier otro lenguaje de forma rápida.

La idea es que los estudiantes sientan la necesidad de estos paquetes, y la misma sea orientada de forma tal que no sólo necesiten de ellos el uso de algunas funciones aisladas, sino que se sientan obligados a la implementación de algoritmos en los mismos, lo que dadas las facilidades de estos lenguajes los hará motivarse por la programación simbólica.

Con un fuerte dominio de los detalles de cada uno de los mismos y tras tiempo familiarizándose con las ventajas que traen consigo las nuevas versiones, el estudiante no solo tendrá respuestas sino que podrá ponerlas a prueba y generalizarlas. (Wikipedia)