

Ministerio de Educación Superior  
Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas  
Facultad de Matemática, Física y Computación



“MULTIMEDIA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS,  
DE LOS CONTENIDOS BÁSICOS UNIVERSITARIOS, UTILIZANDO UN  
MÉTODO DE GRAFICACIÓN”

Tesis presentada en opción al Título Académico de  
MASTER EN COMPUTACIÓN APLICADA

Autor: Lic. Jimy Virgilio Santana Cantos  
Tutores: Dr. Rogelio Silverio  
Dra. María del Carmen Chávez

Santa Clara  
2011

## **Dedicatoria**

A mi hermosa familia, mi madre querida, mis hijos Betzabeth y Rubén, mi compañera y linda esposa Belkys, motores de mi vida y mis sueños.

A mí querida amiga Bettys y no menos estimado amigo Marcos, por su sincera amistad.

A mi amigo Raúl Castillo, por sus enseñanzas de maestro y sabios consejos.

A mis compañeros de estudios, Andrés, Ingrid, María, Cesar, Eivys, Luciano, Marbel, Indira, Pedro, Laurimar, Yonny, Rubén, Fátima, Yovana, Maribel, Roxana, Zuleima y Frank, por sus esfuerzos y compañerismo absoluto.

A mis pupilos y ahora compañeros de trabajo, Ana y Adán, por su dedicación y esmero más que demostrado.

A los profesores de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Por su profesionalismo y apoyo.

A mis tutores Silverio y María del Carmen, por su calidad humana y académica, modelo a seguir.

A todos mil gracias...

## **Agradecimiento**

A Dios, por sobre todas las cosas, por la convicción de su fe, y la espiritualidad que nos  
hace más humanos.

A los que hicieron posible este trabajo con sus aportes académicos, sus orientaciones,  
sugerencias y sus enseñanzas de vida.

A los gobiernos revolucionarios de Venezuela y Cuba por permitir que dos pueblos se unan  
en una misma lucha de emancipación por una vida mejor para todos sus hombres y  
mujeres.

## **Resumen**

Este trabajo propone el desarrollo de un software multimedia, que se utilice como una herramienta para la aplicación más eficiente de la propuesta realizada por el investigador venezolano Dr. Pedro Alson, quien ha desarrollado un método innovador para el estudio-aprendizaje de las matemáticas, denominado: Métodos de Graficación, a nivel de los contenidos iniciales que se dictan en los cursos de Matemática I del sistema universitario nacional.

Este software permite que se modelen las estrategias de aprendizaje, se realicen las prácticas de forma interactiva y con retro alimentación inmediata, da la posibilidad de enlazar contenidos de forma hipertextual, con enlaces múltiples a los contenidos y actividades del método, de mostrar a los usuarios un mejor desempeño en la graficación de los ejemplos y ejercicios por las posibilidades propias de los sistemas informáticos.

Esto abre la posibilidad de incluir un conjunto mucho más amplio de casos de estudio, de ejemplos prácticos y de ejercicios propios del método, sin las limitaciones que supone el espacio y tamaño del propio libro, entre otros aportes significativos.

**Palabras Clave:** Método de graficación, matemáticas, multimedia.

## **Abstract**

The purpose of the paper is the development of a multimedia software which will be used as a tool to get a more efficient implementation of the proposal made by the Venezuelan researcher Dr. Pedro Alson, who has developed an innovative method for studying and learning mathematics, it is called Graphing Methods, to the level of the first contents to be taught in math I courses from the national university system.

In the software can be modeled the learning strategies, the practices that are carried out interactively with immediate feed-back, there is a possibility of a hypertext link content with multiple links to content and activities of the method, to show the users to perform a better way of graphing the examples and exercises for the possibilities inherent in the computer system.

An issues which open the possibility to include a much wider range of case studies, there are practical examples and specific exercises for the method without the constraints of space and size of the book itself, among other significant contributions.

**Key Words:** Graphing method, mathematics, multimedia.

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Resumen .....	iv
Abstrac .....	v
Índice .....	vi
Tabla de figuras .....	vii
Introducción .....	10
Objetivo general .....	15
Objetivos específicos .....	15
Capítulo I .....	18
1. Uso de las TIC como herramienta para la enseñanza aprendizaje de las matemáticas .....	18
1.1 Tecnología Educativa .....	18
1.2 Situación actual de los materiales educativos computarizados para la enseñanza aprendizaje de las matemáticas .....	22
1.3 Entornos de aprendizaje virtual .....	24
1.4 Tipos de software educativos y la concepción actual de las metodologías para su selección y desarrollo .....	27
1.5 Criterios de diseño de situaciones didácticas basadas en el uso de materiales educativos computarizados .....	34
1.6 Importancia de los sistemas multimedia para la modelación del conocimiento .....	35
1.7 La computación gráfica y el método de graficación del Dr. Pedro Alson .....	37
1.8 Consideraciones finales del capítulo .....	39
Capítulo II .....	40
2 Diseño de la Propuesta .....	40

2.1 Etapa de Análisis .....	40
2.1.1 Análisis del entorno .....	41
2.1.2 Análisis de necesidades de los usuarios .....	41
2.1.3 Análisis de contenido .....	42
2.1.4 Análisis del sistema .....	42
2.2 Etapa de diseño instruccional .....	43
2.2.1 Metas instruccionales .....	43
2.2.2 Objetivos de aprendizaje .....	44
2.2.3 Decisiones de contenido .....	45
2.2.4 Modelo Cognitivo .....	45
2.2.5 Prototipo de papel .....	46
2.3 Etapa de Diseño Interactivo .....	46
2.3.1 Requerimientos funcionales .....	47
2.3.2 Metáfora y paradigma .....	52
2.3.3 Mapas de Navegación .....	53
2.3.4 Story board .....	55
2.3.5 Guiones .....	57
2.3 Etapa de Producción .....	57
2.4 Consideraciones finales del capítulo .....	59
Capítulo III .....	60
3 Implementación de la propuesta .....	60
3.1 Integración .....	60
3.2 Pruebas funcionales .....	63

3.3 Pruebas de contenido .....	65
3.4 Realización de la Instalación .....	65
3.5 Requerimientos técnicos .....	65
3.6 Resultados .....	66
3.7 Consideraciones finales del capítulo .....	78
Conclusiones .....	79
Recomendaciones .....	80
Referencias bibliográficas .....	81

## Tabla de figuras

<b>Figuras</b>	<b>Página</b>
Fig. 1. Metodología de Brian Blum .....	32
Fig. 2. Metodología de Macnally y Levine .....	33
Fig. 3. Diagramas de Matt Otewill .....	33
Fig. 4. Interacción de actores y recursos en el aula .....	44
Fig. 5. Diagrama caso de uso, modelado de escena pedagógica .....	48
Fig. 6. Diagrama de actividades .....	49
Fig. 7. Diagrama de actividades .....	50
Fig. 8. Diagrama de secuencias .....	51
Fig. 9. Diagrama de secuencias .....	52
Fig. 10. Estructura de Navegación, Menú Principal .....	54
Fig. 11. Estructura de Navegación, módulo 2, Intervalos y Planos Cartesianos ...	55
Fig. 12. Simbología básica del story board .....	56
Fig. 13. Menú principal, story board .....	56
Fig. 14. Curva del método a mano alzada .....	61
Fig. 15. Curva del método graficada en el multimedia .....	62
Fig. 16. Presentación .....	67
Fig. 17. Introducción .....	67
Fig. 18. Módulo Conceptos Fundamentales, sub módulo Teoría de Conjuntos ...	68
Fig. 19. Módulo: Intervalos y Plano Cartesiano, sub módulo Intervalo Real .....	69
Fig. 20. Módulo Intervalos y Plano Cartesiano, sub módulo Intervalo Real, prácticas, explicación No. 1 .....	70
Fig. 21. Módulo Intervalos y Plano Cartesiano, sub módulo Plano Cartesiano, prácticas .....	70
Fig. 22. Módulo Curvas, sub módulo Definición .....	72
Fig. 23. Módulo Curvas, sub módulo Definición. Prácticas .....	72
Fig. 24. Módulo Curvas, sub módulo Definición. Prácticas .....	73
Fig. 25. Módulo Curvas, sub módulo Definición. Prácticas. Opción de lupa sobre el ejemplo No. 1 .....	73
Fig. 26. Módulo Rectas, sub módulo Definición .....	74
Fig. 27. Módulo Rectas, sub módulo Definición. Prácticas, ejercicio No. 20 .....	75
Fig. 28. Módulo: Funciones, sub módulo Definición .....	76
Fig. 29. Módulo: Funciones, sub módulo Definición. Prácticas .....	76
Fig. 30. Glosario, letra D .....	77

## **Introducción**

El estado venezolano ha asumido en la actualidad la transformación de su sistema de educación universitaria, para tal fin se han realizado propuestas como por ejemplo: la creación del programa especial de municipalización de la educación universitaria, denominado Misión Sucre, para incorporar a estudiantes que tradicionalmente estaban excluidos del sistema; otro plan especial propuesto por el Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria es el denominado Misión Alma Mater, que plantea, entre otros objetivos, la creación de 51 nuevas instituciones de educación universitaria, incluido el cambio de los 29 Institutos Universitarios Tecnológicos (IUT) y Colegios Universitarios (CU) públicos del país, a Universidades.

Esta segunda propuesta se empezó a concretar desde el mes de julio de 2010, cuando seis IUT fueron transformados a Universidades Politécnicas, en uno de ellos se realiza el cambio de Instituto Universitario Experimental de Tecnología de La Victoria a Universidad Politécnica Territorial del Estado Aragua “Federico Brito Figueroa” (UPT Aragua), institución donde se ha desarrollado el presente trabajo investigativo.

Esto supone grandes retos y responsabilidades para la comunidad académica de la Institución, en la que desde el año 2008, se viene implementando un nuevo modelo curricular que se centra en una visión más humanística, social y dialéctica, que propicia la formación más integral de los estudiantes y para lo cual se diseñaron los Programas Nacionales de Formación en las diferentes áreas de interés nacional y regional, que en nuestro caso son programas en las áreas de: mecánica, electricidad, informática, administración, instrumentación y control, telecomunicaciones electrónica y mantenimiento, que requieren entre otros aspectos significativos, una formación amplia en el área de las ciencias y más específicamente en el área de las matemáticas.

Muchos sistemas educativos, a nivel mundial, tienen deficiencias para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, esto se puede apreciar en la mayoría de los países de la región, entre otros factores, por los aspectos curriculares relacionados con sus objetivos y programas, sus contenidos y métodos, la preparación docente y la actitud de los propios estudiantes (Ruiz, 2008) y (Batanero et al., 1995).

Esta situación, hace prioritario la reformulación de contenidos y programas, así como la innovación en nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje, donde se utilicen enfoques teóricos que propicien el aprendizaje significativo, los estilos de aprendizaje, los factores sociales del proceso, el uso de las tecnologías de la comunicación e información y su entorno virtual de apoyo, entre otros, que permiten además propiciar y desarrollar ambientes colaborativos e interactivos de aprendizaje, que puedan incidir en revertir esta tendencia negativa en esta área tan vital y significativa para el sistema universitario venezolano (Godino, 1991) y (Lorenzón, 2008).

Una propuesta interesante, que propicia nuevos métodos y estrategias para la enseñanza-aprendizaje de la matemática, se realizó por el investigador venezolano Dr. Pedro Alson, quien ha desarrollado un método particular para el aprendizaje de los mismos, el método se denomina: Método de Graficación (Alson, 2001b) a nivel de los contenidos iniciales que se dictan tanto en los cursos propedéuticos como en los cursos de Matemática I del sistema universitario nacional

El método del Dr. Alson se basa en la formulación de los contenidos a través de estrategias de enseñanza aprendizaje que hacen uso de los conocimientos intuitivos de los seres humanos, de las gráficas de las funciones, sus características y propiedades, por ejemplo: las operaciones geométricas que se pueden realizar con las curvas y las ideas básicas relacionadas con la altura de las mismas; así mismo, se desarrollan nociones algebraicas esenciales (fórmula,

composición, ecuación, inversa y solución de una ecuación) utilizando diagramas y calculadoras; lo cual es articulado para el estudio más profundo de la graficación de funciones compuestas, el cálculo de límites de funciones y finalmente el estudio de derivadas, dejando al estudiante con suficiente preparación para iniciar el estudio de las aplicaciones de la derivada y el cálculo integral.

Por otra parte, el método profundiza en la interacción profesor-alumno, en contraste con la práctica tradicional de repetición de clases, que tan malos resultados ha mostrado hasta ahora, permitiendo realizar ejercicios interactivos en clase y plantear dudas, que permitan identificar en el proceso las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de los temas planteados, lo cual permite reorientar las actividades de forma inmediata y focalizar además en aspectos motivadores del tema, como por ejemplo, la relación del tema con otras áreas de conocimiento y sus posibles aplicaciones.

En resumen, el método propicia el desarrollo de un conjunto de actividades y estrategias didácticas innovadoras, dirigidas tanto a los estudiantes como a los docentes, que focalizan la enseñanza aprendizaje de las matemáticas desde la intuición de los seres humanos hacia las gráficas de curvas y sus características invariantes.

Estas características halagadoras del método motivaron que, a partir del año 2005, los responsables de la planificación académica de los Programas de Formación en el marco de la Misión Sucre, es decir de la educación por municipios, tomaran como guía de formación el método de graficación para dictar los cursos iniciales de matemática, por lo cual se entregaba a los participantes el libro guía con las instrucciones y actividades para la aplicación del método.

En este sentido, surgió la siguiente interrogante; ¿cómo sería posible modelar las estrategias de aprendizaje del método, para hacerlo más eficiente? Habida cuenta

de las especificidades de los participantes de la Misión Sucre, tanto de sus estudiantes como de sus profesores, que en el primer caso eran estudiantes que no estaban cursando programas formales de educación, en algunos casos desde un tiempo relativamente grande, y para el segundo caso, en un gran porcentaje, eran profesores que no eran del área de las matemáticas.

Así mismo, por las características propias de los programas de formación, que atendían particularidades de la educación municipalizada y la cual hace énfasis, en aspectos de formación de grados académicos para: Técnicos Superiores Universitarios, licenciatura, ingeniería, abogado, médicos, entre otros, y donde además muchos de los programas comenzaron dictándose en horarios nocturnos y de fines de semana, atendiendo a la situación de muchos estudiantes en condición socio laboral. Todo esto suponía la aplicación de estrategias y prácticas que potenciara la aplicación, en el caso que corresponde específicamente al método de graficación, y cuya respuesta debería focalizar en, por ejemplo, algunos elementos claves relacionados con: las prácticas de forma interactiva y con retroalimentación inmediata, y no solo en papel y lápiz, como refiere el método, la posibilidad de enlazar contenidos de forma hipertextual, con enlaces múltiples a los contenidos y actividades del método, de mostrar a los usuarios un mejor desempeño en la graficación de los ejemplos y ejercicios, así mismo, la posibilidad concreta de incluir un conjunto más amplio de casos de estudio, de ejemplos prácticos y de ejercicios propios del método, sin las limitaciones que supone el espacio y tamaño propio del libro, entre otros aportes significativos (Galvis, 1994a).

En tal sentido, se planteó el desarrollo de un software multimedia, cuyo diseño se centró en las mismas estrategias de enseñanza-aprendizaje del método del Dr. Alson, desde los aportes significativos de los entornos de aprendizaje basados en las tecnologías de información y comunicación (TIC).

Este planteamiento inicial sirvió de base para la conformación de un equipo multidisciplinario, de la institución, a fin de desarrollar el software, por lo que se trabajó al principio con un grupo de estudiantes cursantes de la carrera de

Técnicos Superiores Universitarios en Informática y con un grupo de profesores del Departamento de Ciencias Básicas.

Los primeros estudios se planificaron para visualizar si era posible la adecuación del método con el uso de las TIC, teniendo en cuenta los aspectos singulares de los objetivos didácticos planteados en el propio método de graficación, y por supuesto las herramientas computacionales para su desarrollo.

El resultado de esta primera iniciativa arrojó el desarrollo de algunos módulos de prueba, generando una versión preliminar del método con el uso de las TIC. Además se desarrolló una versión de prueba en plataforma Linux, lo cual fue realizado como parte del Trabajo Especial de Grado para optar al título de TSU, se debe resaltar que por las limitaciones de las herramientas de desarrollo, de esta plataforma sobre Linux, algunas de las interactividades no se pudieron modelar.

A pesar de que el método es utilizado con éxito en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, el mismo se deja de utilizar como guía en los Programas de Formación en el marco de la Misión Sucre, entre otros aspectos, por la falta de un plan de formación hacia los profesores que lo utilizaron. Esto conllevó a que no se siguiera la investigación iniciada precisamente para darle apoyo a la comunidad académica de esta importante misión educativa del estado venezolano.

Aunque haya ocurrido esto, había indicios muy positivos y una excelente oportunidad para tratar de minimizar algunos elementos claves de la deserción estudiantil a nivel universitario, donde uno de los factores más resaltantes está en el bajo rendimiento de las ciencias, lo cual incide directamente en el abandono de los programas de estudios, en buena medida de los programas en tecnología, y que contribuye ampliamente en la distorsión del sistema, ya que estos estudiantes tienden a cambiar sus opciones de estudios hacia programas relacionados al área

de la administración, que en el caso de la UPT Aragua produce en la actualidad una matrícula estudiantil que supera los estimados programados (Zuñiga, 2006).

De esta forma resulta apremiante para la institución innovar e incorporar con el método nuevas estrategias de enseñanza aprendizaje, que puedan coadyuvar a un mejor desempeño estudiantil y profesoral en el marco de la visión curricular de los Programas Nacionales de Formación que se dictan en la UPT Aragua en la actualidad. Por esta necesidad es que se retoma la investigación desde comienzos del año 2009, siendo sus objetivos, los siguientes.

**Objetivo General:**

Desarrollar un software interactivo para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, de los contenidos básicos universitarios, utilizando el Método de Graficación del Dr. Pedro Alson.

**Objetivos específicos:**

- 3 Determinar los elementos sustantivos del Método de Graficación, para su modelación en el software
- 4 Determinar los requerimientos de los docentes y estudiantes para el sistema propuesto
- 5 Realizar el diseño interactivo del Método de Graficación
- 6 Implementar el sistema propuesto

Objetivos cuyo cumplimiento y desarrollo tiene mucho que ver, en lo que respecta al área específicamente tecnológica, con las facilidades actuales que proporcionan los software de desarrollo, como por ejemplo, los conocidos como software de autor: Flash, Authorware, Director, entre otros, los cuales facilitan la integración de las diferentes medias que se diseñen en el mismo, permiten así mismo, la realización de interfaces gráficas muy amigables, al igual que dan facilidades para el desarrollo de contenido dinámico a través de lenguajes de

programación, orientados a eventos, como es el caso de ActionScript de Flash y Lingo de Director, lo cual es clave para la presentación, edición y simulación de las características gráficas de las diferentes curvas, que propician el reconocimiento por parte del usuario de esas propiedades, lo cual permite precisamente modelar las estrategias propias del método en formato digital, siendo las técnicas de programación, y muy particularmente, las técnicas de computación gráfica, de mucha utilidad para los propósitos descritos.

Otro punto importante tiene que ver con el soporte tecnológico con que cuenta actualmente la institución, en tal sentido, desde el año 2008 se ha comenzado un proceso sistemático de sustitución de las computadoras de los laboratorios y se han creado laboratorios nuevos que permiten sustentar la propuesta desde el punto de vista tecnológico.

Finalmente, con esa experiencia previa, y las ventajas descritas, se focaliza el desarrollo y aplicación del software como un posible aporte a las estrategias curriculares de los PNF, a fin de buscar soluciones y respuestas al tema tan complejo, como lo es el mejoramiento de los procesos pedagógicos y educativos en la enseñanza aprendizaje de las matemáticas, que es una materia, hasta ahora aplazada, del sistema educativo universitario del país.

El trabajo está estructurado en tres capítulos. En el capítulo I se describen algunos elementos de interés para comprender la importancia y lo interesante de algunas ideas claves en el desarrollo de propuestas para el mejoramiento de procesos vinculados a la enseñanza aprendizaje de las matemáticas a través del uso de herramientas computacionales y se focaliza en las propuestas metodológicas para el diseño y desarrollo de software multimedia.

En el capítulo II se realiza el diseño de la propuesta, haciendo énfasis inicialmente en los aspectos educativos y pedagógicos relacionados al método de graficación y su modelación computacional, donde se utiliza una metodología ecléctica para algunas de las fases del diseño, incorporando elementos de la ingeniería del

diseño de desarrollo de software tradicional y de variantes de autores que plantean diferentes enfoques para el diseño de software multimedia.

En el capítulo III se realiza la implementación del multimedia, se parte de la fase de integración, que comprende las diferentes pruebas funcionales y de contenido que se realizan simultáneamente a los módulos del software, y se enfatiza sobre la realización de la instalación y los requerimientos técnicos necesarios para su uso. Finalmente se destacan algunos resultados de la concreción del software desarrollado, analizados desde los aspectos educativos y tecnológicos del diseño propuesto, por lo que se visualiza un conjunto de pantallas que corresponden a algunos de los módulos del software y sus ejercicios y prácticas interactivas, así como parte de la funcionalidad e interactividad que presenta el mismo.

## **Capítulo I**

### **1. Uso de las TIC como herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas**

Este capítulo recoge algunos elementos de interés para comprender la importancia y lo interesante de algunas ideas claves en el desarrollo de propuestas para el mejoramiento de procesos vinculados a la enseñanza aprendizaje de las matemáticas a través del uso de herramientas computacionales, en tal sentido, se desarrollan contenidos relacionados en primer lugar a los diferentes enfoques de la tecnología educativa, *al uso de los materiales educativos computarizados para la enseñanza aprendizaje de las matemáticas*, los entornos virtuales de aprendizaje soportados por el uso de aplicaciones informáticas y por el uso de las TIC, el papel e importancia de los sistemas multimedia y su significado como medio de expresión adecuado para los objetivos de aprendizaje trazados de la didáctica de la matemática, planteados en la propuesta del Dr. Alson y sus métodos de graficación.

Además, se plantean algunos elementos significativos para el diseño y desarrollo de materiales educativos computarizados desde el enfoque de la ingeniería de software educativo como lo son: los tipos de software y la concepción actual de las metodologías para su selección y desarrollo, los elementos de diseño y la interacción persona computador, los diferentes modelos y estándares de interfaces gráficas y sus aplicaciones, entre otros aspectos importantes que sustenten la propuesta.

#### **1.1 Tecnología Educativa**

Una discusión abierta para toda la sociedad venezolana en la actualidad y más específicamente del sector universitario ¿qué modelo de sociedad se quiere construir? Y cuya respuesta es contextualizada en el caso concreto de nuestra universidad en el encargo social, atribuido por el estado venezolano, en su Gaceta de creación como:

La Universidad Politécnica del estado Aragua “Federico Brito Figueroa”, tiene como encargo social contribuir activamente al desarrollo endógeno integral y sustentable de su área de influencia territorial, con la participación activa y permanente del Poder Popular, abarcando múltiples campos de estudios, bajo enfoques inter y transdisciplinarios, para abordar los problemas y retos de su contexto territorial, de acuerdo con las necesidades del pueblo, a partir de las realidades geohistóricas, culturales, sociales y productivas, ayudando a conformar una nueva geopolítica nacional. (Asamblea\_Nacional, 2010)

Esto permite caracterizar y fundamentar aspectos sustantivos de la universidad, y que además permite orientar algunas respuestas a las siguientes disyuntivas: ¿cuál es la universidad necesaria para el país que queremos? Lo cual orienta planteamientos más particulares, como por ejemplo: ¿A qué tipo de sociedad va a responder?, ¿Cuáles intereses sociales defenderá?, ¿Qué le aportará a esta sociedad? Así mismo, en consonancia con esta visión de país, donde se asume la participación protagónica del Poder Popular, se debe buscar respuestas a; ¿cómo la universidad va a concebir el conocimiento y su praxis con los problemas sociales, productivos, ambientales y sustentables? Igualmente, asumiendo los retos de su contexto territorial; ¿cómo se plantea la universidad los nuevos campos de conocimiento y su diversidad, la diversidad de nuevos métodos y técnicas, la búsqueda y el encuentro de los saberes propios de las comunidades?

Todo lo cual enfatiza en las perspectivas desde los términos comunes de la llamada sociedad de la información, y por lo cual es indudable pensar en la respuesta a la interrogante ¿Qué modelo de sociedad de la información queremos construir? Y el papel de las tecnologías de la información y la comunicación, cuestiones que obligan a una respuesta de orden político más que técnico, lo cual es indispensable como vía de esclarecimiento de planteamientos específicos en materia de decisiones de orden pedagógicos.

Se pueden identificar cuatro grandes discursos o modo de entender la sociedad de la información y del papel de las tecnologías digitales:

- Posición mercantilista: la sociedad de la información, es un enorme mercado con un tremendo potencial para el crecimiento económico apoyado en el uso de las tecnologías digitales.
- Posición crítico-político: las tecnologías digitales deben estar al servicio del desarrollo social y humano, y no controlado por los intereses de las grandes corporaciones industriales del mundo capitalista.
- Posición tecno centrista: se mitifica a la tecnología digital como la panacea de una sociedad más eficaz y llena de bienestar para sus ciudadanos.
- Posición apocalíptica: las tecnologías de la información y comunicación representan el fin de los ideales y valores de la modernidad y del modelo humanista de la cultura

Todo esto desde el encargo social de la universidad se adecua al discurso crítico-político, permitiendo entender la Tecnología Educativa (TE) desde su perspectiva transdisciplinar y multidisciplinar en las cuales se manifiestan aspectos ontológicos y epistemológicos enfocados hacia la fundamentación de la teoría curricular, de la sociología, de la cultura y la comunicación; por lo cual se centra en el estudio de las interrelaciones entre la tecnología, la cultura y la educación, como es descrito por (Area, 2009), traduciéndose en una caracterización de esta disciplina en los siguientes términos:

- La TE es un espacio de conocimiento pedagógico sobre los medios, la cultura y la educación en el que se cruzan los aportes de distintas disciplinas de las ciencias sociales.
- La TE es una disciplina que estudia los procesos de enseñanza y de transmisión de la cultura mediados tecnológicamente en distintos contextos educativos.
- La naturaleza del conocimiento de la TE no es neutro ni aséptico respecto a los intereses y valores que subyacen a los proyectos sociales y políticos en los que se inserta la elaboración, uso y evaluación de la tecnología.

- La TE postmoderna asume que los medios y tecnologías TIC son objetos o herramientas culturales que los individuos y grupos sociales reinterpretan y utilizan en función de sus propios esquemas o parámetros culturales.
- La TE debe partir del análisis del contexto social, cultural e ideológico bajo el cual se produce la interacción entre los sujetos y la tecnología.
- Los métodos de estudio e investigación de la TE son eclécticos, en los que se combinan aproximaciones cuantitativas con cualitativas en función de los objetivos y naturaleza de la realidad estudiada.
- Podemos afirmar que hoy en día el ámbito de estudio de la TE son las relaciones e interacciones entre las TIC y la Educación.

Asumir esta tesis desde una racionalidad crítica y postmoderna del conocimiento significará que cualquier análisis de los problemas educativos que tengan relación con lo tecnológico deberá ser interpretado desde posicionamientos no sólo técnicos del conocimiento psicopedagógico, sino también desde plataformas ideológicas sobre el significado de la educación y de los procesos de cambio social.

Una vez que se asume el discurso de involucramiento en los aspectos integrales del desarrollo humano y la visión amplia de formación que plantea no solo los aspectos pedagógicos, sino que permite además plantear aspectos relacionados a la cultura, lo geohistórico y el dimensionamiento desde los saberes populares, de valores y de significados orientadores, permite en el plano de la comunicación humana y más específicamente, en la interacción persona computadora, definir elementos concretos en las interfaces gráficas y los elementos que lo constituyen que apuntalen esos criterios ideologizadores, culturales y de valores propios de nuestra cultura y procesos actuales de cambios sociales que se propician y fortalecen desde los Programas Nacionales de Formación y concretamente desde la integración de los contenidos disciplinares, los procesos de la investigación y la vinculación con la comunidad y su entorno creador, con la ayuda de las TIC.

De esta manera, el análisis de la problemática de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas relacionado al uso de las TIC, debe asumirse desde los intereses y valores que subyacen el proyecto social y político en los que se inserta su elaboración, uso y evaluación de los materiales educativos computarizados.

### ***1.2 Situación actual de los materiales educativos computarizados para la enseñanza aprendizaje de las matemáticas***

Para (Dirr, 2004) muchos docentes universitarios consideran que el uso de la tecnología disminuye sus posiciones como expertos en su disciplina, y por otra parte, hay una reticencia en su uso ya que aprendieron en un sistema educativo tradicional. Sobre esto señala: “la tendencia de los centros de enseñanza superior; apunta al crecimiento en el uso de tecnologías, esto resulta de la presencia de un nuevo grupo de alumno -adultos- quienes trabajan y tienen competencias y experiencias que no tuvieron los alumnos de promociones anteriores” (Dirr, 2004).

Lo cual se observa en la actualidad en algunas áreas que por lo complejo en la resolución de sus problemas relacionados a la ciencia, se cuenta con herramientas computacionales muy útiles y eficaces, que son de conocimiento y de uso relativamente corriente por muchos estudiantes, y que sin embargo esto no significa que sea una respuesta generalizada a los problemas de enseñanza aprendizaje de las ciencias, por lo cual señala, “sin embargo, hay indicios de que ella se convertirá en un agente importante del proceso de cambio en la educación científica, y muy específicamente, al área de las matemáticas, gracias a la posibilidad de considerar los objetos matemáticos en esquemas interactivos e invariantes sistemas de representación” (Dirr, 2004).

En tal sentido, es claro que, la tecnología logra incorporar experiencias matemáticas a los estudiantes, donde se debe enfatizar en la manipulación de los objetos matemáticos de forma interactiva en ambientes de exploración, donde se debe tomar en cuenta la complejidad del contenido matemático a aprender, la complejidad de los procesos cognitivos involucrados, siendo por tanto fundamental

que en el diseño de las herramientas tecnológicas se cuide modelar las situaciones didácticas de aprendizaje de los estudiantes, que tome en cuenta las dificultades y las necesidades de los mismos, teniendo siempre presente el uso de la tecnología para crear espacios en los que el estudiante pueda valorar un conocimiento matemático más amplio y más potente.

El uso de los materiales educativos computarizados para la enseñanza aprendizaje de las matemáticas, se ha venido incrementando a lo largo de los años, vemos cómo en la actualidad existen entornos de desarrollo muy complejos como: Derive, MAPLE, Mathematics, Cabri, entre otros; los cuales proporcionan un conjunto de herramientas gráficas desde una interfaz de usuario muy amigable, donde se pueden diseñar y plantear actividades y diferentes prácticas educativas.

Hay que tomar en cuenta algunos factores de estos software, como por ejemplo, que se tiende a mecanizar los resultados, y por lo tanto, se propicia en los estudiantes el uso, y no el aprendizaje de los contenidos, obviamente estos software no fueron diseñados y desarrollados en general, con una visión educativa.

Por otra parte, estudios sobre el uso y aplicación de las TIC para el aprendizaje de las ciencias, y en especial de las matemáticas, como se puede ver en (Waldegg, 2002), derivan los siguientes resultados:

En el 'Research Forum' del PME 25, Lagrange, Artigue, Laborde y Trouche (2001) presentaron los resultados de un meta-análisis de más de 600 publicaciones de los últimos diez años con informes de investigaciones y experiencias de innovación sobre el uso de las TIC en la educación matemática. Este trabajo y otros 'surveys' similares (Ruthven y Hennessy, 2002) han constatado el bajo nivel de integración de las TIC en las clases de matemáticas y la diversidad de factores a tener en cuenta, tanto para la evaluación de sus efectos como de las condiciones de implementación. Se

constata una tensión entre las altas expectativas del uso de las TIC para favorecer la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y la baja integración en las clases. Parece necesario abordar el tema desde nuevas perspectivas que ayuden a comprender este fenómeno. (Waldegg, 2002)

Estos resultados introducen aspectos importantes que gravitan sobre el desequilibrio entre las altas expectativas de los estudiantes y sus profesores por el uso de las TIC, como medio de ayuda para el aprendizaje de las matemáticas, y la poca integración de estos entornos virtuales de aprendizaje a las actividades académicas planificadas.

Luego, es importante articular propuestas educativas que posibiliten estos encuentros entre los complejos entramados del aprendizaje de las matemáticas y el uso de las TIC para beneficio del proceso educativo de los participantes del mismo, y dando lugar además a la integración consciente y explícita a través de entornos de aprendizaje.

### **1.3 Entornos de aprendizaje virtual**

La educación es un proceso social articulado a una red de influencias mutuas, surge así la interrogante de su pertinencia cuando en este proceso educativo se quiere modelar mediante el uso y aplicación de las TIC. Evidentemente habría que tomar en consideración que la representación de la acción educativa, así como las condiciones necesarias en el aprendizaje, se transforman. Este proceso se debe a que las tecnologías generan nuevas percepciones y oportunidades en los múltiples ámbitos de las relaciones sociales, y con ello, en la dinámica de la vida diaria de hoy, planteando por ello, un reto constante de redefinición a las iniciativas educativas en todos los niveles a escala mundial.

Por tanto, la incorporación de las TIC, como un nuevo componente del modelo pedagógico, exige a la teoría educativa particularidades de análisis y comprensión de la eficacia de estos instrumentos en el aprendizaje. Determinar este alcance educativo sería de mucho interés en la actualidad, ya que no todo lo

tecnológicamente viable se vislumbra como una oportunidad en el ámbito educativo, por tanto, sería importante partir del significado de entorno de aprendizaje, presentado en (Area, 2009) como espacio o comunidad organizada con el propósito de aprender, y obviamente para que tenga lugar el aprendizaje, y para lo cual se enfatiza que deben estar presentes ciertos componentes que son definidos desde una visión interdisciplinar de la siguiente forma:

- i. Funciones pedagógicas (actividades de aprendizaje, situaciones de enseñanza, materiales de aprendizaje, apoyo y autorización, evaluación, entre otros).
- ii. Las tecnologías apropiadas (y como esas herramientas seleccionadas están conectadas con el modelo pedagógico).
- iii. La organización social de la educación (espacio, calendario y comunidad).

Estos principios formarían parte de una orientación pedagógica que busca explicar el alcance de las acciones educativas con las TIC, siendo estas componentes pedagógicas alentadas por la necesidad de completar los aspectos teóricos que exhiben las iniciativas del uso de las mismas, que deben emplear los entornos virtuales de aprendizaje, los cuales, en el mejor de los casos, según las propuestas didácticas sugeridas por Alcina, adolecen de un fundamento pedagógico sólido, y en el peor de las situaciones, simplemente están desprovistos de este fundamento (Alcina and Fortuny, 1997a).

Luego, la tarea es ofrecer a partir de la evidencia de que estas tecnologías operan como instrumentos de mediación, una perspectiva pedagógica que ayude a orientar pertinentemente el aprendizaje, máxima finalidad de esta inserción tecnológica en el campo educativo.

Tomando en cuenta esas premisas pedagógicas, Alcina define los entornos de aprendizaje en matemática de la siguiente forma:

Entendemos por entornos de aprendizaje una estructura o espacio educativo, cuyos objetos son situaciones para trabajar matemáticamente, tanto los profesores como los alumnos y cuyas transformaciones son interacciones que operan sobre las situaciones, activando distintas tipologías de actividades de aprendizaje, utilizando conocimientos pedagógicos a medida, implementando orientaciones tutoriales y desarrollando procesos de creativos. En un sentido metafórico, los entornos de aprendizaje, pueden considerarse en la clase medios para reproducir en la clase de matemáticas una comunidad intelectual y profesional para trabajadores de matemática. (Alcina and Fortuny, 1997b)

Así mismo, desde el punto de vista del área de las matemáticas, Murillo concibe estos entornos como:

Entendemos por entorno de aprendizaje un espacio educativo capaz de generar situaciones de aprendizaje adaptadas e interactivas para trabajar matemáticamente y capaces de promover y soportar el cambio cognitivo de los alumnos. (Murillo, 2001)

Igualmente, de acuerdo con ese enfoque, Lorenzon mantiene que sería redundante hablar de entornos interactivos, dado que desde su perspectiva:

...el aprendizaje se entiende como un proceso social y por tanto, cualquier entorno de aprendizaje debería incluir las interacciones necesarias para que se produzca dicho aprendizaje. En tal sentido, caracterizamos el entorno virtual de aprendizaje propuesto de la siguiente manera: un entorno de aprendizaje interactivo, soportado por aplicaciones informáticas y por el uso de las TIC, en el que el trabajo se realiza de manera colaborativa. (Lorenzón, 2008)

En tal sentido, al diseñar el entorno virtual de aprendizaje que se utilizará para la propuesta del material educativo computarizado del método de graficación, se tomarán en cuenta aspectos sustantivos de las anteriores definiciones, como la de Alcina, donde se debe propiciar situaciones de aprendizaje sobre los estudiantes y los profesores que activen distintas tipologías de actividades de aprendizaje, que utilicen conocimientos pedagógicos propios de los procesos intuitivos que se desarrolla en el método en relación a las curvas, lo mismo que implementar orientaciones tutoriales que permitan desarrollar procesos creativos en los usuarios de la aplicación.

Análogamente, Murillo supone que se deben generar situaciones particulares de aprendizaje capaces de propiciar un cambio cognitivo en los estudiantes y en los mismos docentes apoyado por los elementos gráficos e interactivos propios de los materiales educativos computarizados y más específicamente, de los sistemas multimedia.

#### **1.4 Tipos de software educativos y la concepción actual de las metodologías para su selección y desarrollo**

Partiendo de la definición amplia de software educativo, dado en García, como “conjunto de recursos informáticos diseñados con la intención de ser utilizados en el contexto enseñanza-aprendizaje.” (García, 2010). Que contemplan propósitos y roles que cumple en el proceso de aprendizaje, por lo cual, se puede considerar como parte del material educativo.

Se proponen como sinónimos los siguientes: Material Educativo Computarizado, Software Instructivos, Programas Instructivos, Programas Educativos o Programas Didácticos, entre otros. Otras clasificaciones de acuerdo a diferentes enfoques son las siguientes:

1. Una clasificación muy general del software educativo es la propuesta por (Galvis, 1994b) ligada al enfoque educativo que predomina en ellos: algorítmico o heurístico, donde en el primer caso predomina el aprendizaje

vía la transmisión de conocimientos, y en el segundo predomina el aprendizaje experiencial y por descubrimiento . Siendo contrastante entre ambos enfoques la forma en que se diseñan las situaciones, por ejemplo, en el algorítmico, el aprendizaje fluye desde el conocimiento del que sabe hacia el que desea aprender, siendo por tanto visto, desde las teorías del aprendizaje como conductual, en el caso del heurístico, el diseñador crea ambientes para que el estudiante explore conjeturalmente, llegando al conocimiento a partir de la experiencia, y considerado por tanto dentro de un enfoque constructivista, más apropiado a la realidad y a los planteamientos educativos actuales.

2. Otra sub clasificación dada a los software educativos hace énfasis en las funciones educativas que asumen: sistemas tutoriales, sistemas de ejercitación y práctica, simuladores, juegos educativos, lenguajes sintónicos, micromundos exploratorios, sistemas expertos, sistemas inteligentes de enseñanza, entre otros.
3. Otra clasificación interesante es dada por Sevillano, de acuerdo al siguiente uso del software educativo (Sevillano, 1998):
  - Uso instruccional: Programas tutoriales y programas de ejercitación y práctica.
  - Uso demostrativo o conjetural: Simulaciones, realidad virtual, los juegos realísticos o juegos de roles.
  - Uso con función de entretenimiento: Se aprende jugando.
  - Usos especiales: Para alumnos con deficiencias.
  - Uso emancipado: Laboratorios, telecomunicaciones, procesadores de textos, bases de datos, hojas de cálculo, paquetes estadísticos, diseño de gráficos.
4. Una cuarta clasificación es la propuesta de (García, 2010), del grupo de Informática Educativa de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, donde los criterios de clasificación son dados en base a:

- La función educativa del software: Sistema tutorial, sistema de ejercitación y práctica (entrenador), simulaciones y los juegos didácticos.
- La forma de presentación: tipo multimedia, hipermedia o sitio web.
- Uso o no de técnicas de inteligencia artificial: Sistemas convencionales, y sistemas inteligentes.

La clasificación de un software educativo puede hacerse basado en esas características, entendiendo sin embargo, que por las riquezas de los medios utilizados y de las mismas orientaciones educativas y didácticas desarrolladas, se pueden combinar diferentes clasificaciones, por ejemplo, (García, 2010) describe algunos tipos de software educativo, para una mejor comprensión del tema, comienza por el sistema tutorial, el cual consta de las fases de introducción, orientación, aplicación y retroalimentación. El segundo tipo es el simulador y juego educativo, que tienen la cualidad de apoyar el aprendizaje de tipo experiencial y conjetural, como base para lograr aprendizaje por descubrimiento. Una tercera clasificación es la de los entrenadores, los cuales están básicamente orientados al desarrollo de habilidades, sin pretender la orientación completa del proceso educativo.

Se requiere tener claridad, según el tipo de software que se quiera desarrollar, para diseñar las diferentes actividades educativas de aprendizaje que se desean lograr, por lo cual los criterios de diseño de las situaciones didácticas enmarcadas dentro de las herramientas computacionales y el desarrollo de materiales educativos computarizados es un tema de mucho interés que se debe abordar en los proyectos educativos del área.

Otro de los aspectos más relevantes para el desarrollo de software multimedia tiene que ver con la metodología para su desarrollo, razón por la cual se hace referencias a otras con el fin de determinar la que más se ajuste a los requerimientos del proyecto en cuestión. Se tienen entonces los modelos clásicos de desarrollo de información, como el modelo de ciclo de vida clásico, también

conocido como modelo en cascada; el modelo estructurado; el modelo por prototipos; el modelo orientado a objetos y en la actualidad su lenguaje de referencia más común como lo es el UML; los cuales en general son enfoques muy formales para el desarrollo de sistemas de información y los cuales no toman en cuenta ciertos aspectos que son característicos de los sistemas multimedia relacionados con la interfaz gráfica, las medias a utilizar, y en general el lenguaje gráfico y para este caso particular del sentido educativo y pedagógico de la propuesta, por lo que las metodologías siguientes son bastantes pertinentes.

Se debe resaltar que aún cuando generalmente en los programas de desarrollo científico tecnológico, como lo es el Programa de Maestría en Computación Aplicada, no son consideradas estas etapas relacionadas al área educativa, es muy pertinente su análisis y desarrollo, ya que como se estudió previamente, los resultados de investigaciones y experiencias sobre el uso de las TIC en la educación matemática han constatado el bajo nivel de integración de las TIC en las clases de matemáticas y muy particularmente porque los mismos no fueron diseñados y desarrollados, en general, con una visión educativa, por lo cual en muchos casos no se alcanzan los objetivos para los cuales fueron desarrollados.

La metodología de Vaughan, que especifica cuatro etapas para los sistemas multimedia (Vaughan, 2000):

- i. Planeación y costo: donde surge la idea o necesidad, se determina el equipo de trabajo, se desarrollan mapas de navegación y se propone la interface, y finalmente, se estima el tiempo necesario para su realización y el presupuesto.
- ii. Diseño y Producción: Es el desarrollo de cada tarea planeada.
- iii. Pruebas: Se comprueba que el producto realiza adecuadamente las especificaciones dadas, que trabaja como se tenía establecido en la plataforma definida y se satisfacen las necesidades del usuario.
- iv. Distribución: Todas las actividades para que el producto llegue correctamente a los usuarios.

La metodología de Brian Blum (Gutierrez, 2006), ver Fig. 1, la cual tiene una diferencia marcada con respecto a otros modelos que se centran solo en aspectos técnicos para el diseño y desarrollo de sistemas multimedia, por lo cual para la realización del software interactivo se tomaron en cuenta aspectos significativos de índole educativo y pedagógicos como por ejemplo: los objetivos instruccionales, los objetivos de aprendizaje, las decisiones acerca del contenido y el modelo cognitivo.

La Metodología de Macnally y Levine para el desarrollo de sistemas multimedia, proponen cuatro fases, esquematizadas en la Fig. 2.

La metodología de Matt Otewill, al igual que la de Brian, hace énfasis en los aspectos educativos y pedagógicos de la propuesta, la misma se conoce como Diagramas de Matt Otewill, y se muestra en la Fig. 3

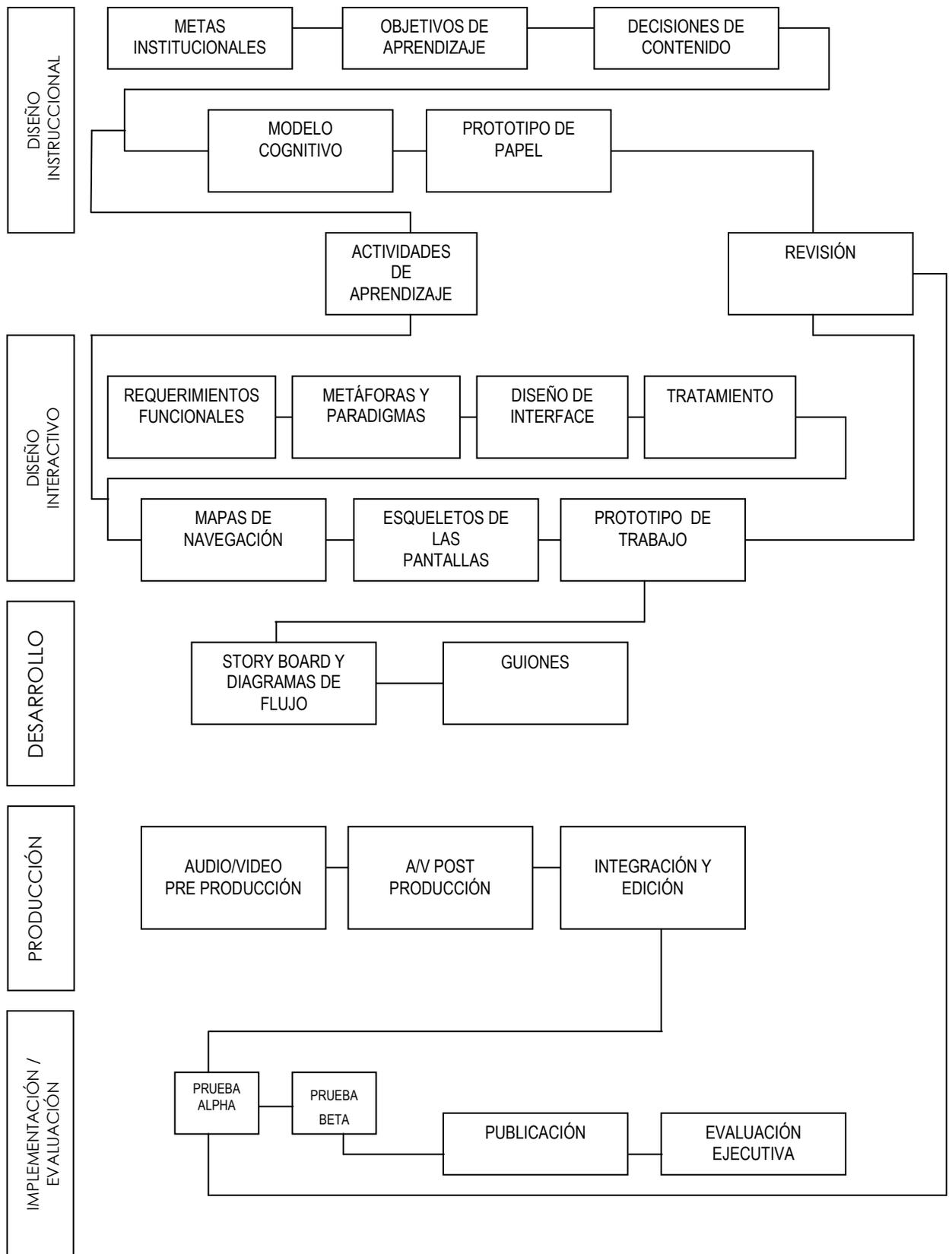


Fig. 1. Metodología de Brian Blm. Fuente (Gutierrez, 2006)

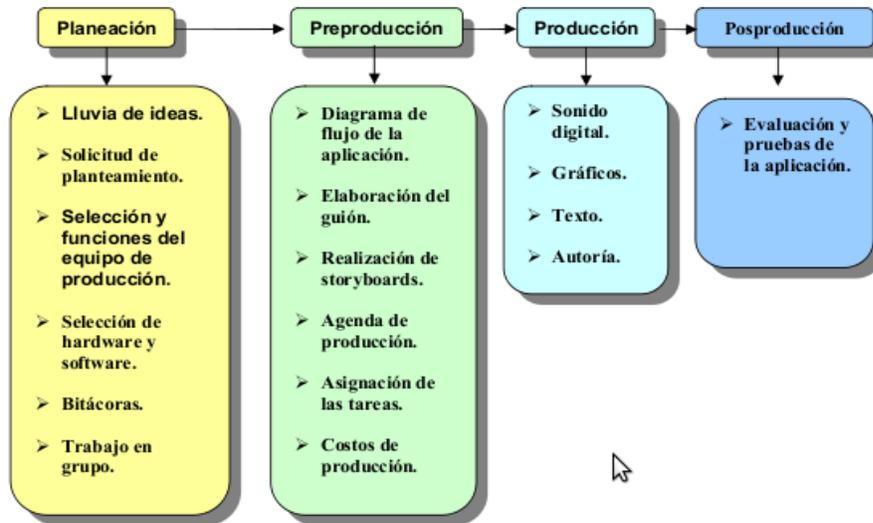


Fig. 2 Metodología de Macnally y Levine. Fuente (Gutierrez, 2006)

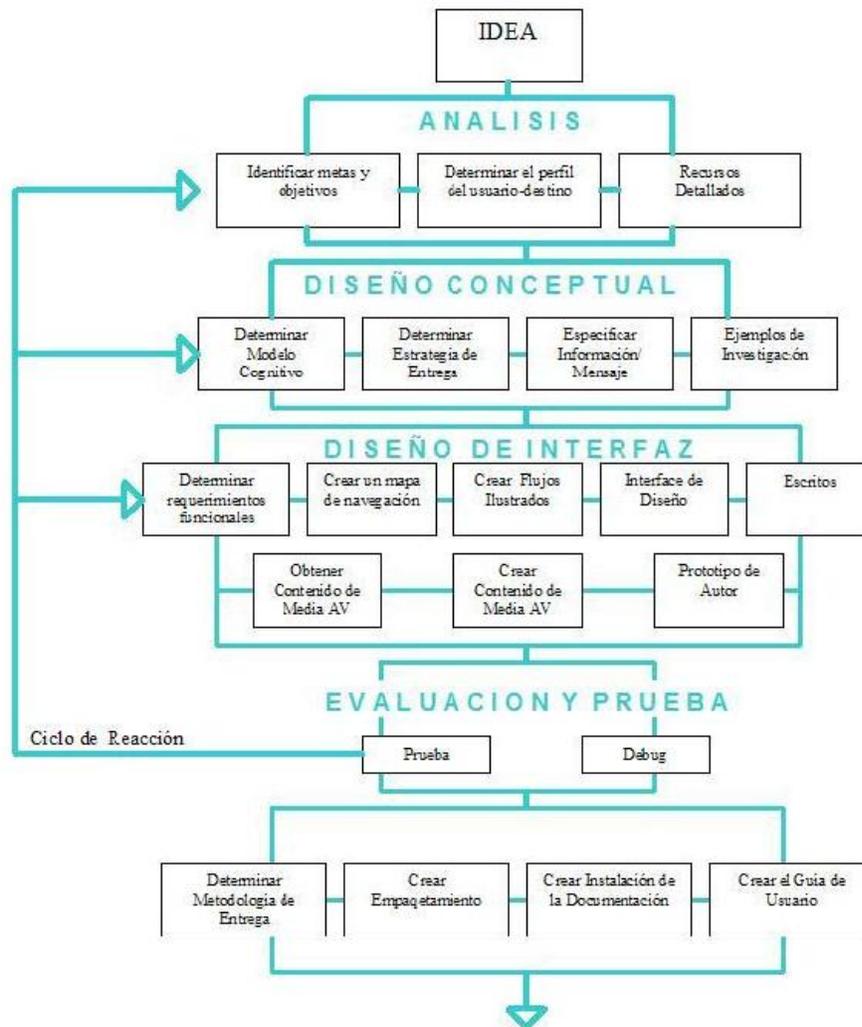


Fig. 3. Diagramas de Matt Otewill. Fuente (Gutierrez, 2006)

El estudio de estas metodologías permite visualizar que en ciertos casos son complementarios sus enfoques, por lo que este trabajo, aún cuando se basará en la referencia de Brian Blum para el diseño y desarrollo de la propuesta, en algunos casos importantes tomará en cuenta elementos de los demás enfoques, tanto de los planteamientos propios de los sistemas multimedia como del enfoque orientado a objetos y el lenguaje UML.

### **1.5 Criterios de diseño de situaciones didácticas basadas en el uso de materiales educativos computarizados**

En la actualidad se han superado ciertas creencias relativas al aprendizaje real de los estudiantes en el área de las matemáticas, basado únicamente en la interacción con los recursos y la resolución de problemas, de modo que desde enfoques constructivistas se hace más énfasis en las interacciones entre los estudiantes como el papel del profesor, ver (Godino et al., 2004).

Para el diseño preliminar de un software educativo, como por ejemplo, en el área de las matemáticas, se deben tomar en cuenta las condiciones epistémicas (los conocimientos institucionales), cognitiva (conocimientos personales) e instruccional (funciones docentes y discentes o patrones de interacción); y donde además, según (Caput, 2004), cada una de estas dimensiones interactúa con la tecnología de diferentes maneras. Se establecen algunas pautas a partir de las dimensiones señaladas, como las siguientes, ver (Godino et al., 2004).

Dimensión epistémico

S1. ¿Qué tipos de situaciones-problemas permite plantear el recurso informático?

Por ejemplo, como identificar las ecuaciones matemáticas a partir de la construcción y análisis de la gráfica de la función, a través del método proporcionado.

S2. ¿Sobre que tipos de situaciones previas se apoyan las nuevas situaciones?

La manipulación de expresiones algebraicas elementales apoya la construcción de situaciones para el entendimiento de las características de las gráficas de las funciones

S3. ¿Qué variables de tarea permiten generalizar la actividad matemática y en que dirección?

La identificación de ejemplos cotidianos de gráficas elementales y sus características permite distinguir, contrastar y extrapolar a las gráficas más complejas.

Con respecto al lenguaje se pueden determinar algunas pautas para tomar en cuenta al realizar el diseño y desarrollo del material computarizado, así como de las diferentes técnicas presentes para la adquisición de las habilidades inherentes en nuestro caso a las matemáticas; a sus propiedades y de justificaciones que proporcionaría el recurso dado.

El método de graficación introduce un lenguaje nuevo, pero intuitivo, en el análisis y construcción de las gráficas de las funciones, por lo cual el diseño incluye su definición exacta y la posibilidad de captar por diferentes vías, aprovechando las ventajas de los diferentes sistemas multimedia para diseñar y desarrollar cada uno de las actividades del método de graficación, desde este enfoque situacional inicial, y finalmente la modelación del conocimiento pertinente.

### **1.6 Importancia de los sistemas multimedia para la modelación del conocimiento**

Los sistemas multimedia se definen usualmente como la integración de texto, fotografías, animaciones, efectos sonoros y visuales, secuencias de vídeo, elementos de interactividad, realidad virtual, entre otros, que se presentan al usuario por medios informáticos, sin embargo, una definición más amplia viene dada por (Murillo, 2001), definiendo la multimedia como un lenguaje, con capacidad de comunicación infinita, con las siguientes características:

- Interactividad: existe una comunicación recíproca, a la acción y reacción, de los elementos presentes en el sistema

- Ramificación: es la capacidad del sistema para responder a las preguntas del usuario encontrando los datos precisos entre una multiplicidad de datos disponibles
- Transparencia: la tecnología debe ser tan transparente como sea posible, tiene que permitir la utilización de los sistemas de manera sencilla y rápida, sin que haga falta conocer cómo funciona el sistema.
- Navegación: si la presentación está construida en forma de grafo, de modo que es posible navegar de unos puntos a otros siguiendo ciertos elementos de enlace, entonces se trata de una creación hipermedia. Los documentos con características hipermedia permiten canalizar el interés del usuario a través de una ruta que él va escogiendo en cada instante. De esta forma el acceso a la información que se busca es más sencillo

El área educativa es hoy en día un ámbito en el que el uso de los sistemas multimedia puede aportar una mayor innovación y beneficio. La generalización de este modelo puede suponer mejoras del proceso educativo dado los recursos presentes a través de las diferentes medias, siendo el caso específico, que por su fácil adaptación a los requerimientos funcionales, técnicos y pedagógicos previstos en el método de graficación y valorados a través del diseño inicial de la propuesta, se contempló el desarrollo del programa propuesto a través de un software de autor, los cuales son entornos de desarrollo integrado que permiten la adaptación de los componentes previamente diseñados, generalmente desde una metáfora de fácil uso y donde el trabajo con las diferentes medias se realiza desde una interfaz gráfica y con un lenguaje de programación de alto desempeño.

La propuesta de desarrollo del método de graficación por medios computacionales requiere del conocimiento y uso de técnicas precisas del trazado de gráficas en formato digital, es importante resaltar elementos importantes de la computación gráfica y algunas de sus características.

### **1.7 La computación gráfica y el método de graficación del Dr. Pedro Alson**

El área de la computación gráfica es muy amplia y variada, la idea en este trabajo es seleccionar algunos de sus elementos sustantivos de tanta utilidad cuando se propone, como tema fundamental del mismo, la comprensión y el estudio de contenidos matemáticos a través de un método de graficación.

En tal sentido, partiendo del concepto básico del componente fundamental de la imagen de la pantalla de la computadora, como lo es un píxel, como la unidad más pequeña de la pantalla, y por lo cual, para el trazado de una gráfica por computadora, se requiere discretizar el dominio de la función, según la región donde se vaya a generar (viewport), en unidades de píxel, así mismo, se requiere realizar un conjunto de transformaciones gráficas bidimensionales de cuyo exactitud depende en gran medida la visualización, el uso y el control de las diferentes gráficas de acuerdo a los objetivos planteados y las diferentes situaciones diseñadas.

Las transformaciones de coordenadas desempeñan un papel importante en el manejo de instancias de un objeto: colocación del objeto, en específico, para este trabajo, de las gráficas de las funciones, cada una definida en su sistema coordenado, en una imagen o dibujo general definido con respecto a un sistema coordenado maestro.

Es importante entonces considerar estas técnicas de la computación para el desarrollo del material educativo de la propuesta del investigador venezolano Dr. Pedro Alson, y su método para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, a nivel de los contenidos básicos de los cursos de matemática, que se dictan en las carreras universitarias, en Venezuela, y el cual se llama: Métodos de Graficación (MG) (Alson, 2001b).

El MG se basa en una perspectiva constructivista del desarrollo cognitivo de habilidades humanas complejas, como es el caso de las abstracciones de las matemáticas, de los contenidos temáticos desde el conocimiento empírico e intuitivo de los estudiantes de las gráficas de funciones reales.

Se basa en la formulación de los contenidos matemáticos desarrollando el conocimiento intuitivo de los seres humanos sobre las gráficas de las funciones reales, como por ejemplo, la altura de una curva o las operaciones geométricas que se pueden realizar con las mismas; así mismo, se desarrollan nociones algebraicas esenciales (fórmula, composición, ecuación, inversa y solución de una ecuación) utilizando diagramas y calculadoras.

Todo esto es articulado para el estudio más profundo de la graficación de funciones compuestas, el cálculo de límites de funciones y finalmente el estudio de derivadas, dejando al estudiante con suficiente preparación para iniciar el estudio de las aplicaciones de la derivada y el cálculo integral.

Por otra parte, el método profundiza en la interacción profesor-alumno, en contraste con la práctica tradicional de repetición de contenidos, que tan malos resultados ha mostrado hasta ahora, permitiendo realizar ejercicios en clase y plantear dudas, que permitan identificar en el proceso las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de los temas planteados, lo cual permite reorientar las actividades de forma inmediata y focalizar además en aspectos motivadores del tema, como por ejemplo, la relación del tema con otras áreas de conocimiento y sus posibles aplicaciones.

En resumen, el método propicia el desarrollo de un conjunto de actividades y estrategias didácticas innovadoras dirigidas tanto a los estudiantes como a los docentes.

## **1.8 Consideraciones finales del capítulo**

Este capítulo permite focalizar los elementos de articulación y vinculación entre los aspectos tecnológicos y educativos que deben estar presentes en el diseño y desarrollo del software multimedia propuesto, igualmente, hace énfasis en los aspectos metodológicos y la importancia de los sistemas multimedia para la modelación del conocimiento, así mismo, permite reflejar situaciones particulares del área de las matemáticas y su enseñanza aprendizaje a través de medios computacionales, finalmente, se establecen planteamientos de elementos útiles de la computación gráfica y su aplicación para el desarrollo del multimedia.

## **Capítulo II**

### **2. Diseño de la propuesta**

Como se especificó en el capítulo previo, la metodología que se utilizará para el diseño preliminar del trabajo es la de Brian Blum, la cual no solo se centra en los aspectos técnicos para el diseño y desarrollo de sistemas multimedia, sino que también hace énfasis en aspectos educativos y pedagógicos como por ejemplo: los objetivos instruccionales, los objetivos de aprendizaje, las decisiones acerca del contenido y el modelo cognitivo. Sin embargo, se resalta que en ciertos aspectos de la misma, se complementa con otros enfoques, de manera de hacer más eficiente y amplio su aplicación. En tal sentido, partiendo de las diferentes etapas de la metodología planteada se tiene:

#### **2.1 Etapa de Análisis**

Esta etapa inicial de análisis permite definir la información precisa de los elementos sustantivos para el desarrollo del material educativo como:

- El análisis del entorno donde se va a implantar el material educativo computarizado, como parte del desarrollo curricular de la institución, dentro de un ambiente grupal y guiado por el docente de la unidad curricular, y también para uso individual y autónomo por parte del usuario.
- Las necesidades de los posibles usuarios del material educativo computarizado, las causas del problema y sus posibles soluciones; así como su caracterización en términos de conocimientos previos y necesidades cognitivas.
- El análisis del contenido del material educativo computarizado para obtener las fuentes directas de información y el material de apoyo así como la delimitación del contenido a desarrollar.
- El análisis del sistema donde se desarrollará y se implantará el material educativo, lo cual busca ajustarse a las necesidades y condiciones reales para su concreción.

### **2.1.1 Análisis del entorno**

El entorno donde se va a desarrollar la implantación del Método de Graficación está definido como parte de las actividades curriculares a desarrollarse dentro de los cursos de Matemática I que se dictan en la institución, en primera instancia como material de apoyo en las actividades grupales guiadas por el docente de la unidad curricular, e igualmente para el uso del mismo individualmente por parte de los usuarios para consolidar los conocimientos del tema en cuestión. En tal sentido, tomando en cuenta los recursos de la institución relacionados con sus laboratorios de Informática, los equipos de video y computadoras disponibles, su red informática interna y su posibilidad de acceso a internet, se tiene un entorno muy propicio para el desarrollo y aplicación del Método de Graficación.

### **2.1.2 Análisis de necesidades de los usuarios**

En primer lugar, una caracterización de los usuarios potenciales del material educativo nos permite distinguir como elementos positivos la edad promedio de los mismos, entre 18 – 20 años, que es una población muy proclive al uso de las TIC, además, se tiene que los mismos presentan problemas asociados al bajo rendimiento en el área de las matemáticas, por lo cual el Método de Graficación y su modelación computacional resulta una herramienta alternativa como estrategia para superar esta problemática.

Se debe enfatizar que las propias estrategias del método propician el aprendizaje significativo en términos de conocimientos previos del estudiante acerca de las

gráficas de funciones y sus características, que se manejan de forma cognitiva de forma natural por los mismos.

### **2.1.3 Análisis de contenido**

Como la fuente directa del material educativo computarizado está determinada por el manual del Método de Graficación, resulta claro que el mismo orientará su desarrollo, por tanto su contenido se delimita por sus diferentes capítulos.

Dada la importancia del docente en el proceso, se toma en cuenta la guía de apoyo para profesores (Alson, 2001a), desarrollada por el Dr. Alson, y en la que se especifica en detalle las pautas en la aplicación del método en las clases de matemática, lo cual también orientará las actividades a desarrollar en el sistema propuesto.

### **2.1.4 Análisis del sistema**

La primera fase de la propuesta se desarrollará en una plataforma Windows, por las facilidades de los entornos de desarrollo integrado, que están presentes en software de autor, propios de esta plataforma.

En el caso de la plataforma Linux, esto resulta muy limitado, restringiéndose a pocas funcionalidades y con un entorno mucho más básico.

Por otra parte, los usuarios de la aplicación, en general, tienen acceso a la misma, tanto estudiantes como los profesores, y en lo que respecta a la institución se maneja en los diferentes laboratorios de computación.

## **2.2 Etapa de diseño instruccional**

El Método de Graficación, tiene desarrollado las propuestas concretas acerca de su diseño instruccional. En el caso del modelo computacional, estas instrucciones se convierten de manera natural en las escenas de cada una de las pantallas, en lo referente al contenido del método y las actividades diseñadas, donde se justifican las siguientes fases de la metodología escogida: metas instruccionales, objetivos de aprendizaje, decisiones de contenido, modelo cognitivo y prototipo de papel, las cuales se detallan a continuación.

### **2.2.1 Metas Instruccionales**

El método organiza las actividades de clase en tres fases bien diferenciadas: la inicial, la media y la final, donde se contemplan las diferentes metas instruccionales, que se van a desarrollar entre el alumno, el profesor y el grupo; y por lo cual se definen un conjunto de instrucciones dadas a través de lo que se denominan escenas (Alson, 2001a) y donde van a interactuar un conjunto de actores (alumno, profesor) y recursos (libro, pizarrón), ver Fig. 4.

En el AULA

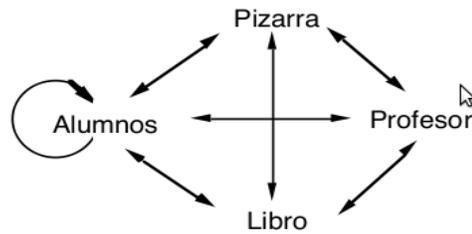


Fig. 4. Interacción de actores y recursos en el aula. Fuente (Alson, 2001a)

En este nuevo enfoque, el aula de clases puede ser el laboratorio de computación, o mantenerse con la adición de un video bean; y el actor 'libro' se sustituye (o se complementa en el caso que la actividad sea en el aula con el recurso de video adicional) por el nuevo actor 'software'. En tal sentido, las metas instruccionales descritas en las 'escenas' del método, van a ser de fácil implementación a través del material educativo computarizado.

### 2.2.2 Objetivos de aprendizaje

En cuanto a los objetivos de aprendizaje el método plantea un conjunto de actividades en las cuales se definen los objetivos de aprendizaje específicos como: resolver problemas de lenguaje, construcción de significados, conocimientos de objetos matemáticos, favorecer la reflexión del estudiante sobre acciones inadecuadas, entre otras.

Otro objetivo a modelar en el software se logra a través de las diferentes interacciones entre los ejercicios planteados y sus respuestas que deben ser desarrolladas por los estudiantes de manera dinámica e interactivas, pudiendo

construir sus propios significados e ir apropiándose del conocimiento de los propios objetos matemáticos y permitiendo su propia reflexión sobre las acciones inadecuadas y su propia auto evaluación y aprendizaje del tema.

### **2.2.3 Decisiones de contenido**

Como no todos los ejercicios juegan el mismo papel, es conveniente saber con precisión sobre cuales se debe hacer énfasis para lograr un buen dominio del tema, por lo cual, las decisiones acerca del contenido del método a modelar y sus respectivos ejercicios es primordial, tomando mucha importancia el desarrollo de problemas propuestos, que permitan enfocar los aspectos singulares del método. Dado que el docente es el que debe tomar esta decisión, el material educativo computarizado propuesto va a desarrollar todos los ejercicios de la guía del método, permitiendo una interacción sin limitaciones cuando se sustituya el libro en el laboratorio, o cuando por su cuenta el alumno interactúe con el software de manera individual.

### **2.2.4 Modelo cognitivo**

Partiendo del hecho que el modelo cognitivo del método, es por definición constructivista, es decir, los alumnos a través de ejercicios llegan a desarrollar los conceptos inherentes a tema, el software propuesto debe concebirse de forma que el estudiante pueda construir sus propios significados a través de la resolución de ejercicios, lo cual debe ser realizado de forma interactiva y dinámica, que permita además el trabajo independiente de los mismos, con retroalimentación

inmediata y donde los alumnos puedan abordar sus deficiencias desde la herramienta computacional.

### **2.2.5 Prototipo de papel**

El libro del método contiene las orientaciones precisas en cuanto al contenido a desarrollar, así mismo, el texto: 'apoyo para profesores que utilizan métodos de graficación', determina las escenas concretas que se quieren modelar, siendo importante incorporar las ideas acerca de la interactividad y singularidades que supone un material educativo computarizado, con las características pedagógicas y educativas descritas, las cuales se modelarán de acuerdo con las características y ventajas que propician los sistemas multimedia, visualizadas en los formatos de las fases del diseño interactivo que se desarrollan a continuación

### **2.3 Etapa de diseño interactivo**

Definidos los aspectos educativos y de contenido, se modela la forma en la cual los usuarios, tanto alumnos, como docentes, interactúan con el sistema, diseñando el ambiente donde los usuarios interactúan con el computador, lo cual contempla el modelado de los aspectos dinámicos del sistema, además de los aspectos propios de los sistemas multimedia relacionados con la definición de la metáfora y paradigmas a utilizar, el diseño de la interfaz, el tratamiento de las diferentes medias, y los aspectos estéticos y lúdicos en general.

En tal sentido, es conveniente incorporar otros enfoques metodológicos para el modelado de algunos aspectos dinámicos del sistema, por lo cual el uso de UML,

sería muy útil, para definir, por ejemplo, los requerimientos funcionales del sistema, vistos como los servicios visibles externamente por los usuarios o el comportamiento deseado del sistema en términos más generales, y por lo cual: “La mayoría de los casos funcionales de un sistema, sino todos, se pueden expresar con casos de uso, y los diagramas de casos de usos de UML son fundamentales para manejar esos requisitos”. (Booch et al., 1999) Por lo cual, esta etapa parcial del diseño se desarrollará desde el enfoque de UML.

### **2.3.1 Requerimientos funcionales**

Los actores del sistema son los usuarios los cuales según el rol que les corresponda desempeñar en la actividad pedagógica, pueden ser el alumno o el profesor, en tal sentido, la escena a modelar descrita en el método de graficación, de acuerdo a las diferentes actividades pedagógicas, definen el comportamiento que cada uno de estos actores espera del sistema o en su defecto, requiere que éste le proporcione; lo cual sistematizamos en el diagrama de la figura 5.

Así mismo, se pueden integrar en el diseño otros aspectos dinámicos del sistema, como por ejemplo, los diagramas de actividades (figuras 6 y 7), para representar el comportamiento interno de una operación o de un caso de uso, bajo la forma de un desarrollo por etapas, agrupadas secuencialmente y los cuales modelan el flujo de tareas y de operaciones básicas del sistema; y los diagramas de secuencias (figuras 8 y 9)

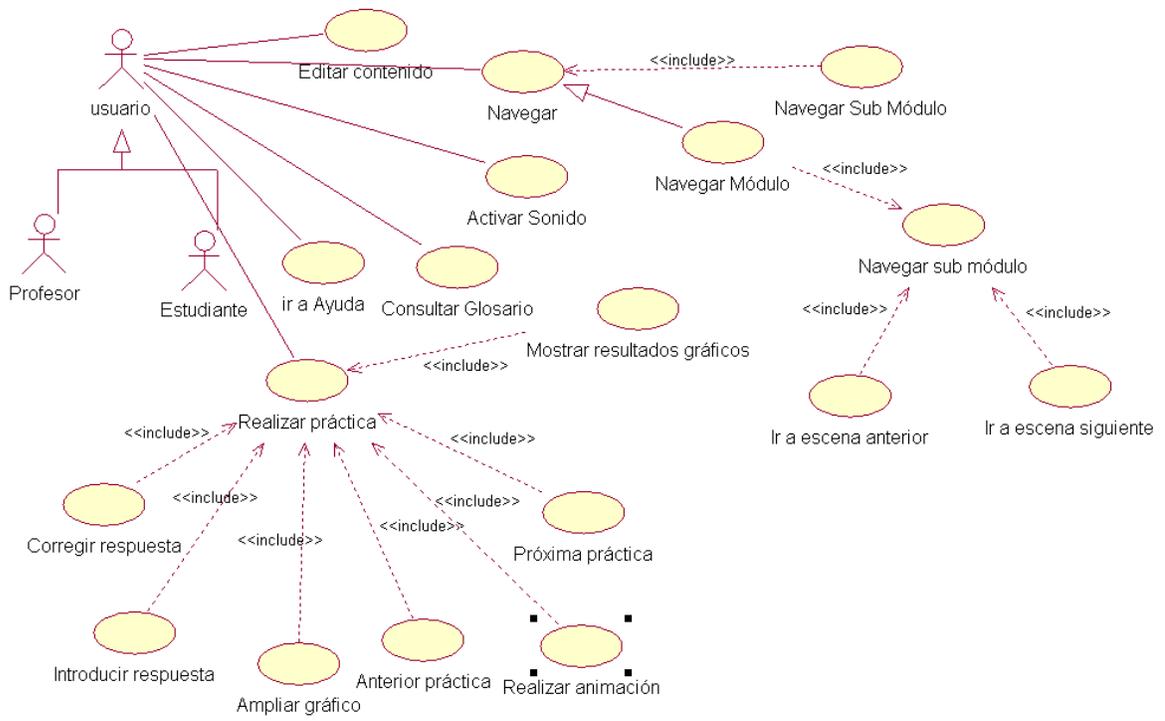


Fig. 5. Diagrama caso de uso, modelado de escena pedagógica

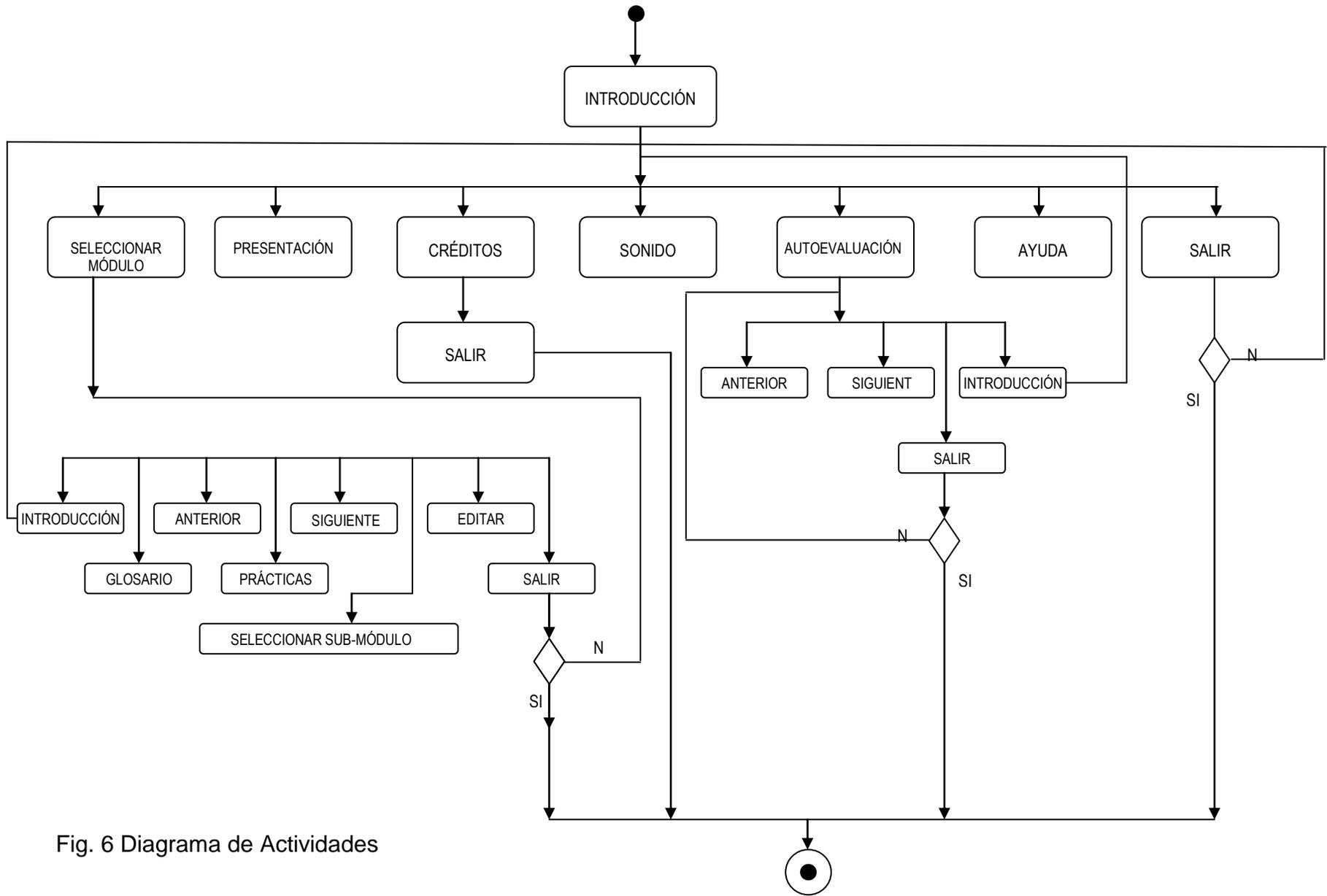


Fig. 6 Diagrama de Actividades

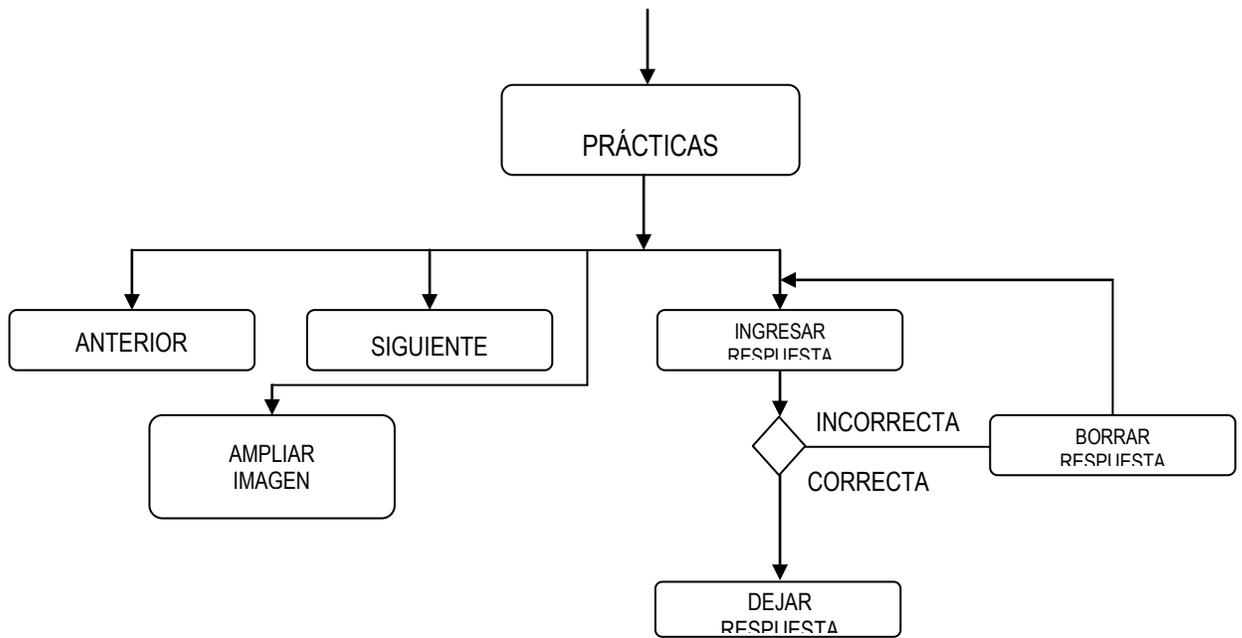


Fig. 7. Diagrama de Actividades

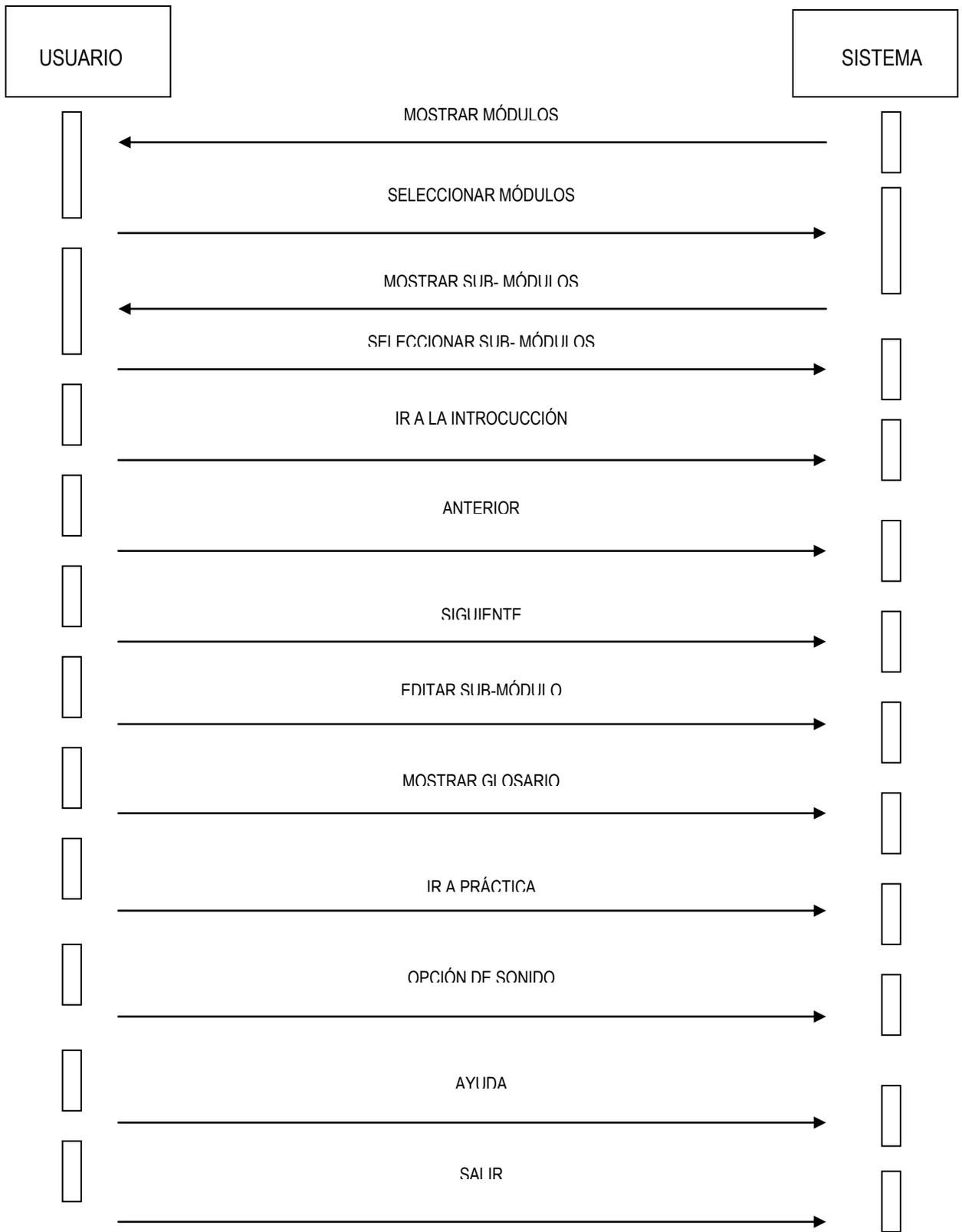


Fig. 8. Diagrama de secuencias

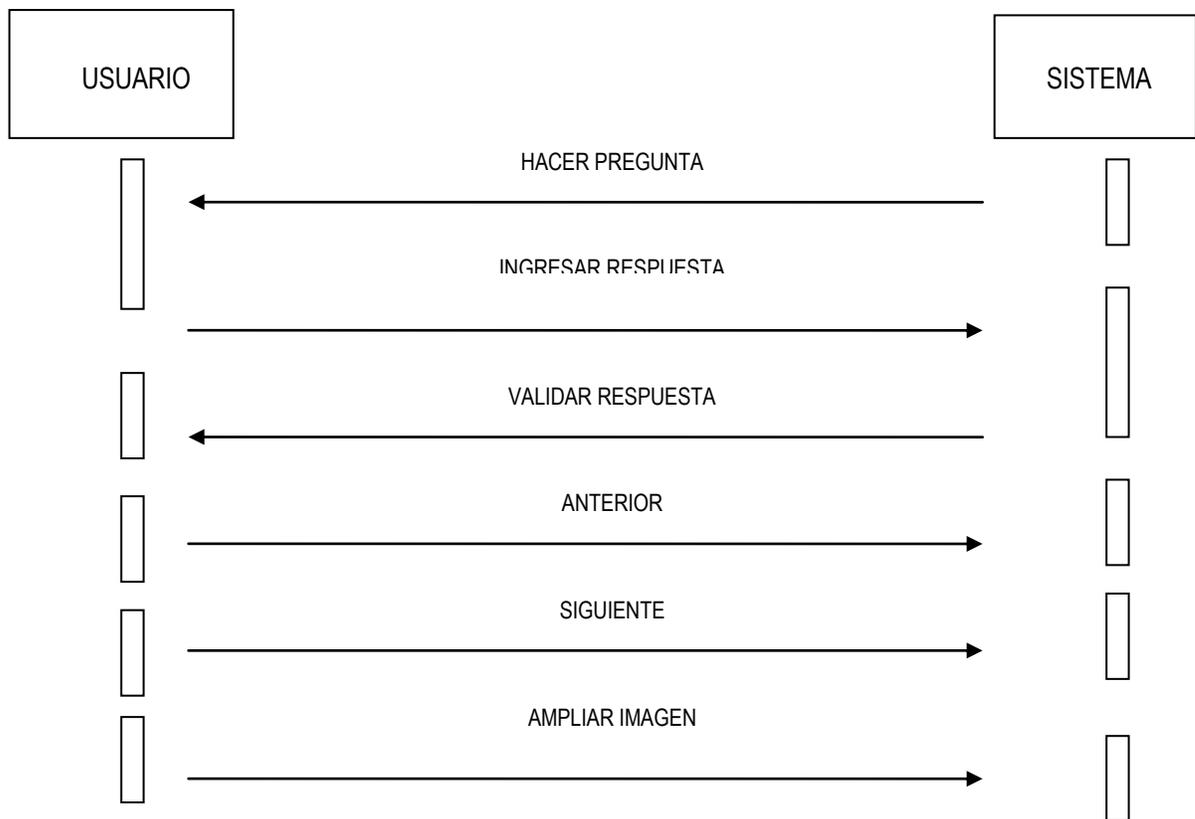


Fig. 9. Diagrama de secuencias

Volviendo a las fases de la metodología de Blum, y buscando una mayor coherencia con el desarrollo de la interfaz gráfica del sistema, se asume, en correspondencia, por ejemplo al Diagrama de Matt Otewill, que su diseño consta de la definición de la metáfora y paradigmas, los mapas de navegación, los story board (que incluye los esquemas de pantallas) y el desarrollo de los guiones.

### 2.3.2 Metáfora y paradigma

Asumiendo el proceso educativo como un hecho cultural y por tanto sujeto a la direccionalidad de los grupos sociales, y de acuerdo con la posición crítica-política de las tecnologías educativas, que enfatiza, que “La naturaleza del conocimiento de la Tecnología Educativa no es neutro ni aséptico respecto a los intereses y valores que subyacen a los proyectos sociales y políticos en los que se inserta la elaboración, uso y evaluación de la tecnología”. (Area, 2009). El diseño de la interfaz incluye una metáfora recreada en los pueblos autóctonos de América, es

decir de las culturas indígenas, sus saberes y conocimiento, de manera tal que los iconos utilizados en la presentación, la botonera, los fondos de pantalla, la música de inicio, el scroll bar de las pantallas de contenido, estarán recreados con elementos indo americanos, que propicien en los estudiantes y profesores una actitud positiva hacia nuestra cultura y valores ancestrales autóctonos. En cuanto al paradigma, la interfaz se expresará en términos familiares y reconocibles de la cultura indo americana, específicamente de las culturas Incas, Mayas y Aztecas, es decir, desde el punto de vista del diseño gráfico, se utilizará un paradigma metafórico.

### **2.3.3 Mapas de navegación**

Los mapas de navegación en una producción multimedia significan, en primera instancia, hacer un bosquejo de las conexiones de las distintas áreas de contenido. Según (Vaughan, 2000), existen cuatro estructuras de navegación primarias utilizadas en multimedia: Navegación lineal, jerárquica, no lineal y compuesta. En tal sentido, la propuesta va a contemplar una estructura compuesta, donde el usuario podrá navegar tanto por los módulos de contenido de manera directa, al igual que por los sub módulo. Así mismo, se contempla la navegación lineal por los contenidos de los módulos al igual que por la navegación de los ejercicios de las prácticas.

Las siguientes figuras (Fig. 10 y Fig. 11) muestran dos ejemplos de las estructuras básicas de navegación propuestas, incluido el contenido a desarrollar en cada módulo y las diferentes funcionalidades asociadas por pantallas.

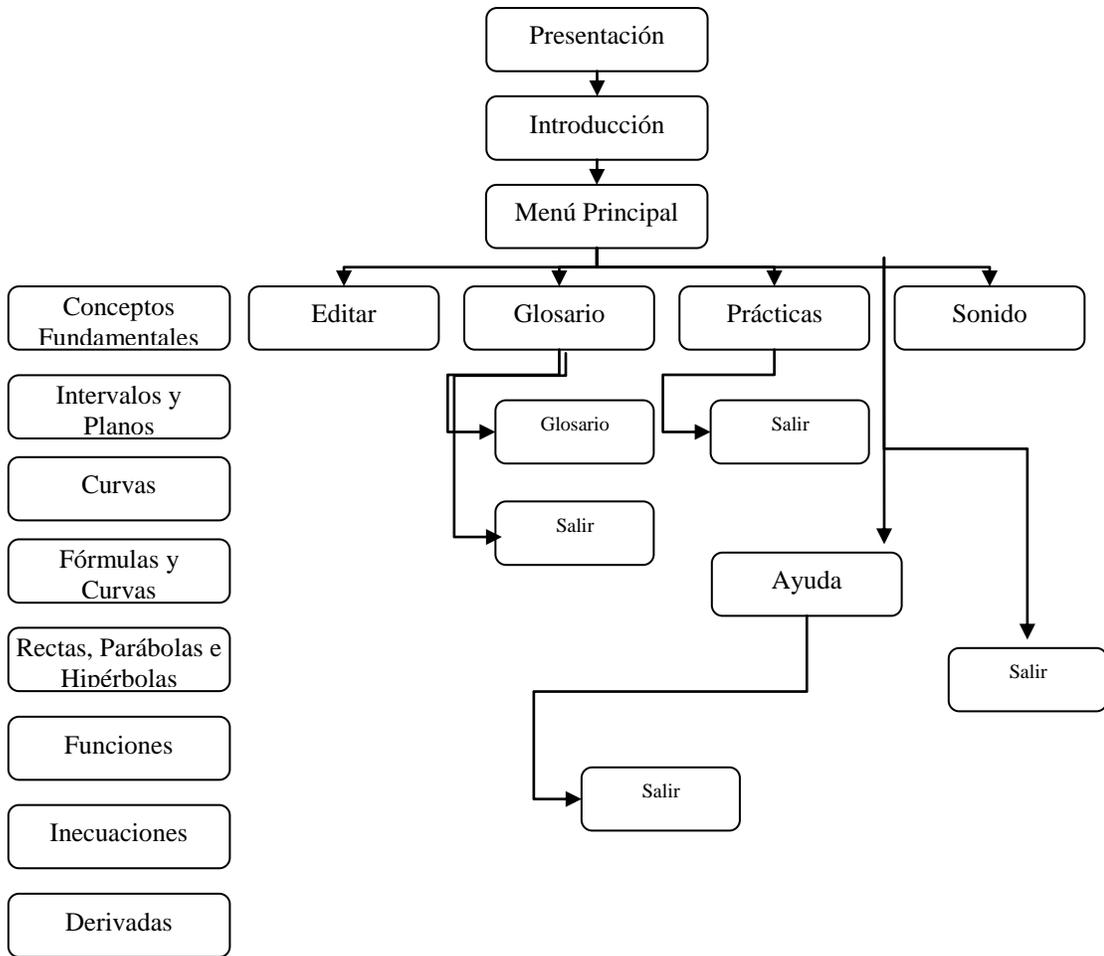


Fig. 10. Estructura de Navegación, Menú Principal

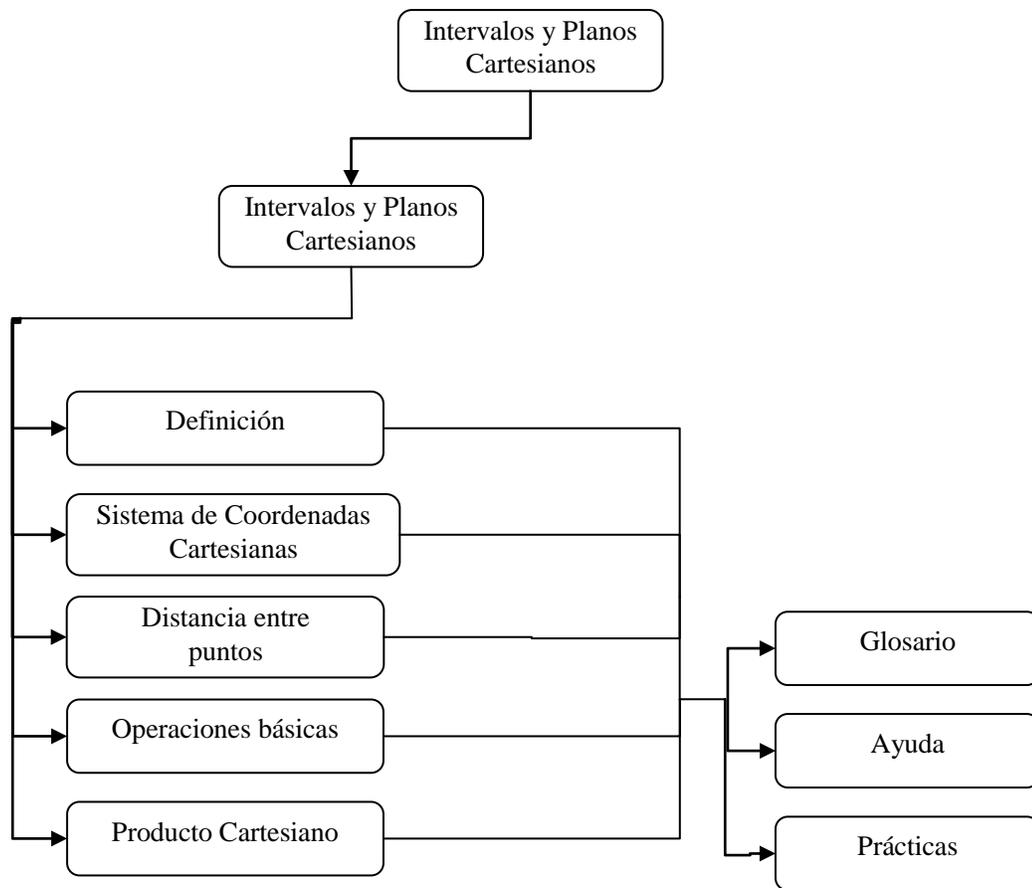


Fig. 11. Estructura de Navegación, módulo 2, Intervalos y Planos Cartesianos

### 2.3.4 Story board

La descripción detallada en términos visuales de lo que contendrán las pantallas de la multimedia, es decir, la historia contada en imágenes, que especifique en forma conceptual los elementos de cada una de las pantallas del sistema propuesto, como por ejemplo se muestra en las siguientes figuras (ver Fig. 12 y Fig. 13):

Símbolo	Significado
	Prácticas
	Crédito
	Sonido
	Ayuda
	Salir
	Adelante
	Atrás
	Editar
	Glosario
	Introducción

Fig. 12. Simbología básica del story board

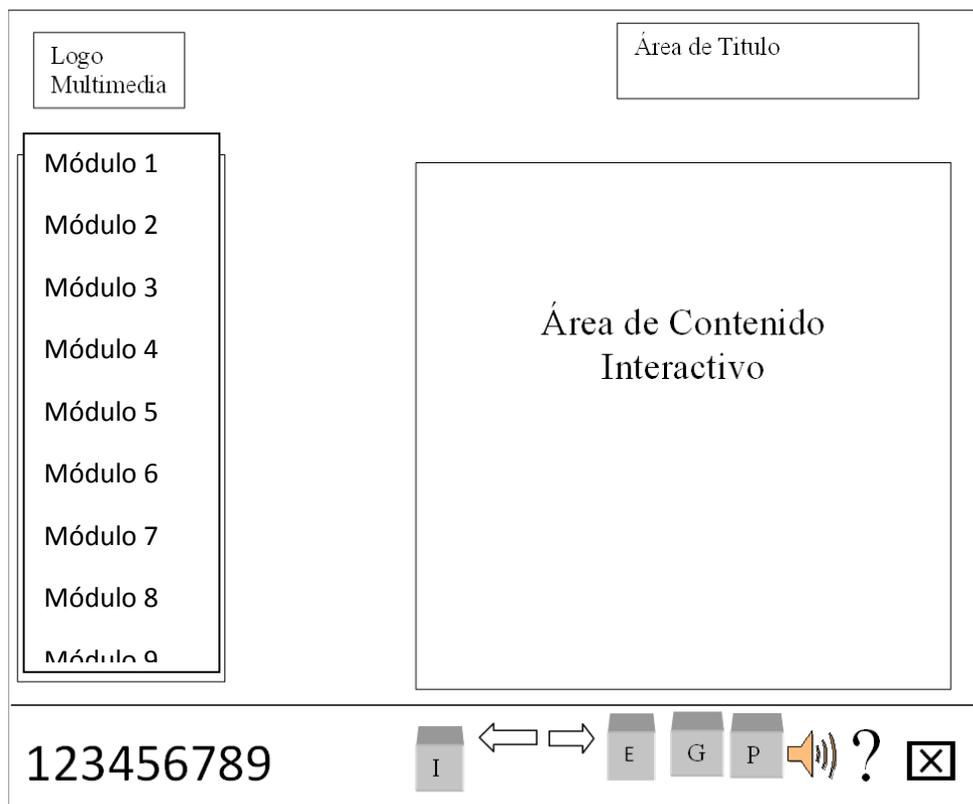


Fig. 13. Menú principal, story board

### 2.3.5 Guiones

El guión multimedia describirá de forma precisa cada uno de los elementos que estén presentes en las pantallas, tomará en cuenta la información a transmitir, la forma en que aparecen y se suceden todas las imágenes, textos, sonidos y demás elementos en los que se apoya el mensaje. Si una multimedia se define como una serie de estímulos dirigidos a una audiencia, la forma en que el guionista organiza dichos estímulos es el discurso, también se incluye la navegación y la funcionalidad de las pantallas, todo lo cual se plasma en el formato de cinco columnas, de la figura 14.

<b>Código:</b>				
<b>Nombre según estructura:</b>				
<b>Visual (Dibujo, Animación)</b>	<b>Texto</b>	<b>Audio (Voz)</b>	<b>Audio2 (Música, Efectos)</b>	<b>Navegación y funcionalidad</b>

Fig. 14. Formato para el guión multimedia

### 2.4 Etapa de producción

Siguiendo los guiones se realiza la producción de los textos, imágenes y audiovisuales en general:

Se editan los textos

Se diseñan y crean las imágenes.

Se graba y captura cada uno de los recursos de audio y video.

Se deben crear estándares y especificaciones de producción y enfatizar aspectos como la automatización la calidad y la consistencia. Con ello se logra afinar detalles de cualquier índole desde las animaciones, botones de navegación, colores, sonido, y en general de todos los componentes que hacen posibles un software multimedia.

Para la digitalización de imágenes se utilizaron los programas Fireworks, Corel Bryce, PhotoImpression 4 y The Gimp, así mismo, para la edición del sonido (fondo musical) fue muy útil el programa Cool Edit Pro; que permitió mejorar los detalles e imperfecciones que se reflejaban.

Los sonidos utilizados para el desarrollo de la multimedia, fueron tomados de fuentes digitales, por medio de la conversión de formatos de “cda” y “wma” a “mp3” para su posterior integración al multimedia.

Una vez digitalizadas, tanto las imágenes, el texto y el sonido, se realizaron las animaciones, las mismas fueron realizadas desde Swift 3D, Swish 2.0 y Flash 7.2 donde se plasmaron cada uno de los componentes multimedia que ofrece dicha aplicación.

## **2.5 Consideraciones finales del capítulo**

El diseño de la propuesta del software interactivo para modelar de forma computacional el método de graficación, recoge dos planteamientos que son vinculantes y tienen que tener mucha coherencia para el desarrollo de la misma, el primero se visualiza desde los aspectos pedagógicos y educativos recogidos del propio método de graficación y de la metodología escogida; así mismo, desde la vertiente tecnológica se determinan algunas condicionantes para el trabajo que deben presentar las alternativas que se vislumbren para su implementación.

Igualmente, resulta evidente la escogencia de una metodología ecléctica, que complementa la propuesta de Blum, como es el caso que se utiliza para el análisis de requerimientos del sistema, donde se desarrollan a través de UML, algunos diagramas útiles que modelan algunos aspectos dinámicos del sistema, así mismo, para el diseño de la interfaz gráfica se toman aspectos de otros enfoques que enriquecen las etapas de la metodología escogida.

Finalmente, se puede afirmar que se realizó un diseño que cumple los requisitos básicos de un software que debe poseer características interactivas y cumplir con las escenas pedagógicas descritas en el método de graficación.

## **Capítulo III**

### **3. Implementación de la propuesta**

La implementación del software multimedia se realiza mediante la integración de las medias desarrolladas, tomando en consideración las orientaciones de las fases previas de preproducción, es decir de los aspectos educativos y pedagógicos analizados, así como de los aspectos relativos al propio método de graficación y el aporte de las técnicas de computación gráfica para un mejor desempeño del medio utilizado. En paralelo se fue desarrollando un conjunto de pruebas funcionales y de contenido de los diferentes módulos.

#### **3.1 Integración**

Se utilizó el entorno de desarrollo integrado del software de autor Flash para realizar la integración, lo cual permite realizar los enlaces requeridos para cada módulo, combinando texto, hipertexto, imágenes, animaciones, video y sonido.

En esta etapa se integraron los nueve módulos que conforman el software (de acuerdo al contenido del método), con las prácticas de los primeros cinco, así como de los módulos de introducción, glosario, edición, ayuda y salir del software. La programación se realizó con el lenguaje de ActionScript de Flash.

Para graficar las curvas, que en el método estaban dibujadas a mano alzada (ver Fig. 14), en primer lugar se determinó la ecuación respectiva, por medio de diversas pruebas, que consistieron en escribir polinomios de grado igual al número de raíces que presentaba la curva a mano alzada y determinar sus coeficientes de forma aproximada hasta conseguir una representación gráfica similar a la presentada en el método.

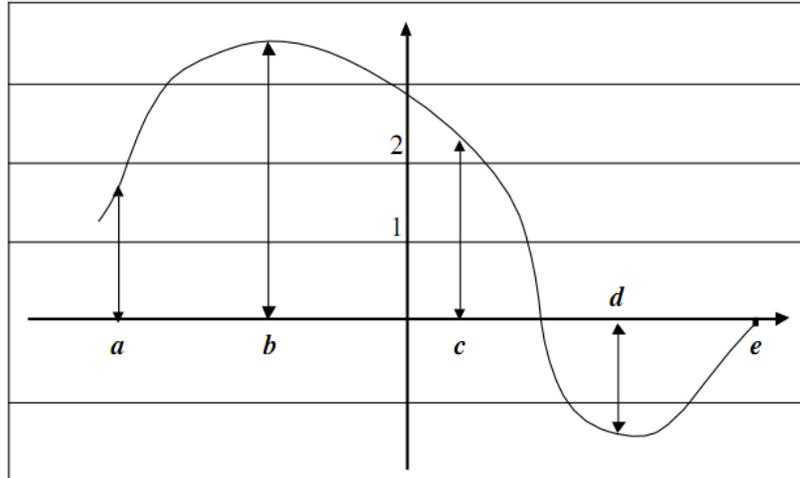


Fig. 14. Curva del método a mano alzada

Por ejemplo para la curva de la Fig. 14, se determinó la ecuación cúbica  $ax^3+bx^2+cx+d$ , donde los coeficientes se calcularon con los siguientes valores:  
 $a = 77/480$ ,  $b = -63/160$ ,  $c = -403/340$ ,  $d = 11/4$

El siguiente paso consistió en determinar el área de graficación, lo cual se logró definiendo un área de pantalla a través de la creación de un MovieClip de Flash, que restringe el viewport a los límites de la ventana del MovieClip.

Se discretizaron los puntos a graficar, de acuerdo a la forma de la curva, para este caso particular que se corresponde con el intervalo  $[-2.8, 3]$  en las abscisas, de manera que se tomaron 101 puntos de la curva y se fueron conectando los mismos con segmentos de recta, quedando su gráfica como se aprecia en la Fig. 15.

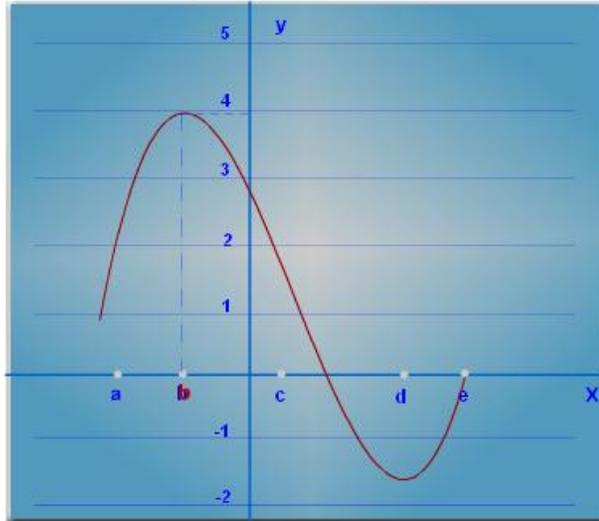


Fig. 15. Curva del método graficada en el multimedia

El código de programación es el siguiente:

```
createEmptyMovieClip ("linea1", 1);
    primera_vez = false;
    xo = 159.3; //Posición del plano cartesiano en pixeles de la pantalla en
                cuanto al eje x
    yo = 292.6; //Posición del plano cartesiano en pixeles de la pantalla en
                cuanto al eje y
    with (_root.linea1){
        lineStyle (1, 0x990000, 100);
    }
    for (n=0;n<=100;n++) {
        x = -2.8+(n*6.8)/100.0; //puntos en x
        y = (77/480*x*x*x-63/160*x*x-403/240*x+11/4); //ecuación
        if (primera_vez != true)
            linea1.moveTo (x*33.5+xo,yo-42*y);//graficación de los puntos
        else
            linea1.lineTo (x*33.5+xo,yo-42*y);//graficación de los puntos
        primera_vez = true;
    }
```

Otro elemento importante relacionado a la implementación de las curvas por este procedimiento computacional radica en el ahorro de memoria, ya que el desarrollo de la curva no implica el almacenamiento de imágenes gráficas, que desde el punto de vista de los sistemas multimedia es un elemento que generalmente consume mucho espacio de memoria.

### **3.2 Pruebas funcionales**

Se realizaron pruebas funcionales y de contenido de manera paralela, en la medida que se desarrollaban los módulos, se hacían las pruebas respectivas para verificar su correcto funcionamiento y cumplimiento de los objetivos planteados, tanto desde el punto de vista didáctico (que en este caso se relaciona con la interactividad presente en la aplicación), como desde el punto de vista de desarrollo de contenidos.

Las pruebas funcionales son una forma de verificar los requerimientos del propósito del proyecto. Este tipo de prueba es el que se realiza en el desarrollo del software, ya que muchos de los puntos son comunes a los que se encuentran en la producción de una aplicación software. Las áreas de las pruebas funcionales incluyen pruebas de unidad, pruebas de integración, pruebas de medidas, pruebas de presión, pruebas de configuración y pruebas de entorno. Para llevarlas a cabo hay que referirse al documento de diseño del proyecto para identificar la lista completa de funciones que probar.

Realizadas las pruebas de los módulos del software, los problemas que se encontraron iban desde el aspecto estético, como un botón que no tiene una acción asociada, hasta otros de mayor importancia como que el programa que se quede inactivo. Describimos las pruebas que se realizaron a continuación.

**Pruebas de Unidad:** Es una de las primeras formas de probar un producto multimedia comprobando las piezas que lo componen, a medida que estas se

vayan desarrollando y entonces integrar las piezas es el producto final. Una de las piezas mas importantes en el producto multimedia es la estructura, dicho mecanismo se encarga de controlar el flujo de información y la integración del producto

**Pruebas de Integración:** Se realiza siempre que se conecte alguna unidad. Una secuencia de pantallas puede funcionar adecuadamente antes de que se le introduzcan las medidas, pero una vez añadidos los sonidos y las animaciones es posible que al cambiar las pantallas se interrumpa el sonido o la secuencia de imágenes (de ahí viene la importancia de utilizar medidas aproximadas en la realización del prototipo).

**Prueba de Medios:** También se debe comprobar la funcionabilidad de los medios. Las pruebas de medios se deben hacer continuamente a lo largo del proceso del desarrollo del multimedia para asegurarse de que el software y los elementos de contenido que pueden ser almacenados en el CD-ROM u otro medio de respaldo a utilizar.

**Pruebas de Presión:** Con las pruebas de presión o de fallo se asegura de que la integridad del producto permanece intacta bajo condiciones externas.

**Pruebas de Configuración:** Otro tipo de comprobación funcional son las pruebas de configuración, que controlan que el producto funcione bien sobre varios tipos de computadoras, de dispositivos y de configuraciones de Software. Las pruebas de configuración no se deben limitar solo a las configuraciones de hardware, también se deben probar las extensiones.

**Pruebas de Entorno:** Un último elemento de la prueba funcional concierne al entorno en que se instala y se usa la aplicación multimedia.

### **3.3 Pruebas de Contenido**

El propósito de las pruebas de contenido es asegurarse de que los materiales en el producto multimedia son exactos, por ejemplo, comprobar el tipo de letra y el enunciado del texto, aunque también se comprueba el contenido de las ilustraciones, los sonidos y las películas.

La idea es tratar de que no aparezcan faltas de ortografía de gramática o que aparezca una ilustración distinta a la que debería; esto puede distraer a los usuarios del contenido y dañan la credibilidad del producto.

### **3.4 Realización de la Instalación**

La instalación del multimedia educativo del método de graficación, se realiza de manera que sea autoejecutable, su instalación no requiere una serie de pasos complicado, para ello se realiza un acceso directo, programando un autorun (autorun.inf) que invoca un archivo .bat (ARCHIVO.bat), el cual llama al archivo principal del software, que es un archivo ejecutable que se encuentra en el directorio raíz del CD, con el nombre de START.exe.

[autorun]

icon =I UTLV.ico

open=Archivo.bat

### **3.5 Requerimientos técnicos**

Para correr el sistema multimedia se requiere como requisitos mínimos de hardware una unidad lectora de CD o DVD, también puede copiarse directamente al disco duro, para lo cual se requiere una memoria de 365 MB. La plataforma debe ser Windows, versiones superiores a la 2000, además, debe poseer dispositivos de audio para poder reproducir los fondos musicales, la tarjeta de video recomendada es de tecnología MSI con un monitor súper VGA, y la memoria RAM preferiblemente de 512 Mb o superior. En cuanto al software instalado, debe

poseer Word de Office (para poder editar los contenidos teóricos de los módulos), versión 2003 o superior.

### **3.6 Resultados**

En primer lugar se logró armonizar los elementos del método con una interfaz gráfica agradable a la vista y muy funcional, fundamentada en elementos culturales y autóctonos para motivar a los participantes de los diferentes cursos de matemática, como podemos apreciar en la Fig. 16, de la pantalla de Presentación, y en la Fig. 17, relacionada a la pantalla de Introducción.

Igualmente, hay que hacer referencia al acceso inmediato del contenido por múltiples menús interactivos, lo cual permite una mayor interacción entre temas relacionados, vemos por ejemplo, Fig. 17, en la pantalla del módulo de introducción, como podemos navegar tanto por el menú de la izquierda, donde se muestran los sub módulos, del módulo escogido, y el menú numérico del lado inferior izquierdo, que se corresponde con los nueve temas desarrollados del método.

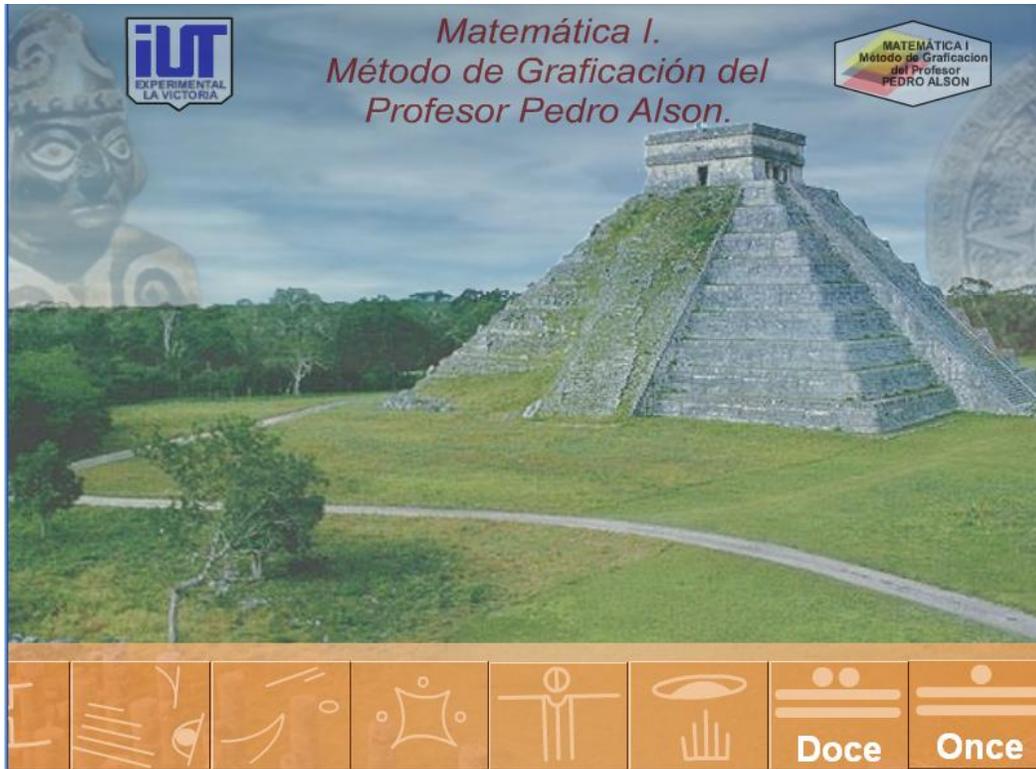


Fig. 16. Presentación



Fig. 17. Introducción

Un aspecto resaltante tiene que ver con el primer módulo de software, el cual no está contemplado en los contenidos del método, pero se consideró importante su desarrollo ya que los contenidos introducidos son conceptos fundamentales que el estudiante debería manejar, como es el caso de la teoría de conjuntos y sus operaciones básicas: unión, intersección, complemento, diferencia; la inclusión entre conjuntos y el producto cartesiano. La Fig. 18 presenta la pantalla de Conceptos Fundamentales y sus módulos.

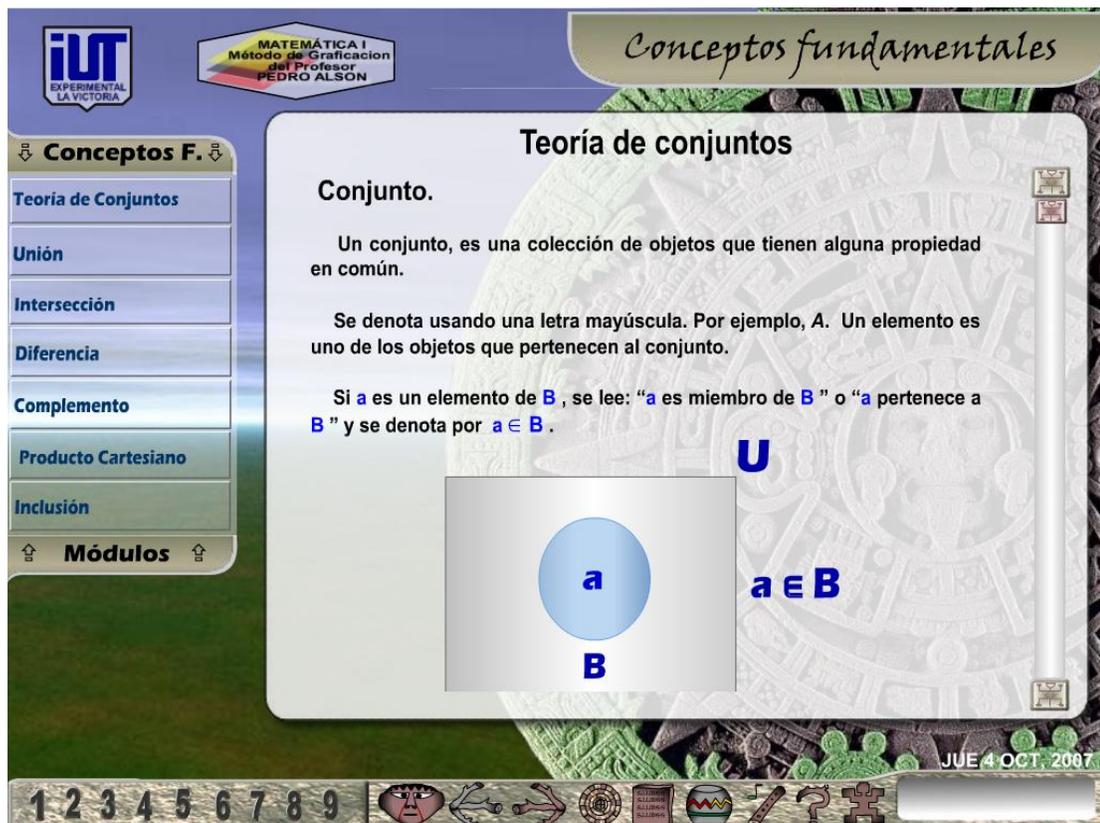


Fig. 18. Módulo Conceptos Fundamentales, sub módulo Teoría de Conjuntos

Igualmente, otro resultado importante, tiene que ver con la modelación del método de graficación desde la perspectiva de la metodología de desarrollo de software multimedia de Brian Blum. Donde se enfatizan algunos aspectos importantes como los siguientes:

Se modelaron muchas de las actividades y estrategias propias del método de

graficación, de manera que los usuarios realizaran las actividades de forma intuitiva, por ejemplo, la fase inicial de la metodología que contempla los objetivos de aprendizaje permitió la modelación de manera natural, de muchas de las actividades y estrategias propias del método de graficación, donde por una parte se logró presentar los contenidos de los diferentes capítulos del libro y muchos de los ejemplos prácticos siguiendo las pautas de los objetivos planteados, como se puede apreciar en los contenidos básicos de la matemática, como es el caso del módulo de Intervalos y Planos Cartesianos, resaltados en las figuras siguientes: Fig. 19, Fig. 20 y Fig. 21.

**iUT**  
EXPERIMENTAL  
LA VICTORIA

MATEMÁTICA I  
Método de Graficación  
del Profesor  
PEDRO ALSON

*Intervalos y Plano Cartesiano*

**Intervalos y P.C.**

- Definición
- Sistema de C. Cartesiana
- Distancia entre Puntos
- Operaciones Básicas
- Producto Cartesiano
- Módulos

### Intervalos Reales

#### Intervalos

Los intervalos son fundamentalmente como lenguaje para hablar de zonas donde las curvas cumplen ciertas propiedades. Es conveniente que tenga presente que los intervalos son subconjuntos de números reales, aunque muy particulares (si dos números pertenecen al intervalo, todos los que “están entre ellos” también pertenecen al intervalo). A continuación se dan algunos elementos sobre la notación conjuntista, frecuentemente utilizada.

**Intervalo entre a y b**

Diagrama de un intervalo en una línea numérica entre los puntos  $a$  y  $b$ .

#### Cómo se describe la definición de un conjunto.

Lo que se va a definir se escribe, seguido de un signo igual. Por ejemplo si se quiere definir el intervalo cerrado de extremos  $a$  y  $b$ , se escribe:  $[a,b]=$   
 A la derecha suelen ir dos llaves  $[a,b]=\{ \quad \}$   
 y entre esas llaves una barra vertical  $[a,b]=\{ | \quad \}$

JUE 4 OCT, 2007

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Fig. 19. Módulo: Intervalos y Plano Cartesiano, sub módulo Intervalo Real



Fig. 20. Módulo Intervalos y Plano Cartesiano, sub módulo Intervalo Real, prácticas, explicación No. 1

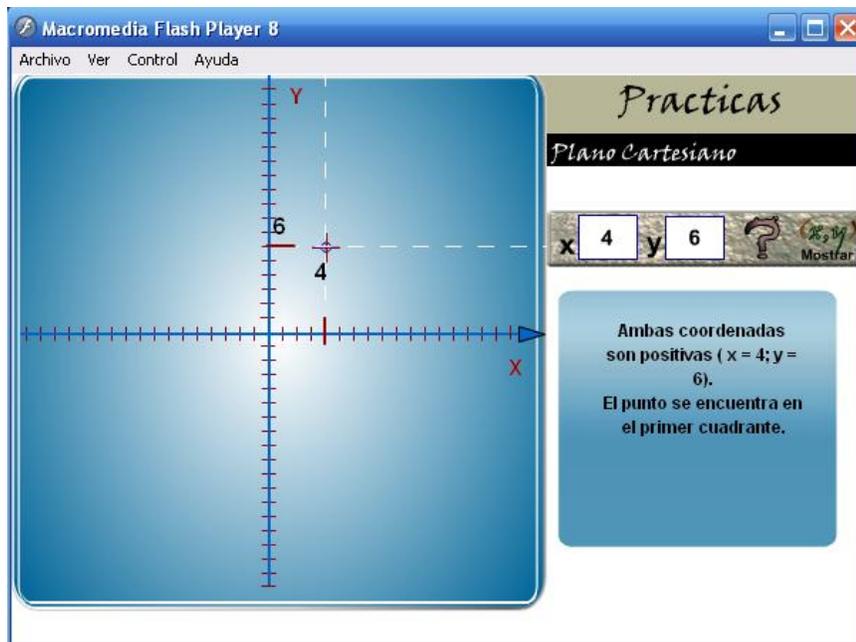


Fig. 21. Módulo Intervalos y Plano Cartesiano, sub módulo Plano Cartesiano, prácticas

Así mismo, es notable que el modelo de navegación del diseño interactivo propuesto, permita una mayor vinculación entre la teoría y la práctica. Pudiendo el usuario mantener varias actividades de prácticas abiertas con el módulo respectivo de teoría, para revisar diferentes resultados y contrastar los mismos, como por ejemplo, se puede apreciar en las figuras: Fig. 22, Fig. 23 y Fig. 24, relacionadas al módulo de Curvas y dos de sus prácticas activas, corriendo en paralelo.

Las prácticas interactivas constituyen una gran ventaja, tanto para los estudiantes como para los profesores, porque permiten la retro alimentación inmediata del proceso, como por ejemplo en la Fig. 24, relacionada con el módulo de Curvas y sus puntos de corte con los ejes, lo cual permite en primer lugar aplicar una función de lupa sobre cada gráfica, para determinar con mayor exactitud los puntos de corte con los ejes solicitados, como se aprecia en la Fig. 25, e interactuar con las respuestas propuestas por los usuarios, obteniendo una respuesta inmediata de la situación y permitiendo la evaluación de resultados de forma inmediata, al igual que la corrección de resultados erróneos. Así mismo, en vista que las pantallas son independientes del contenido, se puede acceder a los mismos para clarificar conceptos y relaciones importantes con otros módulos y temas.

**CURVAS**

**Curvas**

**Definición**

Las curvas que se van a estudiar en este curso interactivo, serán solo aquellas que tienen no más de un punto en cada vertical.

A continuación se observará un ejemplo que no se contemplará, ya que es una curva donde hay una vertical que corta en tres puntos.

JUE 4 OCT, 2007

Fig. 22. Módulo Curvas, sub módulo Definición

**Prácticas**

Curvas: Práctica n°1

Conteste las preguntas tomando en consideración los puntos señalados en el eje x: a,b,c,d,e.

1. ¿En cuales puntos la curva tiene altura mayor que 2?

a b c d e

¡CORRECTO!

Fig. 23. Módulo Curvas, sub módulo Definición. Prácticas

*Prácticas*

Curvas: Práctica n°2

**PUNTOS DE CORTES con los ejes**

**Ejemplo N°1**

**Ejemplo N°2**

**Ejemplo N°3**

Complete los puntos de cortes en base a las curvas que aparecen en los ejemplos. Si no exista ningún punto dentro de la curva coloca una N.

Ejemplos	Puntos de corte con el eje x	Puntos de corte con el eje y
1	{ -1 , 1 }	{ -1 } ✓
2	{ <input type="text"/> }	{ <input type="text"/> }
3	{ N }	{ <input type="text"/> }
4	{ <input type="text"/> }	{ N }
5	{ <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> }	{ <input type="text"/> }
6	{ <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> }	{ <input type="text"/> }

Fig. 24. Módulo Curvas, sub módulo Definición. Prácticas

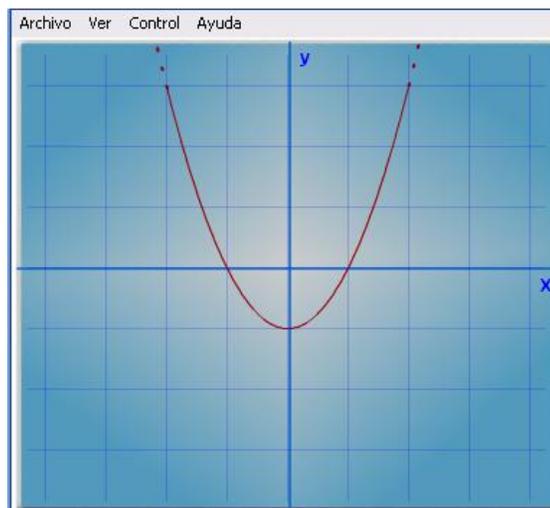


Fig. 25. Módulo Curvas, sub módulo Definición. Prácticas. Opción de lupa sobre el ejemplo No. 1

Otra posibilidad importante que proporciona el software multimedia radica en el desarrollo amplio de conceptos y la implementación de una gran cantidad de ejercicios prácticos, como por ejemplo, para el caso del módulo de rectas Fig. 26 y sus prácticas asociadas, como en la Fig. 27, que representa el ejercicio número 20 que puede realizar el estudiante.

**RECTAS**

**Rectas**

Es un conjunto de puntos en el cual un punto que se encuentra entre otros dos tiene la mínima distancia a éstos; se prolonga al infinito en ambas direcciones, en contraposición con el segmento y la semirrecta.

Ejemplo: Para  $f(x)= x+2$  donde  $x=2$

(Colocar el cursor sobre el gráfico)

JUE 4 OCT, 2007

Fig. 26. Módulo Rectas, sub módulo Definición

**Prácticas** Rectas: Práctica n°1.1

**Respecto a las gráficas analizadas anteriormente, responder (seleccione 1 opción)**

**1**

$y = 0.5x + 1$   
 $y = 1x$   
 $y = -1 + 2x$   
 $y = 2x + 1$

**2**

$y = -0.5x + 1$   
 $y = -x + 1$   
 $y = -2x + 1$   
 $y = -3x + 1$

**20. ¿En cuales recuadros todas las rectas tienen el mismo punto de corte con el eje Y?**

1    y     2

Fig. 27. Módulo Rectas, sub módulo Definición. Prácticas, ejercicio No. 20

Un aporte interesante se encuentra también en la forma diferente de realizar las actividades de aprendizaje, en este caso, por ejemplo, del módulo de Funciones, ver Fig. 28, una de sus prácticas asociadas incluye el aprendizaje de su contenido por medio de actividades no tradicionales, como se puede observar en la Fig. 29, relacionada al aprendizaje lúdico.

**Funciones**

Antes de definir función, será necesario explicar lo que es una RELACIÓN; dado dos conjuntos A y B, diremos que una relación de A en B ( $R: A \rightarrow B$ ) es cualquier propiedad que asocia algún elemento del conjunto A (conjunto de partida) con algún elemento del conjunto B (conjunto de llegada). Esto equivale a decir que una relación está constituida al menos por un par ordenado del producto cartesiano de ambos conjuntos. Es por ello que también podemos definirla como un subconjunto no vacío del producto cartesiano, es decir:

$$R: A \rightarrow B / R \subset A \times B$$

Una relación entre dos conjuntos puede ser representada en forma sagital, asignando una flecha entre cada elemento y su imagen; en forma tabular, asignando un punto de un sistema de ejes a cada par relacionado, y en forma de par ordenado, especificando los pares que la constituyen.

**DEFINICIÓN DE FUNCIÓN:**

Una función entre dos conjuntos A y B ( $f: A \rightarrow B$ ) es cualquier relación que asigne a todos y cada uno de los elementos de A (en adelante) uno y

JUE 23 OCT, 2008

Fig. 28. Módulo: Funciones, sub módulo Definición

**Prácticas**

Complete cada elipse con uno de los siguientes nombres: x, y o f(x) y los rectángulos con uno de los siguientes símbolos: >, <, = para ello arrastra con el "mouse" el nombre o signo que corresponde

Nombres: x f(x) Signos: > < =

y (x,y) f

y f(x)

Fig. 29. Módulo: Funciones, sub módulo Definición. Prácticas

Finalmente, los diferentes módulos, como es el caso de Glosario, como se aprecia en la Fig. 30, le dan un valor adicional a la herramienta, ya que en este caso, permite clarificar términos y conceptos matemáticos que en el método no se encuentran.

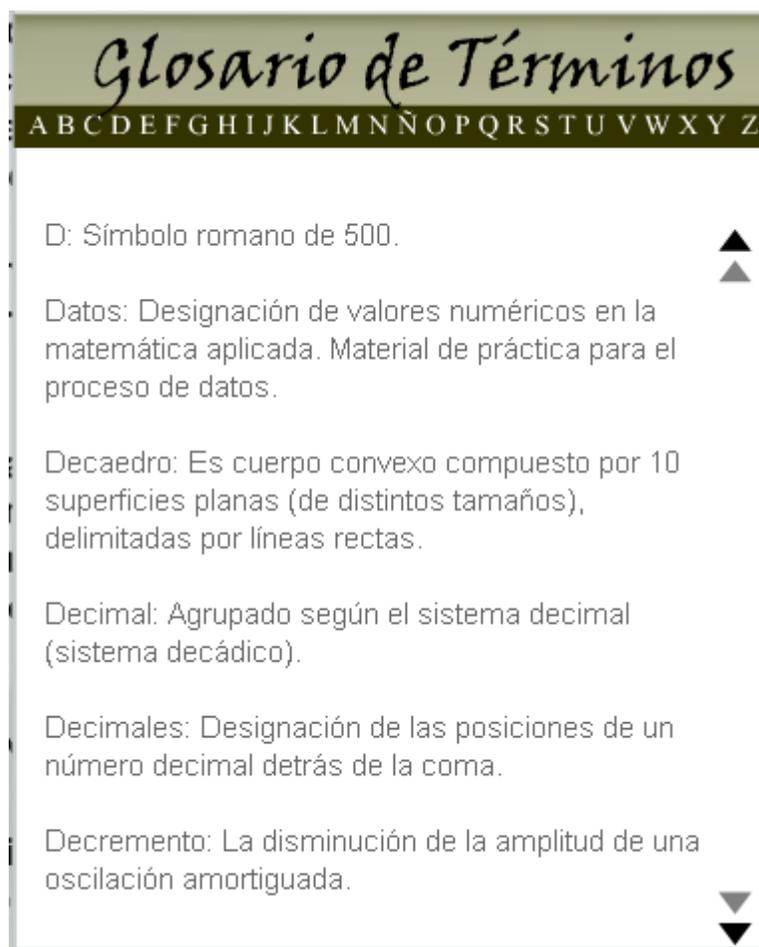


Fig. 30. Glosario, letra D

### **3.7 Consideraciones finales del capítulo**

Este capítulo permitió consolidar muchas de las ideas y propuestas de orden pedagógico y su implementación desde las técnicas y tecnologías presentes hoy en día, como es el caso del uso de plataformas como los entornos integrados de los software de autor, en este caso Flash, las técnicas de la computación gráfica y los conocimientos y habilidades en el área de la programación, las cuales se articularon de manera coherente para el desarrollo de una interfaz gráfica muy funcional y vistosa, igualmente en lo que respecta a la interacción entre el usuario de la aplicación y el software se verifica el cumplimiento de las pautas diseñadas, sobre todo desde el punto de vista de los ejercicios planteados a través de las prácticas del método.

En tal sentido, el contraste que se puede observar hasta ahora entre el método tradicional del método de graficación y su implementación a través de un entorno multimedia, permite augurar buenos indicios en su implantación para su uso en términos reales en los estudiantes de los cursos iniciales de matemática I, de la UPT Aragua.

## **Conclusiones**

Una de las tareas pendientes del trabajo va dirigida en primer lugar a una evaluación rigurosa por parte de expertos del área, no solo de quienes lo desarrollaron y colaboraron, sino también se impone someterlo a una revisión y crítica de expertos en contenido, metodología e informática.

Se pueden ofrecer algunos elementos interesantes de las ventajas del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, utilizando como herramienta el método de graficación a través de un entorno computacional, como lo es por ejemplo: la interactividad que permite resolver los problemas con retroalimentación inmediata, el desempeño computacional para visualizar las gráficas y sus propiedades, la capacidad de los medios computacionales para desarrollar un número mayor de ejercicios y prácticas, de lo que se haría por medios tradicionales, entre otros.

Finalmente si se toma como referencia la totalidad de los capítulos del método y su implementación a través de medios computacionales se observa que se han desarrollado casi en su totalidad, en su contenido, y en sus principales prácticas y ejercicios, por lo que se puede afirmar que se cumplió con los objetivos parciales planteados del trabajo.

## **Recomendaciones**

Además de las consabidas recomendaciones de estos casos para la implantación del software multimedia, como una herramienta de ayuda en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas, hay algunos elementos que propiciarían un análisis particular de algunas ventajas del uso del método por medios tradicionales, una de ellas sería la sistematización del desarrollo de actividades que quedan explícitas en el manual del método, lo cual permite desde el punto de vista cognitivo un mejor enlace entre los aprendizajes obtenidos relacionados con las prácticas realizadas, por lo cual sería interesante tratar de modelar en el software esta característica de modo que el estudiante pueda observar y analizar su desempeño y las respuestas a las prácticas y ejercicios efectuados.

Otro aspecto importante a discernir estaría centrado en la posibilidad de incluir más ayuda interactiva al profesor, de forma tal que el mismo pueda orientar su trabajo siguiendo las pautas instruccionales del método, con una guía, por cada módulo, donde se describan los diferentes objetivos y la importancia del tema, se establezcan conexiones con otros módulos y las actividades a realizar y se enfoque sobre los aspectos actitudinales y didácticos de los estudiantes.

## Referencias Bibliográficas

- ALCINA, C. & FORTUNY, J. 1997a. *¿Por qué geometría?*, Madrid España, Síntesis.
- ALCINA, C. & FORTUNY, J. 1997b. Propuestas didácticas para la ESO. *¿Por qué geometría?* España: Síntesis.
- ALSON, P. 2001a. Apoyo para Profesores que Utilizan Métodos de Graficación. Univerisdad Central de Venezuela.
- ALSON, P. 2001b. *Métodos de Graficación*, Caracas, Erro.
- AREA, M. 2009. Introducción a la Tecnología Educativa. España: Universidad de la Laguna.
- ASAMBLEA\_NACIONAL 2010. Creación de la Universidad Politécnica Territorial de Aragua "Federico Brito Figueroa". *Decreto 7566*. Caracas Venezuela: Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela.
- BATANERO, C., GODINO, J. & NAVARRO, P. 1995. Epistemología e instrucción matemática: Implicaciones para el desarrollo curricular. Available: [http://www.ugr.es/~jgodino/Teoria\\_Metodos/gradoesp.htm](http://www.ugr.es/~jgodino/Teoria_Metodos/gradoesp.htm). [Accessed 15-07-2010].
- BOOCH, G., RUMBAUGH, J. & JACOBSON, I. 1999. *El Lenguaje Unificado de Modelado*, Madrid, Pearson.
- CAPUT, J. 2004. Technology becoming infrastructural in mathematics education. ICME-10 TSG-15. The rol and use the technology in the teaching and learning mathematics. Available: <http://www.ICME-10.dk> [Accessed 11-06-2010].
- DIRR, P. 2004. *Desarrollo Social y Educativo con las Nuevas Tecnologías*, México, D. F., Trillas.
- GALVIS, A. 1994a. Análisis de Necesidades Educativas. *Ingeniería de Software Educativo*. Primera ed. Bogotá: Uniandes.
- GALVIS, A. 1994b. Tipos de materiales educativos computarizados, MECs. *Ingeniería de Software Educativo*. Primera ed. Bogota: Uniandes.
- GARCÍA, Z. 2010. Evolución de la Enseñanza Asistida por Computadoras. Villa Clara, Cuba: Facultad de Matemática, Física y Computación. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.
- GODINO, J. 1991. Hacia una teoría de la Didáctica de la Matemática. Available: <http://www.ugr.es/~jgodino/Teoria/Metodos/haciateo.htm> [Accessed 09-02-2010].
- GODINO, J., RECIO, A. & ROA, R. 2004. Criterios de diseño y evaluación de situaciones didácticas basada en el uso de medios informáticos para el estudio de las matemáticas. Proyecto Edumat-Maestros. España: Universidad de Granada
- GUTIERREZ, D. 2006. Administración de Productos Multimedia. Available: <http://comunicamultimedia.wordpress.com/2010/05/31/administracion-de-productos-multimedia/> [Accessed 15-03-2009].
- LORENZÓN, G. 2008. *Un modelo de competencias matemáticas en un entorno interactivo*. Tesis Doctoral, Universidad de la Rioja.
- MURILLO, J. 2001. *Un entorno interactivo de aprendizaje con Cabri, actividades aplicado a la enseñanza de la geometría en la ESO*. Doctorado, UAB.
- RUIZ, J. 2008. Problemas actuales de la enseñanza aprendizaje de la matemática. *Revista Iberoamericana de Educación* [Online], . Available: <http://www.rioei.org/deloslectores/2359/Socarras-Maq.pdf> [Accessed 10-09-2011].

- SEVILLANO, M. 1998. *Nuevas Tecnologías, Medios de Comunicación y Educación. Formación Inicial y Permanente del Profesorado*, España, CCS.
- VAUGHAN, T. 2000. *Vaughan, Tay. (2000). Multimedia: making it work*, USA, Osborne.
- WALDEGG, G. 2002. El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* [Online]. Available: <http://redie.ens.uabc.mx/vol4no1/contenido-waldegg.html> [Accessed 07-06-2010].
- ZUÑIGA, M. 2006. Deserción Estudiantil en el Nivel Superior. Causas y Efectos. *In:* TRILLAS (ed.) *Teorías de la Deserción Estudiantil Universitaria*. Primera ed. México, D.F.