

**DESARROLLO DE UN LIBRO ELECTRÓNICO PARA EL
APRENDIZAJE DE LOS FUNDAMENTOS DE ASTRONOMÍA EN EL
OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDAD DE
NARIÑO**

GUILLERMO AUGUSTO NARVÁEZ BURBANO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO
ENERO DE 2004**

**DESARROLLO DE UN LIBRO ELECTRÓNICO PARA EL
APRENDIZAJE DE LOS FUNDAMENTOS DE ASTRONOMÍA EN EL
OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDAD DE
NARIÑO**

GUILLERMO AUGUSTO NARVÁEZ BURBANO

TRABAJO DE GRADO

Requisito parcial para optar el título de Ingeniero de sistemas

**Director de Tesis:
MSc. ALBERTO QUIJANO VODNIZA
Co-Director de Tesis:
Esp. OSCAR REVELO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO
ENERO DE 2004**

“Las ideas y las conclusiones aportadas en el trabajo son responsabilidad exclusiva de sus autores”. Artículo 1 No. 324 de octubre 11 de 1966, emanada por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación:

Firma del Director

Firma del Co-Director

Firma del Jurado

Firma del Jurado

AGRADECIMIENTOS

MSc. Alberto Quijano Vodniza.
Esp. Oscar Revelo Sánchez.
Ing. Delio Gomes.
Ing. José Dolores Rodríguez.
Ing. Jesús H. Insuasty.
MSc. Omar Paredes Chamorro.
Ing. Nelson Jaramillo.
Mg. Guillermo Narváez Ramírez.
Esp. Concepción Burbano.
Dra. Ingrid Paola Narváez
Ing. Jorge Delgado M.
Martha M. Narváez Villota.
Tec. Javier Córdoba A.
Santiago Rodríguez G.
Miriam Páez.
Nayibe Torres.
John H. Freyre.
Milton Diaz.
Carlos Ernesto Arango N.
Carlos Ignacio Rodríguez.
Margarita González.
Martha Delgado.
Zoot. Maria Isabel Narváez V.
Zoot. Christian Enríquez.
Paola Ortega J.
Ing. Oscar O. Cevallos.
Ing. Christian M. Paz.
Lic. Jose Alfredo Peña.

A Guillermo, Concha, Paola y Jorge, mi familia, quienes siempre me han ayudado a vivir a mi manera. A Martha por su amor, su paciencia y su ayuda. Y por supuesto a Nayibe, Miriam, Santiago y Javier, ya que sin ellos no habría logrado ni la mitad de lo conseguido hasta el momento, gracias por su amistad.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. Marco de Referencia	21
1.1 Titulo	21
1.2 El Problema de Investigación	21
1.2.1 Descripción del Problema	21
1.2.2 Formulación del Problema	22
1.2.3 Sistematización del Problema	22
1.3 Objetivos de la Investigación	23
1.3.1 Objetivo General	23
1.3.2 Objetivos Específicos	23
1.4 Justificación del Trabajo	23
1.4.1 Justificación Teórica	23

1.4.2	Justificación Metodológica	24
1.4.3	Justificación Práctica	25
1.5	Aspectos Metodológicos	26
1.5.1	Tipo de Estudio	26
1.5.2	Metodología Para el Ambiente Educativo	26
1.5.3	Metodología Aplicada Para el Desarrollo del Proyecto	27
2.	Marco Teórico General	28
2.1	Introducción	28
2.2	Imaginación, Creencias y Ciencia Astronómica	28
2.3	Astronomía Primitiva	30
2.4	Astronomía Moderna	34
2.4.1	El Avance de la Astronomía	34
2.4.2	Los Instrumentos del Conocimiento Astronómico	36
2.4.3	Los Interrogantes de la Astronomía Actual	37

2.5 El Futuro de la Astronomía	39
2.6 Sobre el Software Educativo	40
2.6.1 Avance del Software Educativo	40
2.6.2 Los Ambientes de Aprendizaje Sistematizado	42
2.7 Los Materiales Educativos Computacionales (MEC)	44
2.7.1 Distinciones Básicas	45
2.7.2 Clases de MEC	46
2.7.3 Aproximación a un Modelo	48
2.8 El Desarrollo de un MEC	50
2.8.1 Un Punto de Partida	50
2.8.2 Proceso Cíclico	53
2.8.3 Acerca del Diseño y Desarrollo	55
2.9 Los Sistemas de Autoría	57
2.9.1 Conceptos Básicos	57

2.9.2	Características	58
2.10	El Aporte de Macromedia FLASH 5	61
2.10.1	Aproximación Contextual	61
2.10.2	Flash 5	62
2.10.3	El Lenguaje de Programación ActionScript	63
2.10.4	Algunas Utilidades de Flash	64
3.	Desarrollo del Proyecto	65
3.1	Generalidades	65
3.2	Recolección de Información	66
3.2.1	Lineamientos Generales	66
3.2.2	Técnicas de Análisis e Interpretación de la Información	67
3.3	Análisis Estructurado	67
3.3.1	Diagramas de Flujo de Datos	68
3.3.2	Diccionario de Datos	77

3.3.2.1	Diccionario de Flujos de Datos	78
3.3.2.2	Descripción de Procesos	102
3.3.2.3	Descripción de Almacenamientos	104
3.4	Diseño	104
3.4.1	Diseño de MEC	105
3.4.1.1	Diseño Educativo	105
3.4.2	Diseño de Pantallas	107
3.4.3	Diseño de Interfaz	111
3.4.4	Diseño Arquitectónico	111
3.5	Mapa de Navegación	113
3.6	Prueba Piloto	115
4.	Manual del Libro Electrónico	116
4.1	Requerimientos Mínimos para la Instalación	116
4.2	A Quien va Dirigido el Libro Electrónico	116

4.3 Instalación del Libro Electrónico	116
4.4 Manual del Usuario	117
5. Conclusiones	120
6. Recomendaciones	121
BIBLIOGRAFIA	122

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Modelo sistemático para el desarrollo de MEC	54
Figura 2. Formas de acceder a la ayuda.	117
Figura 3. Paso 1.	118
Figura 4. Pasos 2 y 3.	119

GLOSARIO

AÑO LUZ distancia que recorre la luz en un año.

ASTROFISICA ciencia que estudia la naturaleza física de los cuerpos celestes.

FLASH sistema de programación grafica y de animación.

HARDWARE parte física y electrónica del computador.

INTERFAZ sistema que facilita o mejora la interacción entre uno o más entes.

LIBRO ELECTRONICO material educativo computarizado que permite el aprendizaje y la consulta abierta de un tema.

MEC material educativo computarizado.

NAVEGAR proceso de exploración en un programa o software.

PARSEC unidad de distancia equivalente a 3.26 años luz.

PROGRAMA conjunto de instrucciones que se ejecutan en un orden estricto.

SOFTWARE define programas de computador.

UNIDAD ASTRONOMICA distancia media entre la Tierra y el Sol.

RESUMEN

El presente documento contiene toda la información acerca de cómo se realizó el proyecto de grado titulado: Desarrollo de un Libro Electrónico para el Aprendizaje de los Fundamentos de Astronomía en el Observatorio Astronómico de la Universidad de Nariño.

Aquí se incluye datos de astronomía moderna muy útiles para comprender el alcance real del software que se desarrollo. Además se muestra la temática que se analizo y adapto para ser presentada en el libro electrónico con el fin de no dejar vacíos al momento de crear las presentaciones de cada tema.

Posteriormente se cuenta con toda la información pertinente al análisis del sistema expuesta por medio de los diagramas de flujo de información y del diccionario de datos, con ello se pudo definir los procesos que este software debía realizar para que al codificarlo funcionara de manera correcta. En seguida se explica el diseño del sistema que contiene datos e ilustraciones, entre los que se encuentran: El diseño de pantallas, diseño arquitectónico, diseño educativo y el diseño de interfaz. Todo esto fue fundamental el diseño gráfico y la codificación del programa, con el resultado se puede ver la forma ordenada y correcta en que se realizó este proyecto.

Por último se muestra al lector la información pertinente a los requerimientos de hardware y software, la forma de instalación y la forma de uso del libro electrónico para el aprendizaje de astronomía.

Este documento pretende ilustrar al lector cada una de las etapas realizadas a lo largo del desarrollo de este trabajo de grado, con el fin de que pueda comprender fácilmente como se llegó al producto final, el Libro Electrónico para el Aprendizaje de los Fundamentos de Astronomía.

ABSTRACT

The present document contains all the information about how I am made the project of titled degree: Development of Electronic Book for the Learning of the Foundations of Astronomy in the Astronomical Observatory of the University of Nariño.

Here one includes very useful data of modern astronomy to understand the real reach of the software that development. In addition is the thematic one that I analyze myself and I adapt to be displayed in the electronic book with the purpose of not leaving emptinesses at the time of creating the presentations of each subject.

Later it is counted on all the pertinent information to the analysis of the system exposed by means of the flow charts of information and of the data dictionary, with it was possible to be defined the processes that this software had to make so that when codifying it it worked of correct way. Immediately the design of the system that contains data and illustrations, between that is explained are: The design of screens, architectonic design, educative design and the design of interface. All this was fundamental the graphical design and the codification of the program, with the result the ordered and correct form can be seen in which I made this project.

Finally one is the reader the pertinent information to the requirements of hardware and software, the form of installation and the form of use of the electronic book for the astronomy learning.

This document tries to illustrate to the reader each one of the stages made throughout the development of this work of degree, in order that it can understand easily as it were arrived at the end item, Electronic Book for the Learning of the Foundations of Astronomy.

INTRODUCCIÓN

En plena época de la revolución de la informática, el computador es la razón del cambio vertiginoso que dio la humanidad en los treinta últimos años del siglo XX, y se proyecta hacia el tercer milenio para realizar nuevos e importantes desarrollos de la ciencia.

El computador, la informática, están en todos los campos de la ciencia y sin ellos nunca se hubiera podido llegar a la luna. El hombre llegará pronto a Marte, pero sólo gracias a la existencia del poderoso instrumento que es el computador, y claro está, también con el apoyo de los Ingenieros de Sistemas.

Sin embargo, se puede decir que acerca del conocimiento de la astronomía la humanidad está en pañales, sólo se sabe que en la órbita terrestre comienza el universo, aunque nadie sabe dónde acaba. Se dice que hay que multiplicar por millones de galaxias más de las conocidas para estimar su cantidad real, entonces casi se puede aceptar como una verdad aquello de lo infinito del universo.

La astronomía es una de las primeras ciencias del saber científico, hoy esta ciencia es más poderosa gracias a los observatorios astronómicos y sus telescopios de alta tecnología. Pero lo es también más certera con el aporte de la electrónica, y, claro está, del computador. Así ese universo es hoy más conocido y sabemos mucho más de lo que enseñaron Galileo, Copérnico y Kepler. Ese avance científico, ese saber más del universo y los viajes espaciales, no hubiesen sido posible sin la revolución informática.

Las observaciones astronómicas de los últimos años están proporcionando material para trabajar durante décadas pero también la confirmación de que el universo, sino inabarcable, si supera con muchos la capacidad humana para estudiarlo, tanto por su complejidad como por su tamaño y contenido. Hablamos de estrellas y galaxias, de un viaje atrás en el tiempo como no se puede hacer en la tierra. Un ritmo de adquisición de conocimientos apabullantes, que todavía no se ha empezado a digerir.

Hay que recalcar, sin embargo, que ese avance científico solo ha sido y es posible a través del computador. En ese sentido la astronomía y el observatorio de la Universidad de Nariño, deben enlazarse a través de los procesos electrónicos de un computador, para estar a tanto de los requerimientos actuales. Al fin y al cabo, entre el telescopio de Galileo y los telescopios de hoy, entre ese instrumento y los que hoy poseen los observatorios hay un abismo, tan inconmensurable como los del espacio, que solo pueden solventarse con la ayuda de la informática.

Pero en las Instituciones educativas, y aun en las Universidades, muchas veces no se sabe qué hacer con los computadores. No se puede o no se quiere llevar a la práctica la idea de que ellos pueden jugar un papel fundamental para los procesos pedagógicos, mucho menos en ciencias como la astronomía. En tal medida se debe hacer más énfasis en los llamados "Software Educativos", que vienen a simplificar la labor intelectual y que en diversos temas son los óptimos instrumentos de aprendizaje.

En este orden de ideas, este trabajo de grado tuvo como propósito desarrollar un software educativo, específicamente un Material Educativo Computarizado denominado Libro electrónico, con el objeto de que sirva para ayudar al aprendizaje de los principios básicos de la Astronomía. Se debe tener en cuenta al respecto que no todos los programas que corren en un computador se pueden catalogar como materiales educativos. Solo aquellas aplicaciones que apoyan directamente los procesos pedagógicos, como es el caso de este trabajo, teniendo en cuenta no solo los aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje, sino los que tiene que ver con la informática optimizada, pueden ser un Software para la educación. En esas condiciones, se tuvieron en cuenta el sistema operacional, los lenguajes de autor, los ambientes enriquecidos por computador, para construir a través de ellos un Software con contenidos científicos de la Astronomía.

En esta medida este trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de Sistemas, pretende ser un puente entre la astronomía y el estudiante, a través de un medio de aprendizaje, que utiliza el computador como su instrumento. Es así un material educativo computarizado, que se denomina Libro Electrónico de Astronomía, que contiene los conceptos y demostraciones básicos de esa ciencia, que busca ser un soporte académico y pedagógico en el aprendizaje, entendiéndose como Libro Electrónico la combinación de texto y

multimedia en un software que permita la consulta de la información de manera fácil y comprensible en soporte de CD-ROM.

Este documento pretende ilustrar al lector cada una de las etapas realizadas a lo largo del desarrollo de este trabajo de grado, con el fin de que pueda comprender fácilmente como se llegó al producto final, el Libro Electrónico para el Aprendizaje de los Fundamentos de Astronomía.

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1 TITULO

DESARROLLO DE UN LIBRO ELECTRÓNICO PARA EL APRENDIZAJE DE LOS FUNDAMENTOS DE ASTRONOMÍA EN EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

1.2 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 Descripción del Problema. La vida promedio del ser humano constituye una pequeña fracción de tiempo comparada con esa inmensa dimensión del espacio y del universo, que se confunden con el conocimiento. Inclusive es una brizna deleznable con relación al tiempo que requiere la observación y el estudio de la mayoría de los fenómenos astronómicos. A la par, el conocimiento del universo ha avanzado de manera considerable en la modernidad, específicamente en esta época, gracias al advenimiento de sistemas de cálculo automatizados, mediante el empleo de computadores, que han permitido efectuar observaciones astronómicas, con sus respectivos análisis, lo cual, anteriormente, sólo se podía hacer con el empleo de gran cantidad de tiempo y de instrumentos de gran tamaño.

En esta época, entonces, el desarrollo del conocimiento del universo, ese gran avance de la astronomía, ha sido de proporciones colosales, a través de la utilización del computador, de tal manera que el ritmo de adquisición del saber espacial ha sido apabullante. Sin embargo este avance ha dificultado y dificulta en gran parte el aprendizaje de la astronomía, sobre todo porque esta ciencia está estrechamente relacionada con campos tan complicados como las matemáticas y la física, lo cual hace que los procesos pedagógicos sean complejos. Esto es mucho más complicado para los astrónomos aficionados y para aquellas personas que se quieren iniciar en los pormenores de esta ciencia.

Ante esta realidad surge la necesidad de utilizar metodologías e instrumentos de enseñanza-aprendizaje de la astronomía en cualquier

parte, para que se haga asequible su conocimiento. Pero esto es más válido en la Universidad de Nariño, si se tiene en cuenta que sólo ahora, y gracias al Observatorio Astronómico, de reciente implantación, esa ciencia puede estudiarse de manera independiente y en el mismo nivel que en otras ciencias del saber, en dicha institución. Esto implica crear o adaptar esas formas de llegar al conocimiento astronómico que hoy se ha complicado tanto, las cuales, necesariamente, deben tener como su componente fundamental el computador.

El problema reside en que en la actualidad en la Universidad de Nariño no existe esa metodología para el aprendizaje o un instrumento apropiado adaptado a la realidad de la astronomía y del Observatorio Astronómico. Específicamente, en términos de Ingeniería de Software Educativo, no se cuenta con un material educativo computarizado que sirva para facilitar el aprendizaje de los fundamentos de la astronomía en nuestro medio. Era necesario, por lo tanto, crear o adaptar un medio novedoso, como lo es el que se ha diseñado en este trabajo de grado, que sirve para hacer más fácil el acercarse al conocimiento del universo, que hoy cuenta en la región con un potencial real en el Observatorio Astronómico de la Universidad de Nariño.

1.2.2 Formulación del Problema. Sobre la base de la argumentación anterior el trabajo de grado busca resolver el siguiente interrogante general:

¿Cómo se puede contribuir al aprendizaje de los fundamentos de la astronomía haciendo uso del computador?

1.2.3 Sistematización del Problema. En términos particulares, ampliando y puntualizando el interrogante arriba planteado, el trabajo de grado buscó resolver las siguientes preguntas:

¿De qué manera se pueden difundir los conceptos básicos de la astronomía?

¿Cómo lograr una forma didáctica, dinámica y visual, para las teorías básicas de la astronomía?

¿Cómo contribuir con una información complementaria a los interesados en el tema de la astronomía?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General. Desarrollar un Material Educativo Computarizado especializado, denominado X-Ternal, para facilitar el aprendizaje de los fundamentos de la astronomía en la Universidad de Nariño.

1.3.2 Objetivos Específicos. A través del Libro Electrónico que se elaboró como trabajo de grado se buscó el logro de los siguientes objetivos:

- Difundir de manera amena e interesante los conceptos básicos de la astronomía.
- Generar un ambiente didáctico e interactivo que presente en forma dinámica y visual, las teorías básicas y los fundamentos astronómicos.
- Proporcionar la información bibliográfica y multimedial más actualizada, al estudiante o al astrónomo aficionado, como complemento a su acercamiento y dominio del saber astronómico.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

1.4.1 Justificación Teórica. Como se ha afirmado, el avance de las ciencias del espacio y de la astronomía, ha sido portentoso, implicando mayores complejidades en su proceso de aprendizaje. Por otra parte, en el medio regional el desarrollo de la Ingeniería de Software Educativo dirigido hacia la didáctica de la astronomía está en un proceso de lento desarrollo. Particularmente, no se ha teorizado ni diseñado lo suficiente sobre materiales educativos computarizados con el propósito de servir de material pedagógico a esta ciencia.

En el ámbito nariñense los aportes de la Ingeniería del Software Educativo son mínimos en el campo de la astronomía. Se ha comprobado que en este medio sólo se ha elaborado un software denominado "Software Multimedial para apoyo en el conocimiento de los elementos en la esfera celeste, para estudiantes de astronomía de

posición y/o astrónomos aficionados”, realizado por estudiantes del Centro de Estudios Superiores María Goretti (CESMAG). Sin embargo, a este trabajo se le han probado las siguientes falencias:

- Sus textos usan un lenguaje complejo que sólo alguien que posea ciertos conocimientos en astronomía, y de ciencias como trigonometría esférica, podría entender claramente. No son adecuados para quienes se inician en el conocimiento de esta ciencia.
- El software está enfocado directamente a los estudiantes de astronomía de posición y de Astrofísica, pero no a los estudiantes de astronomía general y aficionados al tema, sin mayores conocimientos. Por lo tanto no tiene en cuenta los conceptos claves que un aficionado y un estudiante de primeros cursos necesita.
- El Software no acredita fuentes bibliográficas ni multimediales; no expresa el lugar de Internet en que se obtuvieron imágenes y textos. Además mucha de esa información fue añadida sin modificación alguna de la página Web, lo cual atenta contra el previo diseño del mismo.
- En ninguno de sus apartes se dirige hacia los fundamentos de astronomía; busca sólo el apoyo de la astronomía de posición.
- Se probó que al ser instalado en un computador el software no funcionaba adecuadamente.

Por lo tanto, en Nariño no existe un Material Educativo Computarizado de correcto desempeño, que sirva para facilitar el aprendizaje de los principios fundamentales de la astronomía. En consecuencia el libro electrónico que se desarrolló con este propósito como trabajo de grado, es un aporte teórico tanto en el desarrollo de la Ingeniería del Software Educativo como en la pedagogía de la astronomía básica, ampliando un tanto las fronteras del saber.

En tales condiciones se justifica el trabajo de grado por lo novedoso, útil y por constituirse en un aporte a la didáctica y al aprendizaje de la astronomía para principiantes. Indudablemente se constituye en un aporte teórico valioso.

1.4.2 Justificación Metodológica. Como consecuencia del alto grado del desarrollo teórico y tecnológico de los últimos años en las diversas áreas del conocimiento, se hace necesario el uso de herramientas apropiadas, muchas de ellas de carácter multimedial para reemplazar el

lápiz, el papel, el tablero y la tiza, contribuyendo a mejorar la didáctica y a facilitar el aprendizaje de las ciencias.

Específicamente, la metodología del aprendizaje de la astronomía, requiere de la utilización de herramientas modernas que vinculen al computador en su didáctica.

El trabajo de grado que se presenta ahora es un libro electrónico para el aprendizaje de los fundamentos de la astronomía, de aplicación directa a los intereses de la Universidad de Nariño y en general para cualquier ámbito. En tal medida es realmente una contribución novedosa en la metodología de la enseñanza de tal ciencia. Por tal razón, se justificaba plenamente llevarla a cabo, porque también en esta materia se hace un efectivo aporte, al construir un elemento de carácter pedagógico.

1.4.3 Justificación Práctica. El libro electrónico para la enseñanza de los fundamentos de la astronomía, como un especializado material educativo computarizado (MEC), se dirige hacia una población real.

En efecto, se puede comprobar que la existencia del Observatorio Astronómico en la Universidad de Nariño se ha convertido en un gran incentivo para que la gente de esta región dirija sus ojos al cielo y comience a cuestionarse acerca de su naturaleza; se ha verificado que los visitantes del observatorio han demostrado un gran interés por aprender todo lo relacionado con la astronomía.

Más concretamente, se puede afirmar que por vez primera, el despertar y el avance de la necesidad de aprender la astronomía en la región, es de una magnitud importante. Por lo mismo, el libro electrónico para el aprendizaje de los principios de la astronomía, tiene una aplicación práctica, que lo hace muy efectivo para un gran núcleo de la población sureña. Será un material utilizable por los estudiantes potenciales que ahora buscan penetrar en el saber astronómico y también por aquellos astrónomos aficionados que visitan el observatorio. Pero además, este Material Educativo Computarizado, esta pensado para que se facilite el aprendizaje de la astronomía, con una aplicación práctica generalizada con el fin de ser utilizado por los interesados en el tema.

1.5 ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.5.1 Tipo de Estudio. “El tipo de estudio señala el nivel de profundidad con el cual el investigador busca abordar el objeto de conocimiento”¹

En el caso del trabajo de grado en primer lugar el estudio fue **exploratorio**. Permitió familiarizarse con el fenómeno que se estudiaba, la enseñanza de la astronomía. Pasó luego a ser un estudio **descriptivo**, ya que identificó las características del tema, señaló formas de conducta y estableció comportamientos concretos.

Cumplidas estas dos etapas, el estudio se transformó en un estudio **explicativo y práctico**. En esa dirección se define al trabajo de grado elaborado como un tipo de investigación educativa computacional para facilitar el aprendizaje.

Realizar un proceso de aprendizaje implica resolver la cuestión acerca de lo que debe ser aplicado y a qué debe aplicarse; también implica estudiar la vieja situación y la nueva, correlacionar entre sí los problemas resueltos y el que se va a resolver, identificando lo que exista de común en ellos. Por otra parte exige la adecuada orientación didáctica, así como la correcta selección y uso pertinente del medio didáctico, en este caso el computador.

En este sentido el tipo de estudio se concibió dentro del área de diseño y desarrollo educativo y computacional, cuyo elemento activo fue el diseño computacional, con las consideraciones del ambiente de aprendizaje y el diseño de la interfaz. Se trató así de cumplir tanto con los propósitos pedagógicos de tipo general y particular, como los que tienen que ver con las normas especiales para los materiales educativos computarizados.

1.5.2 Metodología Para el Ambiente Educativo. Para el caso de este trabajo de grado la metodología para el ambiente educativo puede denominarse como un conjunto de procesos de carácter de análisis y síntesis, de tipo experimental y práctico.

¹ MENDEZ, Carlos E., Metodología, Bogotá: McGraw Hill Interamericana, 1995, p.122

En esta metodología se plantearon las siguientes fases:

1. ANÁLISIS DEL PROBLEMA
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA
3. DISEÑO EDUCATIVO Y COMPUTACIONAL
 - 3.1 OBJETIVO TERMINAL
 - 3.2 ESTRATEGIA DIDÁCTICA (CD-ROM)
4. DEFINICIÓN FUNCIONAL DEL MATERIAL
5. DISEÑO DE LA INTERFAZ
6. AMBIENTE DE APRENDIZAJE
7. EVALUACIÓN

1.5.3 Metodología Aplicada Para el Desarrollo del Proyecto. El libro electrónico que se elaboró, como un MEC especializado en astronomía. Tuvo en cuenta fundamentalmente un ambiente vivencial que requería experiencia directa sobre el objeto del conocimiento, que no estaba disponible para los usuarios, como es el de los fenómenos astronómicos. En su aspecto funcional se guió por las siguientes etapas metodológicas basadas en el enfoque de ciclo de vida clásico y teniendo en cuenta el modelo lineal secuencial:

1. Recolección y sistematización de la información.
2. Análisis de la información con destino al software.
3. Diseño del software. Se consideraron al respecto cuatro atributos: estructura de datos, arquitectura del software, representación de interfaz y detalle procedimental (algoritmo).
4. Generación del código.
5. Pruebas internas del programa

2. MARCO TEORICO GENERAL

2.1 INTRODUCCIÓN

El trabajo de grado realizado se concreta en un libro electrónico categorizado como un material educativo computarizado. Su propósito central es el de contribuir al aprendizaje y la consulta de los temas básicos y más importantes de la astronomía. Está dirigida a estudiantes universitarios y de últimos años de educación media, sin conocimiento sobre esta ciencia, a la vez que se puede utilizar por los astrónomos aficionados.

El libro electrónico para el aprendizaje de los fundamentos de la astronomía realizada como trabajo de grado, se debe entender en sus dos facetas. Por una parte es una material de aprendizaje de astronomía y ese es el tema que lo ocupa. Pero a la vez se trata de un Material Educativo Computacional (MEC). Por lo tanto, se deben exponer los elementos teórico-prácticos en el marco teórico, referidos a esos dos campos.

En primer término, entonces, se hace una exposición referenciada del marco teórico de la astronomía como ciencia. En esa dimensión se explican los temas relativos a la ciencia astronómica, la imaginación y las creencias; la concepción de la astronomía primitiva, la moderna y la del futuro y con sus correspondientes disquisiciones.

En segundo lugar se exponen los aspectos teóricos acerca de los software educativos, enfatizando en los MEC. Así se explican las características que de un MEC concebido como material de tipo algorítmico y de tipo heurístico. En él predomina el aprendizaje vía transmisión de los conocimientos fundamentales de la astronomía, en un ambiente en que se impone ese aprendizaje por descubrimiento y simulación, además del poder de exploración y consulta.

2.2 IMAGINACIÓN, CREENCIAS Y CIENCIA ASTRONÓMICA

Una constelación es fruto de la imaginación humana que se atiene a las apariencias: por lo general, las estrellas que da forma no están

próximas en el espacio. Por ejemplo, en la cola de la Osa Mayor, las estrellas Alkaid y Mizar parecen estar cercanos. ¡En realidad Alkaid está más lejos de Mizar que de la Tierra! A través de esas asociaciones fortuitas de estrellas consideradas próximas, se han ideado dibujos; los de Ptolomeo representan episodios de la mitología griega. Por ejemplo, Perseo está representado con su brazo en alto y mostrando en su mano la cabeza de la medusa (Constelación de la Ballena); Orión, el cazador gigante, se bate seguido de sus dos perros, contra el Toro; Hércúleo lanza la flecha hacia el águila, la Lira y el cisne, que simbolizan los pájaros que infestaban el lago de Estinfalo; el mismo Hércules abate al León.²

Durante larguísimos períodos que se remontan a un milenio de nuestra era, la Astronomía y las religiones se hallaban ligadas inexplicablemente. La astrología es esa antigua creencia que guiaba a la gente en los valles del Eúfrates y del Tigris, según la cual los planetas estaban asociados a los dioses de las antiguas mitologías, los dioses cuyo nombre llevaban. Aunque utilice un cierto vocabulario astronómico, la astrología no tiene carácter científico en absoluto. Está basado en reglas arbitrarias que han permanecido prácticamente inalteradas desde la época de Ptolomeo, hace unos veinte siglos.

Solemos agrupar las estrellas brillantes, situadas en direcciones próximas, en conjuntos a los que se da el nombre de constelaciones. Es una costumbre que viene de la imaginación y las creencias de chinos y egipcios, quienes habían dibujado mapas del cielo, pero sus constelaciones eran diferentes de las nuestras, que proceden de los cretenses y de los caldeos, a través de la civilización griega: Ptolomeo de Alejandría, entre los años 120 y 180, había distribuido las estrellas visibles desde Grecia en 48 constelaciones, y ese mapa del cielo figura, hasta el siglo XVII, en todas las obras científicas occidentales. A partir de esa época, se inicia el camino de la verdadera ciencia astronómica, y a partir de la duda, de la capacidad de asombro de los estudiosos se elaboran los aspectos básicos de lo que hoy conocemos.

Pero esa capacidad de asombro en la ciencia de la astronomía que reemplaza hoy a la imaginación y las creencias del pasado subsisten las dudas, surgen cada vez más interrogantes.

² GRAN ENCICLOPEDIA LA CLAVE DEL SABER, Bogotá: Educar Editores, Tomo 4, 1985, p.38.

“¿Cómo veríamos el Cosmos si pudiéramos divisar hasta los 15.000 millones de años luz de profundidad?. La respuesta es sencilla: tras ese vertiginoso horizonte espacio temporal, ya no habría nada que distinguir. Si consiguiéramos retroceder hasta instantes anteriores a ese momento, como aún no se habría producido el Big Bang, tampoco existiría la luz que. Según las teorías científicas, el universo volverá a ser así de oscuro y vacío en un futuro muy remoto: cuando se extingan todas las estrellas, se desintegren todas las galaxias y los agujeros negros engullan toda la materia”³

Esta es una de las opiniones actuales acerca del universo. Se trata de una de las tantas visiones; de una de las más antiguas; tal vez la primera ciencia que se inició con la formación humana, la astronomía, que surgió cuando el ser humano levantó los ojos al cielo y observó en el horizonte astros, estrellas y galaxias. Allí empezó todo para el saber, hace miles de años y aún a pesar de todos los avances, el espacio y el universo permanecen insondables y asombran cada vez más al hombre.

¿Qué es una estrella? ¿De qué tamaño es el universo? ¿De dónde salieron el sol y la Tierra?. Estas son algunas de las preguntas que el hombre se ha hecho desde hace millones de años. La astronomía es la ciencia que busca respuestas a estos interrogantes; el astrónomo se esfuerza por comprender el universo.

2.3 ASTRONOMÍA PRIMITIVA

En la antigüedad los hombres observaban la posición del sol y de la luna para conocer las estaciones del año y así poder planear las siembras y las cosechas. Hace miles de años construyeron monumentos de piedra que les servían como calendarios gigantescos. Se ven todavía en algunas partes del mundo.

Pero esa astronomía primitiva tuvo algunos hitos importantes por fuera de la visión mágica, la astrología, que fue y sigue siendo una forma pseudo religiosa de observar los astros. Veamos algunos.⁴

En Inglaterra hay un antiguo monumento llamado Stonehenge, iniciado hace 4.000 años. Contiene varios pares de piedras dispuestos de tal

³ STONE, Richard. Facetas. En: Revista Muy Especial. Madrid. No. 26, Verano de 1996; p. 4.

⁴ REID, Struand, *Cosas que debemos saber. El Espacio*, Bogotá: Norma, 1990, p. 30.

modo que permiten alinear la visual con la salida del sol y de la luna en distintos días del año. Posiblemente lo utilizaban para determinar los solsticios de verano e invierno antes de la invención de los almanaques. Las primeras observaciones astronómicas se hicieron a simple vista, siguiendo la dirección de un astro, con la ayuda de una varita. Esto permitió descubrir las 2.000 estrellas más brillantes de la bóveda celeste, pero los detalles separados por menos de un minuto de arco no podían distinguirse. La razón de esta restricción se debe al instrumento utilizado en efecto, el ojo recibe la luz sobre una superficie muy pequeña, la pupila, que tiene un diámetro de 7 mm. y por tanto su poder de resolución es relativamente pequeño si se compara con el de los instrumentos ópticos.

Las principales estrellas que se encontraban en cada caja del zodiaco en la época de Hiparco, astrónomo griego del siglo II antes de Cristo, se agruparon en una constelación; y con el nombre de esa constelación se designó la caja correspondiente del zodíaco.

El zodíaco es una zona delimitada de la esfera celeste, que constituye la huella de la trayectoria aparente del sol entre las estrellas durante un año, y que se extiende en 90° a una y otra parte de la eclíptica⁵. Todos los planetas, excepto Plutón, se encuentran situados en el interior de esta estrecha banda. Como el sol recorre la eclíptica en doce meses, los antiguos dividieron el zodíaco en 12 cajas rectangulares de igual magnitud, es decir 30° a partir del punto gamma de la eclíptica por el que pasa el sol en el momento del equinoccio de primavera.

Se designó, pues a los 12 signos del zodíaco, según el orden en que el sol los recorre a partir del equinoccio en primavera: Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, virgo, Libra, Escorpión, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis. Pero una lenta oscilación del eje de rotación de la tierra hace retroceder regularmente el punto gamma que sirve de referencia en la eclíptica y, en nuestro tiempo, el signo de Aries se ha desplazado y recubre la constelación de Piscis; igualmente el signo de Tauro contiene las estrellas de Aries, y así sucesivamente.

En todos los tiempos los hombres han tratado de representarse el universo. Los judíos, por ejemplo, lo veían como un mundo dividido en dos partes iguales: de un lado, un cielo superior; y de otro, una tierra plana, y unos mares recubriendo un abismo, que encerraba los

⁵ GRAN ENCICLOPEDIA LA CLAVE DEL SABER, Op. cit. tomo 4, p.39.

depósitos de los vientos y de las aguas, los limbos y el infierno. Pero siempre, el hombre deseoso de penetrar el misterio del universo, trata, simbólicamente de mirar más allá de la bóveda celeste para comprender su funcionamiento.

El desarrollo de la astronomía como ciencia pasa por diversas etapas hasta llegar a la modernidad. En este largo recorrido del aprendizaje del universo, de sus astros, estrellas y constelaciones, hay diversos hitos en cada lugar del mundo. Cabe hacer relación aquí, en ese gran contenido de una astronomía antigua, compuesta de ciencia y de mitos, a lo que pasaba en nuestra tierra y en Europa y Asia. Así, es importante destacar que entre aztecas, mayas e incas, la astronomía en nuestra América, tuvo un desarrollo igual o superior al que se dio entre egipcios, chinos y griegos. A través de sus observatorios, elaboraron mapas del cielo y se calculó un reloj maya que es tan exacto como el reloj atómico de hoy, esto posiblemente a partir del siglo X de nuestra era.

La gran pirámide de Keops, construida por los antiguos egipcios hacia el año 2550 a. de c., es una tumba, y tal vez el observatorio astronómico más antiguo del mundo. Su objeto era indicar el tiempo en horas, días, estaciones y hasta siglos.

El primero que sostuvo que la Tierra gira alrededor del sol fue el astrónomo griego Aristarco de Samos, quien vivió entre los años 310 y 250 a. de c. Pero nadie creyó; todos estaban convencidos de que era el sol el que daba vueltas alrededor de la Tierra.

La circunferencia alrededor de la Tierra fue calculada por primera vez con precisión el astrónomo griego Eratóstenes, que vivió entre los años 276 y 194 a. de C. Su cálculo equivalente a 40000 Km. es casi exactamente igual a la medida moderna de 40007 Km.

En el siglo VI a. de c. el matemático griego Pitágoras afirmó que la Tierra es una esfera y que gira sobre su eje. Pero entonces casi todos creían que era plana y no aceptaron esa idea.

Hacia el año 150 a. de C. el astrónomo griego Ptolomeo sostuvo que la Tierra estaba quieta en el centro del Universo, y que el sol, la luna y los cinco planetas entonces conocidos (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno) daban vueltas a su alrededor. Esta siguió siendo la creencia general durante 1400 años.

A principios del siglo XVII el sabio italiano Galileo Galilei adaptó el primer telescopio para usarlo en astronomía. Descubrió, entre otras cosas, cuatro de las lunas de Júpiter y sostuvo que los planetas daban vueltas alrededor del sol en la misma forma en que esas lunas giraban en torno a Júpiter.

En 1543 un clérigo polaco, Nicolás Copérnico, afirmó que el astro ocupante del centro del universo es el sol, no la Tierra; que la Tierra gira sobre su eje una vez al día y alrededor del sol una vez al año. Copérnico, sin embargo, creía que los planetas se movían en círculos, lo cual no es exacto.

En 1687 el astrónomo y científico Sir Isaac Newton formuló la Ley de la Gravitación Universal, comprendiendo que la fuerza que atrae los cuerpos hacia el suelo (en su caso, la manzana) era la misma que mantiene a la luna en su traslación alrededor de la Tierra y a los planetas en sus órbitas alrededor del sol.

El desarrollo de la astronomía sólo fue posible concretarse en su camino hacia la ciencia en los comienzos del capitalismo y ayudado por factores externos. Fue así como a comienzos del siglo XVII, un fabricante de lentes holandés, cuyo nombre no se ha conservado, descubrió casualmente que, mirando a través de un tubo que encerrase dos lentes (trozos de vidrio tallado), veía los objetos lejanos como si estuviesen próximos. Al conocer la noticia, Galileo, en Italia, se apresuró a construir sus propias lentes de aproximación, a fin de utilizarlas para la observación de los astros. Y él fue el primero, alrededor de 1610, en mirar al cielo a través de una lente, como hemos visto. Sin embargo, su instrumento no estaba equipado más que por una modesta lente de 2.5 cm. de diámetro. El astrónomo descubrió entonces una multitud de estrellas, imperceptibles a simple vista, comprobó también que las estrellas visibles a la vista parecían mucho más brillantes a través de la lente; y por último que los planetas tenían forma de discos, en los que descubrió detalles, mientras las estrellas seguían siendo puntos brillantes.

El primer telescopio construido en 1668, por el físico y astrónomo inglés Isaac Newton ya poseía un espejo de bronce de 5 cm. de diámetro. Su espejo cóncavo (vaciado hacia el interior) servía para captar la luz reflejada, es decir, que cambia de dirección en la superficie de ese espejo sin atravesarlo. De allí en adelante los anteojos y telescopios cada vez más sofisticados sirvieron para que se pudiera ver con mayor

claridad y precisión el espacio, los astros, estrellas y constelaciones, pero el avance de esta astronomía antigua solo se concreta en la modernidad, ya en pleno siglo XX. Esto solo pudo ser posible a partir de 1900, cuando se empezaron a construir lentes buenas con un diámetro superior a 1 m., además se haber logrado perfeccionar las superficies colectoras y los receptores.

2.4 ASTRONOMÍA MODERNA

2.4.1 El Avance de la Astronomía. La Astronomía de la modernidad tiene muchos nuevos y poderosos instrumentos y con ellos ha logrado cambiar todo el pasado. Una nueva visión del universo es la que hoy se tiene ante nosotros y un inmenso estudio de conocimientos están al alcance de los estudiantes y aficionados de esta ciencia del espacio sideral.

En esta época varios son los elementos que conforman tanto el saber del universo como los medios de que se valen los científicos para encontrar cada vez más respuestas a las dudas y a los enigmas hasta ayer presentes.

Entre los progresos realizados en astronomía óptica los más importantes se refieren a perfeccionamiento de los receptores, puesto que han permitido aumentar las posibilidades de los telescopios. A estos que desempeñan la función de colectores de luz, se asocian ahora unos sistemas receptores que permiten la detección y el análisis de la luz recibida, como espectrógrafos, fotómetros, cámaras electrónicas, placas de foto. Por otra parte, la informática ha pasado a ser un instrumento esencial de la Astronomía; todos los grandes instrumentos están conectados con un computador, que trabaja en tiempo real y que asegura por lo general, una doble tarea: el mando del apunte y del desplazamiento del telescopio para seguir los astros, y la adquisición y el registro de los resultados de las observaciones, por lo general sobre bandas magnéticas.⁶

En la conquista del conocimiento de la Astronomía de nuestra época contribuyen muchas cosas más. Así, en primer término a partir de 1932 se sabe que los astros también emiten ondas de radio: en ese año Karl

⁶ PUERTA RESTREPO, Germán, *Astronomía Colección Ciencia Explicada*, Bogotá: Intermedio Editores, 2003, p. 192.

Jansky descubrió casualmente la primera emisión de radio extraterrestre. En 1936 Grote Rober prosiguió aquellas observaciones en longitudes de onda de algunos centímetros, y de varios metros, y publicó en 1944 los primeros mapas detallados del cielo de radio. Demostró sobre todo que una fuerte emisión procedía de la constelación de Sagitario. Durante la Segunda Guerra Mundial se detectó una emisión de radio procedente del sol. Hoy, la mayor parte de los astros conocidos han sido estudiados por sus radiaciones electromagnéticas. Se trata de la radio al servicio de la astronomía que hoy se conoce como la radioastronomía, que ha permitido descubrir otros astros que no eran conocidos por una emisión visible: es el caso de los cuasares y de los pulsares.

Hoy se puede decir que el universo es el mismo por doquier: su composición química es la misma en cualquier lugar que sitúe; las mismas leyes físicas, descubiertas en la Tierra, se aplican en todos los puntos. Sin embargo, el universo no deja de asombrarnos, porque en él se encuentran situaciones muy diferentes de las que conocemos en la Tierra.

Pero sigue siendo cada vez más preocupante, a pesar del avance de la ciencia, el universo del gigantismo. La distancia de la Tierra al Sol es igual a 150 millones de kilómetros, es decir, 20.000 veces el radio terrestre. La luz tarda 8' 18" (ocho minutos y 18 segundos) en llegar hasta nosotros, pero necesita más de cuatro años para llegar desde la estrella más próxima después del Sol, y varios millones de millones de años para venir desde las galaxias lejanas. En el universo se encuentran temperaturas alternativamente muy elevadas (5.000 grados en la superficie del Sol, 10 millones en el centro) y muy bajas (-200 grados en el medio interestelar). Los astros tienen masas considerables: la de la Tierra es de 6 billones de miles de millones de toneladas; la del Sol 300.000 veces mayor y la de nuestra galaxia es de unos 100.000 millones de veces la del Sol. Por último, en los diversos astros pueden encontrarse densidades asombrosas, muy débiles o muy grandes. El gas que llena el medio interestelar es mucho más "vacío" que el mejor estado de vacío que se pueden realizar en la Tierra es un billón de millares de millones de veces más diluido que el aire, es decir, que un centímetro cúbico no contiene más que algunos átomos. Por el contrario, un dedal de la materia que constituye la compañera de la estrella Sirio posee una masa próxima a la tonelada.

La Astronomía moderna, con sus conquistas y avances, entonces, solo ha logrado estimular aún más la capacidad de asombro de los seres humanos, la duda, las preguntas, los interrogantes todavía siguen allí y el espacio no deja de asombrarnos, de maravillarnos; el universo, desde las galaxias al infinito, estrellas, astros, luces, Quasares, pulsares, vías galácticas, todo tiene como límite ese infinito.

2.4.2 Los Instrumentos del Conocimiento Astronómico. En la actualidad los astrónomos trabajan en grandes observatorios construidos en lo alto de las montañas. Allí se encuentran por encima de las nubes y lejos del resplandor de las luces de las ciudades, de manera que puedan ver más claramente el cielo nocturno.⁷

Con la ayuda del telescopio es posible ver millones de estrellas que son invisibles a simple vista. Estos instrumentos magnifican los objetos distantes, tales como las nebulosas, y también recogen más luz de la que proviene de ellos y llega hasta nosotros. Los telescopios recogen la luz de las estrellas ya sea con una lente (telescopio refractor) o con un espejo (telescopio reflector). Cuanto más grande sea la lente o espejo, más luz puede recoger.

Las primeras fotografías telescópicas de estrellas y planetas se tomaron en 1840. Hoy la fotografía es tan importante en astronomía que muchos observatorios tienen telescopios diseñados no para ver con ellos, sino únicamente para tomar fotografías.

En la actualidad hay tres metodologías modernas básicas para el estudio del espacio con la astronomía de punta. La primera de ellas es la información en colores que es la espectroscopia, iniciada en el siglo XIX. Consiste en separar la luz del sol y las estrellas para calcular las temperaturas y describir de qué gases se componen las estrellas.

Los radiotelescopios que hacen parte de la segunda metodología astronómica, son aparatos que captan ondas de radio que provienen de focos muy lejanos de radiación. El primer radiotelescopio se construyó en 1837. Los modernos tienen por lo general la forma de un plato enorme.

⁷ REID, Struand, Op. cit. p. 32.

Por otra parte los interferómetros son radiotelescopios que se componen de una o más antenas de mediano tamaño. Esto equivale a usar una sola antena de varios kilómetros de diámetro y permite obtener una imagen mucho más clara del cielo. En Chile se dispone del sistema más grande del mundo de este tipo.

Entre los más grandes radiotelescopios del mundo está el de Arecibo, Puerto Rico. Su antena mide 305 m de diámetro, o sea más que tres canchas de fútbol. Puede captar señales tan débiles como una centésima de millonésima de millonésima de vatio. Al respecto cabe anotar que las ondas de radio que vienen del espacio son muy débiles. Se ha calculado que si la energía que nos llega de un cuasar (un foco misterioso de irradiación) fuera recogida por un radiotelescopio durante 10.000 años, apenas alcanzaría para encender una bombilla pequeña durante una fracción de segundo.

Uno de los telescopios más extraños está enterrado 1.500 m bajo tierra en una mina en Dakota del sur, EE.UU. En el fondo hay un tanque que contiene 400.000 litros de tetracloroetileno. Este sirve para detectar los neutrinos, partículas subatómicas emitidas por el sol, para poder contarlas.

Actualmente el telescopio es tan preciso que si se pusiera en la Tierra alcanzaría a ver una moneda pequeña a 700 Km. de distancia. También debe alcanzar a ver si hay planetas girando alrededor de estrellas cercanas en nuestras galaxias.

Ahora se puede incluso colocar telescopios por encima de las nubes para captar ondas invisibles de rayos x y ultravioleta, que no llegan hasta la superficie terrestre, como por ejemplo el telescopio espacial Hubble. Pero el avance de la astronomía es inmenso. Se utilizan los satélites artificiales, los cohetes, globos, aviones y observatorios de todo tipo. Los telescopios espaciales, las estaciones espaciales y los transbordadores son cosa de todos los días y los descubrimientos continúan en permanente progreso. En esa onda de avance científico se destacan las sondas espaciales, cosmonaves no tripuladas que investigan otros planetas del sistema solar, llevan cámaras para tomar fotografías e instrumentos para medir sus campos magnéticos, su radiación y su temperatura.

2.4.3 Los Interrogantes de la Astronomía Actual. Hoy estamos ante un universo que se muestra cada vez más fascinante, sabemos

mucho sobre él pero es mucho más lo que queda por conocer y son muchos los misterios por solucionar.

Como ejemplo de la gran amplitud de la ciencia astronómica, cabe mencionar algunos interrogantes que se presentan ante el estudiante y el aficionado de hoy, y que algunos escritores denominan "Los diez enigmas del Universo"⁸. Ellos son:

1. ¿De qué está hecho el universo?
2. ¿Cuál es la edad del universo?
3. ¿Cuál será su destino?
4. ¿Existen otros universos?
5. ¿Cómo se formaron las galaxias?
6. ¿Qué había antes del Big Bang?
7. ¿Cómo está estructurado el espacio?
8. ¿Son posibles los viajes en el tiempo?
9. ¿Cuántas dimensiones e interacciones tiene el universo?
10. ¿Hacia dónde va nuestra galaxia?

Pero los textos especializados de astronomía, lo mismo que las grandes publicaciones y revistas sobre el tema, amplían el panorama de ese ambiente de preguntas que surgen alrededor de la astronomía, con interrogantes como los que siguen⁹:

1. ¿Es verdad que se puede ver el pasado si miramos hacia el espacio?
2. ¿Qué tamaño tiene un agujero negro?
3. ¿Cuánto va a durar el sol?
4. ¿Qué aspecto tiene el cielo nocturno en la luna?
5. ¿Por qué Marte es de color rojo?
6. ¿Hay vida extraterrestre?
7. ¿Cuál es el mayor cometa que se ha visto?
8. ¿Cuánto tiempo tardaría un grupo de astronautas en llegar a Plutón?
9. ¿Cuáles fueron los descubrimientos actuales con el telescopio Hubble?

⁸ NIEVES, José. Los enigmas del universo. En: Revista Muye Especial, Madrid, No. 26, verano 1996; p. 34.

⁹ MILES, Lisa. SMITH, Alastair. El Gran Libro de la Astronomía, Dubai: Usborne, 1999 p.90.

2.5 EL FUTURO DE LA ASTRONOMÍA.

Los progresos de la Astronomía, desde ahora y hacia el tercer milenio en marcha, dependerán de los nuevos instrumentos que se ponen y se pondrán en servicio en la Tierra y en el espacio. Pero ante todo, como la atmósfera terrestre es un filtro que no deja llegar hasta nosotros más que las ondas electromagnéticas, situadas en dos estrechos campos de frecuencias, el futuro debe comprometerse con observatorios e instrumentos en el espacio, a través de una verdadera revolución espacial. El objetivo debe ser colocar esos aparatos por fuera de los límites de la atmósfera terrestre.

En tal sentido en un proceso que ya está en marcha pero que deberá ser más tecnológico, se trata del lanzamiento de numerosos satélites astronómicos, esencialmente destinados al registro de los rayos ultravioleta, X ó Gamma emitidos por los objetos celestes. Se concibe así un alto desarrollo de la denominada astronomía de las altas energías, así llamada porque los fotones X o Gamma transportan mucha más energía que los fotones de la luz visible.

Pero la atmósfera terrestre no absorbe y disipa gran parte de las ondas electromagnéticas, esto sumado a sus movimientos y a su nubosidad perturba las observaciones ópticas. De ahí la necesidad de que hacia el futuro se requiera colocar los observatorios en los lugares más altos. Pero lo ideal será colocar los telescopios totalmente fuera de la atmósfera; los radiotelescopios ganarían mucho si se colocasen en el espacio, para evitar las distorsiones que por diversos motivos hoy se dan en la tierra.

Los ingenieros sueñan ya con antenas de varios kilómetros de diámetro; a muy largo plazo, precisan construir radiotelescopios en la cara oculta de la luna, donde se evitará toda interferencia electromagnética. Como la Luna no tiene atmósfera, no hay luz del día como en la Tierra y el cielo no tiene color, y allí aparecen los astros, constantemente sobre un fondo oscuro. Además las imágenes no están deformadas ni ensanchadas por la turbulencia del aire. Finalmente, toda radiación de origen cósmico llega hasta la superficie de la Luna, al no haber allí pantalla atmosférica.

Con estos elementos, el saber sobre el universo abrirá un nuevo campo para dominarlo. Se necesitará en el futuro no solo de los astrónomos, con buena formación universitaria en matemáticas y física, sino de estos

profesionales con especialización, doctorados y postdoctorados, dentro de este campo de investigaciones. Pero la Astronomía necesitará de muchas más especializaciones, sobre todo en los campos siguientes que será el futuro el que las desarrolle¹⁰:

Astrometría, que trata del estudio preciso de la posición, de la distancia y movimientos de los objetos celestes; astronomía dinámica, referida a la mecánica del movimiento de astros y gases; astronomía galáctica, que estudia las características y comportamiento de las estrellas y las galaxias; astronomía de altas energías, referida a las irradiaciones ultravioletas X y Gamma de los objetos celestes; astronomía infrarroja, que estudia las irradiaciones de ese tipo en el espacio; astronomía de los neutrinos que se refiere a la detección de neutrinos, partículas muy difíciles de detectar e interceptar, que atestiguan la actividad nuclear en el interior de las estrellas y especialmente del Sol; radioastronomía, en el estudio de las ondas irradiadas por los objetos celestes; astronomía del sistema solar, que investiga sobre los planetas, sus satélites, los cometas y asteroides; física solar, consagrada al estudio del Sol y de los procesos que en él se desarrolla; astronomía espacial referida a las nuevas observaciones con instrumentos y radiotelescopios en el espacio; y cosmología, que agrupa los estudios relativos al origen y a la evolución del universo.

2.6 SOBRE EL SOFTWARE EDUCATIVO

2.6.1 Avance del Software Educativo. A pesar de todo el avance informático, en las instituciones educativas de todo tipo, en escuelas, colegios y en universidades, sigue siendo una preocupación importante y frecuente se refiere al qué hacer con los computadores que ya tienen, o que piensan poner al servicio de la comunidad educativa, claro que todos desean sacar el máximo provecho de las facilidades computacionales disponibles, pero las respuestas al uso eficiente de esas facilidades resultan muy variadas. Estas dependen fundamentalmente, de las necesidades, expectativas y problemas educativos que existen en la institución.

Pero algo si esta claro: los computadores pueden jugar diversos roles en educación. Como herramienta de trabajo ha transformado muchos ambientes, entre ellos el educativo, simplificando los aspectos

¹⁰ GRAN ENCICLOPEDIA LA CLAVE DEL SABER, Op. cit. tomo 4, p. 71.

operativos y amplificando la labor intelectual, como medio de enseñanza-aprendizaje, en buena medida es un sueño que solo hacen realidad algunos grupos de investigación o de innovadores que producen o que utilizan estos apoyos en sus labores docentes. Lo cierto es que en muchas partes, y Nariño es una de ellas, este uso del computador no es aún una posibilidad real suficiente para la gran masa de usuarios potenciales.

Claro está que los sistemas computacionales son suficientemente costosos como para que esto haya sido un obstáculo para la rápida y completa adopción como parte central del sistema educativo. La toma de decisiones respecto a su incorporación, como afirma Estrada¹¹, debe basarse en los beneficios que el uso de computadores en sus distintas facetas puede traer frente a necesidades educativas sentidas, más que lo que los computadores aportan en la forma como se vienen usando en muchas instituciones educativas. Parte de este problema es la necesidad de refinar el diseño de cursos con materiales computarizados, a tal nivel que sus ventajas sean más obvias, así como prepares a la comunidad educativa, para que se haga un mejor uso de los recursos computacionales.

Sin embargo, lo relevante es la necesidad de incrementar y de cualificar los ambientes de aprendizaje enriquecedor por el computador, en las instituciones educativas, sobre todo en la universidad regional. Ello requiere de estudio e investigación en el campo que se ha denominado como el de la "Ingeniería del Software Educativo".

En los países en vías de desarrollo y más en regiones como las del departamento de Nariño, ese tipo de ingeniería, como también se da en todo el campo de creación de software, los avances han sido limitados. El factor predominante ha sido la falta de uso de una tecnología educativa y computacional apropiada por parte de los desarrolladores. Expertos en informática que no son muchos en educación difícilmente pueden producir materiales educativos multimediales, con calidad pedagógica, y educadores que no dominan la tecnología computacional tampoco pueden producirnos con calidad informática. Se impone o bien trabajo en equipo interdisciplinario o poseer preparación que combine las dos áreas.

¹¹ DE ESTRADA, A., Informática Educativa, Bogota: Norma, 1987 p.28.

Lo anteriormente dicho no implica negar que se hayan conseguido algunos avances en el tema; que en Colombia, por ejemplo, se han logrado significativos logros en los llamados software educativos, teniendo en cuenta ciertos criterios para el uso del computador en el aprendizaje y los ambientes enriquecidos en sistemas. Sobre todo se debe hacer mención de los materiales educativos computacionales (MEC), sobre todo a los denominados libros electrónicos, que ofrecen un amplio campo de aplicación pedagógica y a través de los cuales se puede generar software educativos particulares, aprovechando las investigaciones que sobre diversos temas curriculares se vienen desarrollando.

Al respecto hay que anotar que en Colombia hay pocos pero destacados investigadores y creadores de software educativo y de los MEC, que deben destacarse y que además son la fuente central para este trabajo de grado en esa temática. Estos eminentes estudiosos del tema son: Alvaro H. Galvis Panqueva, Norma Goicoechea, Manuel Astica, Bernardo Restrepo G., Fernando Ferrer Olivares, Carlos a. rojas Cortes, Henry Forero, Otto Quintero y Hernán Mera B., sin embargo se tuvo en cuenta además otros estudios y escritos sobre el asunto.

2.6.2 Los Ambientes de Aprendizaje Sistematizado. No se puede negar que, de hecho, en nuestra región hace falta un desarrollo de la tecnología educativa y computacional apropiada por parte de los especialistas, que deben conocer los aspectos pedagógicos y los propios de la informática. Tal es el caso de la necesidad de utilizar un material educativo computacional para efectos del aprendizaje de una ciencia tan altamente especializada como la Astronomía.

En esa dirección se trata de generar un ambiente de aprendizaje con un material educativo que busque en primer término, complementar lo que con otros medios y materiales pedagógicos no es posible o es difícil lograr, lo cual es mucho más válido para el caso de la Astronomía. Por tal motivo, comprendiendo que facilita pero no es único en el ambiente pedagógico, el software educativo, comprendido en las diversas formas de multimedia, debe ser desarrollado teniendo presente varias consideraciones. Al respecto, como explica muy bien Alvaro Galvis, se deben tener en cuenta algunos elementos para el desarrollo de software educativos en un ambiente de aprendizaje adecuado¹². Para el caso del

¹² GALVIS, Álvaro, Ingeniería de Software Educativo, Bogotá: Universidad de los Andes, 1986. p 86.

propósito del Libro electrónico que se desarrolló, se hizo énfasis ante todo en los ambientes vivenciales y el trato humano de los docentes en relación con el computador.

Como expresa Galvis, los ambientes vivenciales, altamente deseables, cuando se requiere experiencia directa sobre el objeto de conocimiento, no siempre están disponibles para que los estudiantes los exploren. En unos casos se trata de fenómenos naturales que se presentan sólo de vez en cuando y en ciertos lugares¹³. En el caso de la Astronomía, por ejemplo, es imposible que se observe cualquier estrella o constelación desde cualquier parte del planeta o en cualquier momento, pero un simulador apropiado le permitiría hacerlo, o visualizar eventos del pasado y del futuro. Mediante el computador es posible comprender mejor muchos conceptos astronómicos que tratados tan sólo en los libros, presentan una apariencia demasiado abstracta y compleja. En otros casos, puede ser arriesgado que el aprendiz participe directamente en el proceso; como por ejemplo: nadie se deja operar por un aprendiz de cirujano, pero no daña a nadie que el aprendiz interactúe con un sistema que simule las condiciones del paciente y donde puede someter a prueba y mejorar su capacidad de tomar decisiones a lo largo de una operación. En otros casos, puede ser costoso que cada alumno lleve a cabo la experiencia, siendo lo usual que el profesor la realice a modo demostrativo. Por el contrario un laboratorio simulado, un Universo simulado, como el caso de la Astronomía, puede permitir al aprendiz llevar a cabo experiencias que le den un sentido de lo que conlleva el fenómeno de interés.

Claro está que con los medios audio-visuales convencionales se pueden capturar algunas imágenes de los ambientes vivenciales. Así por ejemplo, con una video-cámara se captan detalles de un parto, de una explosión atómica, de un eclipse o de algún otro fenómeno; pero esto no brinda al aprendiz la oportunidad de participar en la experiencia. El computador, en cambio, explica Galvis¹⁴, permite crear o recrear situaciones que el usuario puede vivir, analizar, modificar, repetir a voluntad, dentro de una perspectiva conjetural (que pasa si...) en la que es posible generar y someter a prueba sus propios patrones de pensamiento.

¹³ Ibid. p143.

¹⁴ Ibid. p188.

De hecho los efectos computarizados se constituyen en un magnífico insumo de los programas audio-visuales, más no son un fin en sí mismos. Lo que tiene sentido es aprovechar el potencial audio-visual del computador y de los medios con que se puede interconectar, como es el caso de video-cintas, video-discos, etc., para crear ambientes interactivos en los que se vivencien situaciones que hagan posible el aprendizaje. Interactividad, una cualidad particular del computador, es una de las condiciones esenciales para que un audio-visual tenga ganancia al ser enriquecido con computador.

En cambio, el computador es el simulador perfecto para los ambientes vivenciales sobre todo para casos como los del aprendizaje de la Astronomía.

Por otra parte, dentro de ese proceso de generación de ambientes adecuados al Software Educativo, se debe tener en cuenta, como lo hace Álvaro Galvis¹⁵, el papel del profesor y el computador.

Al respecto es relevante sentar una premisa: el trato humano que da un profesor, difícilmente puede reemplazarse con Materiales Educativos Computacionales. Los sistemas de comunicación hombre-máquina aún son bastante primitivos como para que haya una verdadera relación dialogal pensante entre usuario y máquina, a pesar de que los esfuerzos en el área de inteligencia artificial han dado logros significativos. El docente, apoyado con recursos pertinentes en las funciones que puede delegar en los medios y materiales de aprendizaje, se convierte así en un creador y administrador de ambientes de aprendizajes que sean significantes para sus alumnos, al tiempo que relevantes y pertinentes a lo que se desea que aprendan. El computador puede ser uno de estos medios, complementario a otros de que puede echar mano el profesor.

2.7 LOS MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTACIONALES (MEC)

El trabajo realizado gira en torno al Software Educativo es cierto, pero específicamente, el libro electrónico para el aprendizaje de los fundamentos de Astronomía aplicado al Observatorio Astronómico de la Universidad de Nariño, hace parte de los materiales educativos computacionales, y a ello debe hacerse referencia. Hay que aclarar al respecto los elementos teóricos básicos.

¹⁵ Ibid. p.142.

2.7.1 Distinciones Básicas. Los Materiales Educativos Computacionales (MEC), son también llamados Software Educativos o CourseWare, son una de las posibles opciones que brinda la computación para enriquecer los ambientes pedagógicos, para facilitar el aprendizaje de las ciencias.

Sobre el tema de los MEC, el ya mencionando Álvaro Galvis, Clifton Chadwick y Fernando Ferre Oliveros, han escrito varios temas que sirven de sustento a lo que se expone para el caso de este trabajo. Sobre todo en lo que respecta a los tipos de Software y los MEC y las clases en que se dividen estos últimos. Esto porque no todos los programas que corren (y por lo tanto, que se pueden ejecutar) en un computador entran en la categoría de MEC; por lo cual se deben hacer unas precisiones.

En primera instancia, el término inglés software, que corresponde a soporte lógico o programa en español, es aplicable a toda colección de instrucciones que sirve para que el computador cumpla con una función o realice una tarea.

El nivel más básico de software lo constituye el sistema operacional y consta de un conjunto de programas que controlan la operación del computador.

Otro importante grupo de programas son los lenguajes y sistemas de programación. Tienen variados niveles de complejidad y sirven para que los usuarios den instrucciones a la máquina sobre cómo llevar a cabo ciertas operaciones que son relevantes. Un caso particular de esta categoría son los "lenguajes autores" y los "sistemas autores", orientados a autoría de algunos tipos de MEC.

Cuando un conjunto de instrucciones escrito en un lenguaje de programación se convierte en (es traducido a) código ejecutable directamente por la máquina y se almacena como tal, contamos con una aplicación... El dominio o campo de utilización de las aplicaciones puede tener variados grados de especificidad o generalidad. Por ejemplo, un sistema de nómina no puede manejar otro tipo de datos que los allí previstos, mientras que un procesador de texto puede servir para preparar cualquier tipo de material textual, en función de lo que el usuario desee hacer. Es decir, hay aplicaciones de uso general y de uso específico.

A nivel educativo suele denominarse software educativo a aquellos programas que permiten cumplir o apoyar funciones educativas. En esta categoría caen tanto los que apoyan la administración de procesos educacionales o de investigación, como es el caso de un manejador de bancos de preguntas, como los que dan soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje mismo. En aras de clarificar a qué nos estamos refiriendo por Material Educativo Computarizado (MEC), diremos que es a las aplicaciones que apoyan directamente el proceso de enseñanza-aprendizaje, a las que en inglés se denomina courseware (como software para los cursos).¹⁶

2.7.2 Clases de MEC. Resulta muy importante para apoyar teóricamente el MEC que se ha construido en este trabajo, hacer un aporte en la terminología y en el terreno de los MEC, dependiendo de su clasificación. Al respecto se debe tener en cuenta que hay diversos tipos de MEC, dependiendo de la función que intentan apoyar en el ambiente educacional y del enfoque pedagógico específico que da soporte al material.

Una gran clasificación de los MEC es la propuesta por Thomas Dwyer¹⁷ ligada al enfoque educativo que predomina en ellos; algorítmico o heurístico. Un material de tipo algorítmico es aquel en que predomina el aprendizaje vía transmisión de conocimiento, desde quien sabe hacia quien lo desea aprender, y donde el diseñador se encarga de encapsular secuencias bien diseñadas de actividades de aprendizaje vía transmisión de conocimiento, desde quien sabe hacia quien lo desea aprender, y donde el diseñador se encarga de encapsular secuencias bien diseñadas de actividades de aprendizaje que conducen al aprendiz desde donde está hasta donde desea llegar. El rol del alumno es asimilar el máximo de lo que se le transmite. Un material de tipo heurístico es aquel en el que predomina el aprendizaje experimental y por descubrimiento, donde el diseñador crea ambientes ricos en situaciones que el alumno debe explorar conjeturalmente. El alumno debe llegar al conocimiento a partir de la experiencia, creando sus propios modelos de pensamiento, sus propias interpretaciones del mundo, las cuales puede someter a prueba con el MEC.

¹⁶ Ibid. p.38.

¹⁷ DWYER, T. Estrategias Heurísticas para el uso de computadores en la educación. En: Revista de Computación Educativa, No. 3, Buenos Aires, Abril 1993, p. 75.

Otra forma de clasificarlos es por las funciones mismas que asumen, claro está, ubicables dentro de la taxonomía antes presentada. A nivel algorítmico podemos distinguir los sistemas tutoriales y los sistemas de ejercitación y práctica. Dentro de la categoría heurística se distinguen los simuladores, los juegos educativos, los lenguajes sintónicos y algunos sistemas expertos. En cualquiera de las dos grandes categorías pueden ubicarse los sistemas inteligentes de aprendizaje apoyado con computador, dependiendo del rol que esté asumiendo el material. Cada uno de ellos tiene cualidades y limitaciones que bien vale la pena detallar, a efectos de favorecer una selección apropiada del tipo de MEC que mejor corresponde a una necesidad educativa.¹⁸

Los Sistemas Tutoriales, como su nombre lo indica, asumen las funciones de un buen tutor, guiando al aprendiz a través de las distintas fases del aprendizaje, mediante una relación dialogal. Típicamente un tutorial incluye las cuatro grandes fases que según Galvis¹⁹ deben formar parte de todo proceso de enseñanza-aprendizaje: la fase introductoria, en la que se genera la motivación, se centra la atención y se favorece la percepción selectiva de lo que se desea que el alumno aprenda; la fase de orientación inicial, en la que se da la codificación, almacenaje y retención de lo aprendido; la fase de aplicación, en la que hay evocación y transferencia de lo aprendido; y la fase de retroalimentación en la que se demuestra lo aprendido y se ofrece retroinformación y refuerzo. Esto no significa que todos los tutoriales deben ser iguales, como se verá a continuación.

El sistema de motivación y de refuerzo que se emplee, depende en gran medida de la audiencia a la que se dirige el material y de lo que se desee enseñar. Con niños la motivación puede ir ligada a personajes animados o a juegos que se introducen como parte del material, mientras que con adultos la competencia, la fama o el dinero suelen utilizarse como sistemas de recompensa y ser buenos motivadores.

La secuencia que se sigue, por su parte, depende en buena medida de la estructura de los aprendizajes que subyacen al objetivo terminal y del mayor o menor control que desee dar el diseñador a los usuarios. Por ejemplo, en un tutorial con menú (se ofrecen opciones al usuario para que escoja lo que desea aprender o hacer) el aprendiz puede decidir qué secuencia de instrucción sigue, mientras que cuando se lleva historia del

¹⁸ GALVIS, Álvaro, Op. cit. p. 122.

¹⁹ Ibid. p.77.

desempeño del aprendiz el diseñador puede conducir al usuario por rutas que ha prefijado en función del estado de la historia.

Por otra parte, una aplicación de los esfuerzos en Inteligencia Artificial, en particular derivada del uso de sistemas expertos, es la creación del Sistema Inteligentes para Aprendizaje Apoyado con Computador (Siaac). Estos, sin embargo, no se pueden ubicar en una sola de las dos grandes categorías de MEC, toda vez que un Siaac se caracteriza por ajustar la estrategia de apoyo al aprendizaje a las necesidades del usuario y a su desempeño y conocimientos previos. De esta forma, puede ofrecer oportunidades de aprendizaje memorístico, a partir de ejemplos, a partir de reglas, por analogía, por descubrimiento o por combinación de estrategias.²⁰

La idea básica en un Siaac es la de ajustar la estrategia de instrucción y el contenido de ésta a las particularidades o características y expectativas del aprendiz. Para hacer esto posible, es necesario que el Siaac, además de los componentes típicos de un sistema experto -base de conocimientos experta, motor de inferencia, interfaz con usuario y hechos- cuente con un "modelo del estudiante", en el cual se modela la base de conocimientos que el aprendiz demuestra tener ("base de conocimientos aprendiz") y sirve como piedra angular para que otro componente, un "módulo tutor" decida sobre las estrategias de instrucción que son deseables de aplicar para el logro de una base de conocimientos en el aprendiz que sea como la base de conocimientos experta.

Los Siaac son por ahora más un campo de investigación que de práctica, toda vez que tanto en las ciencias cognitivas como en las de la computación está por perfeccionarse el conocimiento que haga eficiente este tipo de MECs. El análisis profundo que es necesario respecto a cada una de las estrategias de enseñanza y de la forma de llevarlas a la práctica con apoyo del computador es de por sí una gran contribución. Su importancia radica en la posibilidad de crear y someter a prueba ideas educativas valaderas con las que se enriquezcan las ciencias de la educación y de la computación.

2.7.3 Aproximación a un Modelo. El Libro Electrónico para el aprendizaje de los fundamentos de la Astronomía en el Observatorio

²⁰ GALVIS, Álvaro, Ambientes de enseñanza-aprendizaje enriquecidos con computador, En: Boletín de Informática Educativa. Bogotá, vol. 8, No. 2, diciembre de 1988. p. 117.

Astronómico de la Universidad de Nariño, concebido como un MEC especializado, fue desarrollado en el trabajo a través de una combinación y complementación de los tipos apropiados de material educativo.

Realizando el análisis teórico respectivo se creyó conveniente desarrollar un MEC relacionando los enfoques educativos de tipo algorítmico y heurístico.

El modelo es algorítmico porque el diseño se encargó de encapsular secuencias bien diseñadas de actividades para el aprendizaje de la Astronomía, que conducen al aprendiz hasta donde desee llegar. Es un modelo heurístico porque en el Libro Electrónico predomina el aprendizaje experimental y por descubrimiento, a través de un diseño que creó ambientes ricos en situaciones que el estudiante debe explorar conjeturalmente. Así puede llegar al conocimiento astronómico a partir de la experiencia, creando sus propios modelos de pensamiento, sus particulares interpretaciones de los fenómenos del espacio, las cuales puede someter a prueba con el Libro Electrónico.

Dentro de esa caracterización, el modelo construido desarrolla los contenidos básicos de los simuladores y juegos educativos.

Los simuladores y los juegos educativos poseen la cualidad de apoyar el aprendizaje de tipo experiencial y conjetural, como base para lograr aprendizaje por descubrimiento. La interacción con un micro-universo, en forma semejante al que se mira desde un Observatorio Astronómico, es la fuente del conocimiento.

En esa simulación aunque el micro-universo es una representación del universo real, el estudiante comprende su magnitud, resuelve problemas, aprende procedimientos, procedimientos, llega a entender las características de los fenómenos astronómicos y cómo controlarlos, o aprende qué acciones tomar en diferentes circunstancias. Pero además, se trata de simulaciones entretenidas, casi de juegos; simulan la realidad del espacio sideral con la característica de proveer situaciones excitantes. Con tal clase de entretenimiento, el Libro Electrónico utiliza el ambiente excitante como contexto del aprendizaje de la ciencia astronómica.

Lo esencial del modelo así construido, es que coloca al alumno como un agente necesariamente activo, que además de participar en las

situaciones diversas, debe continuamente procesar la información que el micro-universo le proporciona en forma situación desconocida, problemática; en condiciones de ejecución y resultados. En él existe un ambiente vivencial de aprendizaje. Una vez que el estudiante ha aceptado el reto propuesto por el Libro electrónico, aquel es el actor y fuente principal de aprendizaje.

En relación a estas cualidades el modelo guió al Libro electrónico tuvo muy en cuenta lo que explican Alvaro Galvis y Thomas Dwyer. La utilidad de los simuladores de juegos como motivantes es estupenda. Para favorecer aprendizaje experiencial, conjetural y por descubrimiento, su potencial es tan a más grande que el de las mismas situaciones reales. Para practicar y afinar lo aprendido, cumplen con los requerimientos de los sistemas de ejercitación y práctica, sólo que de tipo vivencial.

2.8. EL DESARROLLO DE UN MEC

Cuando se ha pretendido elaborar un Material Educativo Computacional, como es el caso de este trabajo con el material denominado Libro Electrónico para aprendizaje de la astronomía, se debe hacerlo a través de la teoría y la práctica del desarrollo de los MEC. Como ya se ha mencionado, sobre el tema, la fuente guía fueron los aportes de Álvaro Galvis, especialmente, y los aportes científicos que se han divulgado en el Boletín de Informática Educativa²¹. A estas referencias bibliográficas se acudió en apoyo del MEC de este trabajo de grado.

2.8.1 Un Punto de Partida. Tomando como base los modelos desarrollados en la universidad de Los Andes y la Nacional de Bogotá, por Álvaro Galvis, en sus cursos de Ingeniería de Software Educativo, se pueden desarrollar los aspectos teóricos que sirven de sustento a este trabajo.

De acuerdo con lo expuesto por el profesor Galvis²² todo MEC, debe cumplir un papel relevante, en función de necesidades educativas que sean difíciles de satisfacer con otros medios educativos. Esto implica que, previo a que se desarrolle o se consiga un MEC, es necesario

²¹ Ibid. p. 130.

²² GALVIS, Álvaro, Op. cit. p. 124.

determinar: (1) cuáles necesidades educativas existen, (2) cuáles se pueden satisfacer con medidas administrativas y cuáles con medidas académicas, (3) cuáles de las soluciones académicas se pueden llevar a la práctica usando medios diferentes al computador y finalmente (4) cuáles conviene apoyar con computador. Con esta información es posible definir qué requerimientos debe cumplir el MEC y, con base en esto, establecer qué tipo de MEC es más conveniente para atender las necesidades priorizadas.

Y ¿cómo identificar las necesidades? ¿Qué criterios usar para llegar a decidir si se amerita una solución computarizada? ¿Con base en qué decidir sobre el tipo de MEC que más conviene para satisfacer una necesidad dada?

Interesa identificar y consultar fuentes apropiadas para la cualificación de necesidades educativas. Por una parte, se puede recurrir a los currículos existentes e identificar en ellos qué requiere que sea enseñado con apoyo de computador, necesariamente. Por ejemplo, si se contempla un curso de "diseño y evaluación de MEC", es claro que en tal caso se deben usar MEC para lograr lo previsto. Sin embargo, no todos los cursos pre-definen los medios necesarios. O por otra parte, se puede recurrir a fuentes mediatas e inmediatas para establecer deficiencias en la ejecución de los currículos. El análisis de los índices de promoción y retención por curso, por ejemplo, permite establecer cuáles son las asignaturas problemáticas en un plan de estudio. Esto, sin embargo, no indica dónde está el problema, ni a qué se debe. Para identificar exactamente dónde está fallando el proceso de enseñanza-aprendizaje es necesario revisar las notas de los alumnos en cada una de las unidades de instrucción de los cursos donde hay problemas. Para saber por qué se está fallando en una unidad de instrucción, se impone recurrir a métodos exploratorios y analíticos. Por ejemplo, se puede indagar con alumnos y profesores acerca de las razones o causas del fracaso en las unidades problemáticas. También se puede hacer análisis de los materiales de instrucción, de los instrumentos de evaluación, de la dosificación y secuencia de las unidades, así como de los requisitos aplicables.

Una vez que se han identificado los problemas y posibles causas, dependiendo de estas se buscan posibles soluciones. Si el problema es originado por razones administrativas (p.ej., no hubo docente o materiales durante el período lectivo), la solución debe ser también administrativa. Pero si se trata de que los estudiantes no traen los

conocimientos de base, la solución puede ser académica (p.ej., dar instrucción remedial) o administrativa (p. Ej., impedir el avance). Cuando la solución tiene que ver con la enseñanza misma del tea, es importante ver las alternativas que hay, considerando lo que se puede hacer con los distintos medios: un material impreso? Una práctica de campo? Más horas de clase o de tutoría? Si ninguna de las alternativas consideradas satisface la necesidad detectada, entonces sí es conveniente pensar en una solución apoyada con computador.

La escogencia del tipo de MEC obedece a varios criterios. Por una parte, la necesidad educativa pre-define en buena medida la selección. Si se detecta que hace falta mayor ejercitación y retro-información en la solución de problemas, esto ya implica que un sistema de ejercitación y práctica puede ser de utilidad. Pero si lo que se necesita es ofrecer vivencias en las que se puedan tomar decisiones, probablemente se buscará una forma productiva (no reproductiva) de enseñar a resolver problemas, por ejemplo usando un dispositivo para aprendizaje heurístico, como un simulador, un juego, un experto o un sistema inteligente. Cuál de estos usar, depende mucho de la naturaleza del conocimiento que se esté promoviendo y de su clasificación como tipo de aprendizaje. Como se vio en la discusión sobre clases de MEC, cada uno es aplicable preferiblemente a lograr ciertos tipos de resultados y de fases del aprendizaje.²³

Cuando uno ha logrado hallar respuesta a las inquietudes anteriores, ha avanzado bastante en el análisis de necesidades, pero no ha terminado. Le falta aún saber si existe un MEC que satisfaga la necesidad detectada (en cuyo caso está resuelta) o si es necesario desarrollar un MEC para esto.

Cuando se identifica un paquete que parece satisfacer las necesidades, es imprescindible que expertos en contenido, metodología e informática lo revisen. Los primeros, para garantizar que efectivamente corresponde al contenido y objetivos de interés. Los expertos en metodología para verificar que el tratamiento didáctico es consistente con las estrategias de enseñanza-aprendizaje que son aplicables a la población objeto y al logro de tales objetivos. Los expertos en informática para verificar que dicho MEC se puede correr en la clase de equipos de que dispondrán los alumnos y que hace uso eficiente de los recursos computacionales disponibles. Si todo esto se cumple, conviene adquirir el MEC y proceder

²³ Ibid. p. 139.

a su evaluación formativa con alumnos, como requisito para su posterior implementación y evaluación sumativa.

Cuando no se identifica un MEC con el cual satisfacer la necesidad, la fase de análisis demanda la formulación de un plan con el cual sea viable llevar a cabo el desarrollo del MEC requerido. Esto implica consultar los recursos disponibles y las alternativas de usarlos para cada una de las etapas siguientes: diseño, desarrollo, evaluación formativa, implementación y evaluación sumativa. Se debe prever tanto lo referente a personal y tiempo que se dedicará a cada fase, así como los recursos computacionales que se requieren para cada etapa posterior, en particular las de desarrollo, prueba y puesta en marcha.

2.8.2 Proceso Cíclico. Si se tiene en cuenta lo expuesto hasta el momento, sobre todo lo que se planteó en los párrafos anteriores, se entiende que la metodología básica de trabajo para construir o elaborar un Material Educativo Computacional (MEC), debe ser cíclica.

Como se trata al fin y al cabo de un modelo sistemático, se parte de identificar las necesidades reales y posibles alternativas de solución. En el caso de este trabajo de grado, esas necesidades estaban especificadas por lograr que el Libro Electrónico facilite el aprendizaje de los fundamentos de la Astronomía.

Como resultado de la fase de análisis se deben llegar a conocer cinco grandes elementos que surgidos del proceso cíclico como son: la necesidad educativa, el objetivo terminal que se darán de ella, la población a la que se dirige el material, lo que se presupone conoce el usuario y el tipo de software deseable. En caso de que haga falta alguno de estos elementos, es conveniente revisar el análisis y especificar lo que falta.

En el caso de este trabajo de grado esos cinco elementos fueron especificados así:

Necesidad educativa: Servir para el aprendizaje de la Astronomía básica.

Objetivo terminal: Facilitar el aprendizaje de la Astronomía en la Universidad de Nariño, con el diseño y desarrollo del Material Educativo Computarizado especializado, denominado X-Termal

Población a la que se dirige: Estudiantes de últimos años de educación básica, estudiantes universitarios sin conocimientos de astronomía y astrónomos aficionados.

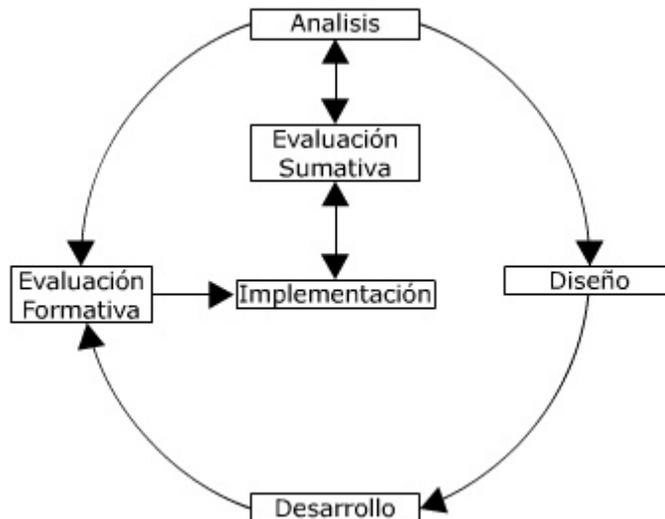
Información necesaria: El usuario requiere de conocimientos de Matemáticas, Física y de los conceptos de la Química, a nivel de Educación Básica Media.

Tipo de Software: Educativo tipo MEC especializado.

El proceso cíclico que se siguió adaptando el que propone el profesor Galvis, contempla las etapas de Análisis, Diseño, Desarrollo e Implementación, teniendo en cuenta los aspectos de la evaluación formativa y sumativa, que surgen de los modernos modelos pedagógicos.

El modelo se muestra en la Figura 1.:

Figura 1. Modelo sistemático para el desarrollo de MEC



Según el modelo propuesto, el desarrollo del MEC se hace etapa por etapa siguiendo la figura en el sentido de las flechas.

En el proceso descrito se parte del análisis como comienzo y fin de la elaboración del material educativo computarizado. Sin embargo el énfasis del software esta en las etapas de diseño y desarrollo del mismo.

2.8.3 Acerca del Diseño y Desarrollo. Cuando se decide diseñar un MEC se debe tener en cuenta en primer lugar que estamos ante una tecnología sin precedentes sobre la cual se pueden construir sistemas educativos que distinguen entre transmisión de la herencia cultural y la promoción de un nuevo entendimiento²⁴

Con esta idea clarificada se debe emprender el diseño del MEC en dos fases, a saber:

FASE 1

Hay cinco datos que se deben conocer perfectamente como resultado de la fase de análisis:

1. Necesidad educativa (fundamentos de Astronomía).
2. Objetivo terminal que deriva de ella.
3. Población a la que se dirige el material.
4. Lo que se presupone que ya sabe el aprendiz sobre el tema.
5. Que tipo de software se debe desarrollar para satisfacer la necesidad educativa.

FASE 2

Teniendo en cuenta los datos anteriores, es posible afrontar el problema del diseño educativo, el de comunicación y control, y el diseño computacional.

DISEÑO EDUCATIVO: Es independiente de que el medio escogido sea computarizado. Se trata de establecer:

- 1) Cómo se llena el vacío entre lo que se presupone que el alumno sabe y lo que deberá saber; 2) Con qué metodología; 3) Situaciones y criterios para poder valorar los aprendizajes a lo largo y el final del proceso de instrucción; 4) Un sistema de motivación y de refuerzo que favorezca que el estudiante se interese y se mantenga motivado para participar en el proceso de aprendizaje.

DISEÑO DE COMUNICACIÓN Y CONTROL: Busca establecer las características con que debe contar el MEC que se prepara, desde dos puntos de vista: 1) *Qué funciones de apoyo debe cumplir el MEC?* Además de apoyar el proceso de aprendizaje puede ofrecer o no la

²⁴ DWYER, T. Op. cit. p.32.

posibilidad de controlar la secuencia, el ritmo, la cantidad de ejercicio y el deseo de demostrar lo aprendido. 2) *La estructura lógica*, que comandará la interacción entre el usuario y el programa; su definición depende de lo que se requiere en el proceso de aprendizaje y de las funciones de apoyo que se desea el MEC cumpla, lo cual se hace a través del diagrama de flujo.

Lo anterior resuelve el problema del control, quedando por solucionar el de intercomunicación entre el usuario y el programa. Al sistema que se encarga de tal interacción se denomina *interfaz usuario – programa*. La puesta en marcha del sistema de control y comunicación se evidencia en el cuarto elemento del diseño que son los *pantallazos* de que constará el MEC.

DISEÑO COMPUTACIONAL: Se basa en los resultados de las dos fases del diseño precedentes:

- A partir de la estructura lógica que denota el flujo de control principal, es necesario especificar los *macro – algoritmos* que detallan cada uno de los módulos considerados.
- Para que los algoritmos definidos funcionen, es necesario determinar cuales *estructuras de datos* es necesario disponer en memoria principal y cuáles en memoria secundaria. (Ej. archivos en disco), de modo que el programa principal y los procesamientos de que se compone puedan cumplir con las funciones definidas.

Dependiendo de los recursos humanos, temporales y computacionales necesarios, luego del diseño debidamente documentado, se procede al desarrollo del MEC.

Se trata de programar el material educativo computacional utilizando un lenguaje de autor o un sistema de autor. Con ello nos estamos refiriendo a todas las actividades tendientes a desarrollar materiales de enseñanza – aprendizaje por computación (contenidos y metodología), similar a las que realiza un autor para escribir un libro de texto. También como parte del desarrollo es fundamental *documentar* el trabajo. Así mismo se debe verificar, con base en el diseño, si lo previsto se ha llevado a la práctica.

Además de las etapas de diseño y desarrollo del MEC a partir de la importante etapa del análisis, en el modelo sistemático para desarrollo de MECs, se deben llevar a cabo las siguientes:

Evaluación formativa del MEC: A diferencia de la prueba con alumnos durante el desarrollo, en la que sólo se requieren que sean representativa de la población objeto, en esta etapa hay que asegurar que el MEC cumple todos los requisitos deseables para su uso en condiciones normales. Para ello se debe llevar a cabo una prueba piloto.

Implementación del MEC: Se trata de poner en acción el MEC en las condiciones en que se había propuesto.

Evaluación Sumativa: Los datos recogidos en la prueba piloto deben ser sometidos a una prueba de campo amplia. Los datos de rendimiento permiten establecer la efectividad, mientras que los de opinión durante y después del uso, sirven de base para determinar la eficiencia del paquete.

2.9 LOS SISTEMAS DE AUTORIA

2.9.1 Conceptos Básicos. Al realizar la investigación bibliográfica y de Internet sobre el tema de los Materiales Educativos Computacionales, se tuvo en cuenta también acerca de aquella que tuvieron que ver con el trabajo específico de los desarrolladores, de los autores de tales materiales. Al respecto se encontró que una de las posibilidades existentes para esos autores estaba, en general en utilizar los diversos programas y paquetes que existen en el mercado, en los diferentes sistemas, integrando procesadores de texto, graficadores, manejadores de efectos, de video, de sonido, etc. Se logró comprobar además, que este el sistema de trabajo de quienes creaban un MEC.

Sin embargo, no se descartan otras posibilidades para la producción de esos Materiales Educativos Computacionales. Así, uno de los enfoques de producción de esos materiales está relacionado con el concepto de autoría, referido a todas las actividades tendientes a desarrollarlos de manera similar a las que realiza un autor para escribir un libro de texto. En este programa se comprenden actividades de contenido y metodología.

En estas condiciones se debe destacar que las herramientas provistas por la informática para llevar a la práctica este enfoque se pueden clasificar tanto en los sistemas como en lenguajes de autoría, Los dos grupos de trabajo informático tratan de simplificar la interacción entre el

computador y el hombre (particularmente educadores) cuando esta se orienta a la producción de Materiales Educativos Computacionales.

Es interesante por lo tanto, el hacer una incursión a algunas características definitorias de los lenguajes y sistemas de autoría.

2.9.2 Características. En Informática las herramientas que se pueden utilizar para desarrollar actividades de autoría deben entenderse como lenguajes o sistemas.

Un lenguaje de autoría es un lenguaje de programación altamente especializado, útil para desarrollar aplicaciones del computador relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje, con él se intenta poner a disposición del instructor-autor todas las capacidades del computador en una forma simple y adecuada a sus necesidades.²⁵

Lo anterior se puede obtener proveyendo al usuario-autor los siguientes elementos:

- Conjuntos de funciones y subrutinas diseñadas especialmente para realizar las operaciones más frecuentemente desarrolladas en la programación de diálogo instruccional. Por ejemplo, desplegar textos, gráficos o animaciones, producir sonido, recibir y analizar mensajes.
- Facilidades para dar control al usuario sobre medios instruccionales externos tales como proyectores, televisión y videodisco.
- Un conjunto fácil de comandos orientados hacia los requerimientos del autor. En particular, comandos para edición de cada uno de los elementos que el autor tiene a su disposición.
- Facilidades de manipulación de archivos para:
 - Posibilitar el almacenamiento de material instruccional para presentación a estudiantes.
 - Registrar y recuperar la información acerca de las respuestas de alumnos, recolectadas durante un diálogo instruccional.

La mayoría de los lenguajes de autoría existentes permiten:

²⁵ FERRER OLIVARES, Fernando, Desarrollo de Software Educativo mediante lenguajes o sistemas de autoría, En: Boletín de Informática Educativa, Bogotá, vol. 2, No. 2, Diciembre de 1988. p.15.

- Presentación de pantallazos usando texto, gráficos, animaciones y sonido.
- Hacer preguntas a los estudiantes, tanto cerradas como relativamente abiertas.
- Recepción y análisis de las respuestas de los estudiantes.
- Ofrecer material remedial y de refuerzo, pre-programado con el lenguaje u ofrecido con ayuda de otro dispositivo (p.ej., video-cinta) y de la interfaz apropiada.
- Flexibilidad en la secuencia, dependiendo de los eventos que el autor predefina asociados a las decisiones y acciones que tome el estudiante (individualización).

La mayoría de los lenguajes autores operan en la misma forma como los compiladores e interpretadores de los lenguajes convencionales. Esto es, tienen un archivo previamente editado que contiene instrucciones (código fuente) y traslada éstas a un programa en código de esquema ejecutable. Este código controla la actividad del computador mientras dura la sesión de estudio del estudiante.

El primer paso para la definición de sistemas autores fue la aparición de lenguajes autores, los cuales facilitaron la escritura de programas de instrucción. Los sistemas de autoría van más allá y tratan de anticipar las necesidades del instructor para armar el material que desee.

Un sistema autor es un programa o conjunto de programas que permiten a un instructor crear materiales de enseñanza usando el computador, sin necesidad de programar. Esto se logra debido a que la comunicación entre el sistema de autoría y el usuario se efectúa mediante la presentación de gráficos, listas o menús; se intenta hacer la programación tan transparente como sea posible.

Los sistemas autores eliminan la necesidad de que el autor del material trate con la sintaxis o secuenciamiento de comandos de un lenguaje autor. De esta forma, puede decirse que un lenguaje autor hace fácil la autoría a quien sabe programar y desea enseñar algo, mientras que un sistema autor hace posible a no-programadores desarrollar por sí mismos sus propios materiales.

Los sistemas autores responden fundamentalmente a tres razones:

Ofrecer facilidad de uso o de acceso a computadores con propósitos instruccionales. La necesidad de saber programar limita significativamente el número de profesores que intenta preparar sus propios materiales y aún quienes algo saben tienen dificultades para usar eficientemente las facilidades interactivas del computador.

Reducir los costos y tiempos requeridos para crear materiales de enseñanza, particularmente en la etapa de desarrollo y prueba de los materiales.

Favorecer transportabilidad del material, cuando a nivel regional, sectorial o institucional se ha adoptado un sistema para autoría de cursos o un estándar para adquisición de equipos.

Cuando se trata de seleccionar las herramientas de autoría (lenguajes o sistemas) se recomienda tener en cuenta los siguientes factores:²⁶

Facilidad de uso. Dependiendo de la preparación del usuario-autor, la herramienta no debe demandar demasiado esfuerzo del mismo para hacer uso eficiente y eficaz de esta. Tal cualidad asegura aumento en la productividad del autor.

El mejoramiento en la productividad del autor no es suficiente. También es necesario que la clase de software que se genere logre un efecto semejante en el aprendizaje del estudiante. ¿Permite el software generado cumplir funciones de apoyo que enriquezcan los ambientes de aprendizaje existentes? ¿Operan eficientemente los programas creados en el tipo de máquinas de que dispondrán los usuarios-estudiantes?

Costo. Considerando el beneficio que puede traer el uso de la herramienta de autoría ¿Vale la pena invertir el costo asociado a obtener copia legal y con soporte técnico?

Disponibilidad. ¿Qué tan accesible es la herramienta para quienes deseen usarla? ¿Qué cantidad y calidad de materiales se han generado con ella, para pensar en compartir productos?

²⁶ ALESSI, Stephen. Instrucción apoyada con computador, México: Prentice Hall, 2002. p.47.

Transportabilidad. Hasta qué punto la herramienta y los productos que se generan con ella se pueden usar o convertir para uso en otras máquinas? ¿Qué tanto son transportables los materiales generados, de manera que se puedan compartir esfuerzos de producción?

Extensibilidad. ¿En qué medida y con qué dificultad los materiales producidos pueden crecer o adecuarse, de manera tal que puedan acomodarse a nuevas necesidades?

Tecnología. ¿Requiere alguna instalación y configuración especial el uso de la herramienta? ¿Qué dispositivos gráficos, de sonido, de almacenamiento, de telecomunicación y medios de comunicación audio-visual se pueden apoyar con ella? ¿Con qué esfuerzo y a qué costo?

Documentación y soporte técnico para la herramienta. ¿Qué tan completos y claros son los manuales? ¿En qué medida los representantes locales de la herramienta están preparados para dar soporte técnico cuando el problema excede a lo que dicen los manuales? ¿Qué entrenamiento ofrecen como soporte al uso de la herramienta?

Las consideraciones anteriores pueden ayudar a dilucidar la conveniencia o no de la herramienta, cuando de lo que se trata dentro de la filosofía con que están hechas la mayoría de ellas, es decir, orientadas a apoyar ambientes de aprendizaje que se basan en "marcos" y secuencias de ellos, con las limitaciones particulares que cada herramienta pueda tener para manejar gráficos, materiales multimediales y simulaciones. Como dice Kearsley²⁷, el problema con la "orientación hacia marcos" es que estos no permiten individualizar la instrucción de una manera profunda, ni tampoco son capaces de un diagnóstico y recuperación sofisticados. La orientación alternativa proviene de los sistemas "basados en conocimientos", enfoque en el que las estrategias de enseñanza toman la forma de conceptos relacionados y reglas de inferencia.

2.10 EL APOORTE DE MACROMEDIA FLASH 5

2.10.1 Aproximación Contextual. Como se ha expresado este trabajo de grado dedicado a un Software Educativo especializado, utiliza

²⁷ Ibid. p. 76.

la metodología empleada en Colombia para los Materiales Educativos Computarizados. Dentro de ella se ha buscado emplear al computador como medio de aprendizaje de los fundamentos de la Astronomía, teniendo en cuenta los elementos anteriormente especificados.

El Libro Electrónico que es el resultado final del elaborado MEC aplicado a la astronomía, utilizó finalmente uno de los elementos también ya explicados, como parte fundamental de su construcción. Se llevó a cabo el proceso de implementación del software educativo mediante lenguajes o sistemas de autoría.

Se debe entender al respecto, que se tomó como guía de acción el enfoque de producción de materiales educativos computacionales relacionados con el concepto de autoría. En tal sentido, se comprendió la necesidad de eslabonar todas las actividades dirigidas a desarrollar el MEC, de tal manera que no hubiera diferencia fundamental entre ese proceso y el que lleva a cabo un autor de texto cuando lo escribe.

Por tal razón, las herramientas que sirvieron para llevar a la práctica particular el enfoque descrito tenían que ser los sistemas y los lenguajes de autoría. Para concretarlo de acuerdo al análisis de necesidades del MEC que se buscaba construir, se trabajó con el programa Macromedia Flash 5 y su lenguaje aplicado el ActionScript.

2.10.2 Flash 5. Flash 5 es la penúltima versión del programa de Macromedia para elaborar animaciones interactivas, especialmente para la Web.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que "sus posibilidades son tan versátiles que van desde crear un simple logotipo animado hasta una Web completa, donde la animación y la interactividad vayan acompañadas de un diseño gráfico, lo que puede hacer del conjunto algo verdaderamente llamativo... Los gráficos que crea Flash son de tipo vectorial; esto hace que su adaptación al tamaño de la pantalla del usuario, cualquiera que esta sea, se va a producir con suma facilidad".²⁸

Con respecto a su versión anterior, Flash 5 incorpora interesantes novedades que tienen que ver con el entorno, con sus capacidades de

²⁸ PEÑA, Jaime, VIDAL, Ma. Del Carmen, Flash 5 guía de aprendizaje, Madrid: Mcgraw Hil, 2001, p. 2.

diseño, de organizar el flujo o trabajo y la potencialidad de su lenguaje de programación ActionScript.

Flash permite organizar las películas en escenas. La navegación entre escenas se puede hacer de manera sucesiva, o, si así se determina, se puede navegar entre ellas de manera no lineal, como respuesta a acciones del usuario. Pero además puede incorporar, en sus fotogramas imágenes vectoriales o de mapa de bits de otras aplicaciones. Merecen comentarios especiales la compatibilidad entre Flash, Freehand y los archivos PNG de Fireworks. Los archivos de estas aplicaciones se pueden importar directamente en flash como gráficos editables, pudiendo conservar las capas, el texto, los mapas de bits e incluso las líneas de guía.

En su aplicación para el MEC para astronomía, el Flash fue utilizado además por su conocido servicio como una de las aplicaciones más adecuadas para crear animaciones. De forma similar a lo que sucede en las películas, una animación no es más que un conjunto de fotogramas que se representan sucesivamente a una velocidad tal que dan la sensación de movimiento.

2.10.3 El Lenguaje de Programación ActionScript. El lenguaje denominado ActionScript es un potente instrumento de programación que permite desarrollar secuencias de código –declaraciones que así se denominan técnicamente- casi todo lo complejas que se precise. Se caracteriza porque la complejidad del código no lleva pareja esa particularidad en sí; ActionScript es potente pero sencillo de aprender, leer, implementar y depurar.

Es importante destacar que muchas de las novedades principales de Flash 5 tienen que ver con sus capacidades de programación, que le sitúan en un lugar preeminente con respecto a otros. Los aspectos más reseñables y que tienen que ver con los requerimientos y características de los sistemas y lenguaje de autoría, uno de los componentes adecuados para elaborar materiales educativos computadorizados, se refieren a las siguientes funciones:²⁹

- Edición de texto en el modo experto
- Sintaxis de punto

²⁹ Ibid. p. 280.

- Cinco tipos de datos
- Variables locales
- Funciones definidas por el usuario
- Objetos predefinidos
- Acciones de clip con *On Clip Event*
- Acciones nuevas
- Clips inteligentes
- Depurador
- Compatibilidad con XML
- Sistema automático de optimización.

También es interesante resaltar que a través del ActionScript se logra una gran capacidad de interactividad en las aplicaciones Flash. Por ello se definen en el programa Acciones básicas y no básicas en el ActionScript. Si bien en las primeras se integran casi todas las referentes al control simple de la película, las Acciones no básicas contienen una buena parte del núcleo de programación del lenguaje.

2.10.4 Algunas Utilidades del Flash. Por último es importante resaltar algunas potencialidades de diseño flash y de sus múltiples posibilidades:

- Herramientas para crear formas y textos
- Posibilidades de edición de objetos
- Utilización de flash con imágenes creadas
- Amplia gama de acciones e interactividad
- Múltiples funciones predefinidas y posibilidades de las de usuario
- Operadores y funciones de cadenas de caracteres
- Bibliotecas de funciones
- Interactividad y animaciones con funciones matemáticas
- Interactividad con diversos tipos de objetos
- Control de películas
- Multimedia. Sonido y video
- Publicación de películas.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 GENERALIDADES

En este capítulo se concentra el desarrollo del trabajo realizado con el propósito de elaborar un material educativo computacional denominado Libro electrónico para el Aprendizaje de los Fundamentos de Astronomía, desde el punto de vista de la informática. En tal medida contempla los pasos seguidos en todo el proceso que tenía como objetivo crear un software para el propósito definido, en todos sus aspectos técnicos.

En términos concretos, se presenta el desarrollo del plan completo para la solución del problema que planteaba la forma en que un Material Educativo Computacional, podría contribuir al aprendizaje de los fundamentos de la astronomía; más específicamente, la secuencia completa de instrucciones de máquina y rutinas necesarias para lograr tal solución, comprendida en el Libro Electrónico.

A partir de la recopilación de datos e información primaria, tanto del tema de la astronomía como de informática, el trabajo de grado elaborado siguió uno a uno los diferentes subsistemas conducentes a obtener el MEC apropiado. En estas páginas, por lo tanto, se describen cada uno de ellos, teniendo en cuenta que, al fin y al cabo, se trataba de solucionar el problema planteado, a través del computador.

En este orden de ideas, se hacen las descripciones y explicaciones del caso en orden a explicitar lo hecho en relación a los siguientes componentes:

1. Definición del problema
2. Recolección de información
3. Análisis de sistemas
4. Diseño de sistemas
5. Codificación del programa

6. Puesta en marcha

Esta secuencia referida a la solución del problema del aprendizaje de los fundamentos de astronomía en el computador, se describe a continuación bajo los siguientes elementos de desarrollo técnico y didáctico: Recolección de información, análisis estructurado, descripción de procesos, almacenamientos y diseño.

3.2 RECOLECCION DE INFORMACIÓN

3.2.1 Lineamientos Generales. El primer paso seguido en el desarrollo del trabajo, a partir de los aspectos ya determinados en el proyecto, fue el de acopiar la información tanto primaria como secundaria. En esa dirección no solo se hicieron las consultas bibliográficas del caso y se allegaron los datos requeridos, para luego ser seleccionados y sistematizados, sino que se estudió directamente la fuente de información teórica.

En esta dimensión, esta etapa se realizó de manera personal y directa, es decir, se tuvo contacto permanente con las fuentes principales de información, teniendo como punto de referencia el Observatorio Astronómico de la Universidad de Nariño. Como el libro electrónico está previsto para ser usado en éste, resulta lógico que allí se ubique la principal fuente de información, que, ante todo, estuvo a cargo de su director y también asesor de este trabajo, el Msc. Alberto Quijano.

Es importante destacar que la primera gran acción llevada a cabo para el desarrollo del trabajo, que se hizo paralelamente a la recolección tradicional de información, fue el entrar al aula de Astronomía. En ella, teniendo como profesor al Msc. Alberto Quijano, se asistió a la materia electiva de Astrofísica en el programa de Física de la Universidad de Nariño. Gracias a esta actividad de aprendizaje logró compenetrarse, de manera clara y adecuada, de los fundamentos básicos de la astronomía y de otras ciencias necesarias para el estudio de la astrofísica.

A la vez se acudió a la información secundaria. Como fuentes principales de esta se tuvieron en cuenta la bibliografía tradicional y la que se obtiene a través del computador. Esto incluye: Libros especializados, revistas, Internet, videos y televisión.

3.2.2 Técnicas de Análisis e Interpretación de la Información.

La metodología seguida para procesar la información recolectada, con el propósito de analizarla e interpretarla, dirigiéndola hacia el objetivo buscado, partió de un proceso de registro y selección. Es decir que se debió registrar las fuentes de información y extraer de ellas los contenidos de interés. El propósito era lógico: identificar cómo se podía implementar el proyecto. Posteriormente se analizó la información recolectada para planear la utilización de la herramienta tecnológica.

En cuanto a la metodología de desarrollo, como ya se expuso en el capítulo anterior, se siguieron las etapas de un proceso sistemático para desarrollo de Materiales Educativos Computacionales (análisis, diseño, desarrollo, prueba y ajuste). Sin embargo, en este caso, se hizo particular énfasis a los siguientes aspectos: la solidez del análisis, como punto de partida; la evaluación permanente y bajo criterios predefinidos, a lo largo de todas las etapas del proceso, como medio de perfeccionamiento continuo del material; la documentación adecuada y suficiente de lo que se realiza en cada etapa, como base para el mantenimiento que requerirá el material a lo largo de su vida útil.

3.3 ANÁLISIS ESTRUCTURADO

Se denomina análisis de sistemas al estudio de una actividad. Procedimiento, método o técnica para determinar lo que debe hacerse y cómo deben llevarse a cabo las operaciones de la mejor manera. Específicamente, el análisis estructurado es una actividad de construcción de modelos aplicados al computador. Mediante una notación que satisfaga los principios del análisis operacional, se crean modelos que representan el contenido y flujo de la información. Se parte en ello el sistema funcionalmente, y según los distintos comportamientos, es imprescindible establecer la esencia de lo que se construirá de ahí en adelante.

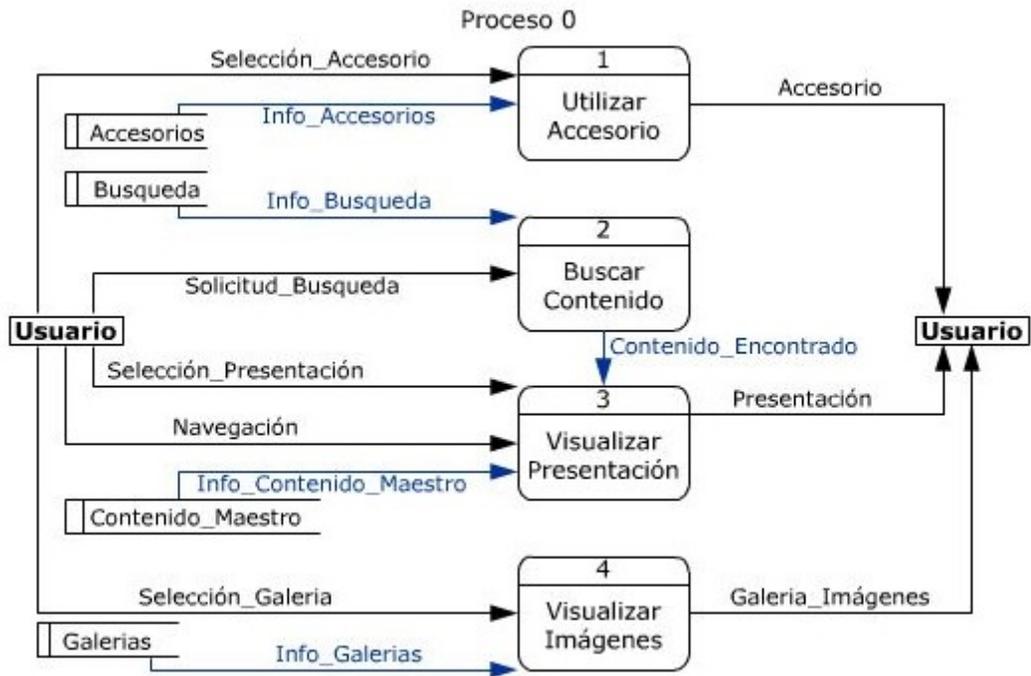
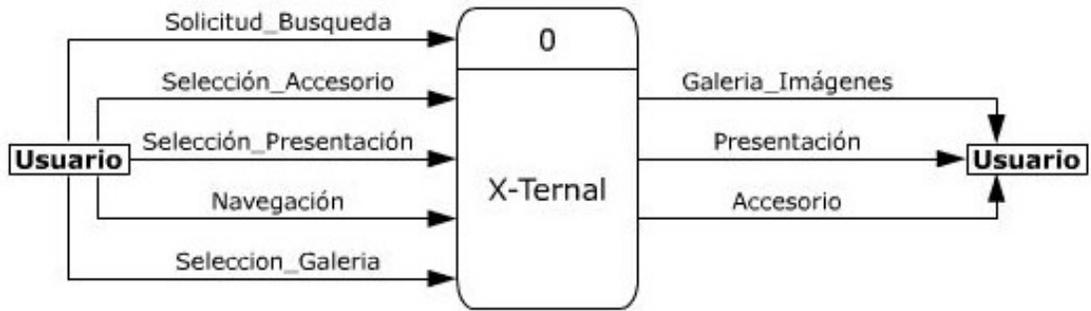
Teniendo en cuenta esta concepción general de análisis estructurado se pudo definir un conjunto de procesos internos, que permitieron establecer una base sólida para la creación de un diseño del libro electrónico, cumpliendo siempre con los objetivos planteados en este trabajo de grado.

Como efecto del análisis estructurado utilizado, en función del software requerido, en este caso un Material Educativo, se logró concretar el problema a través de los Diagramas de Flujo de Datos y el Diccionario de Datos a los cuales se hace referencia a continuación.

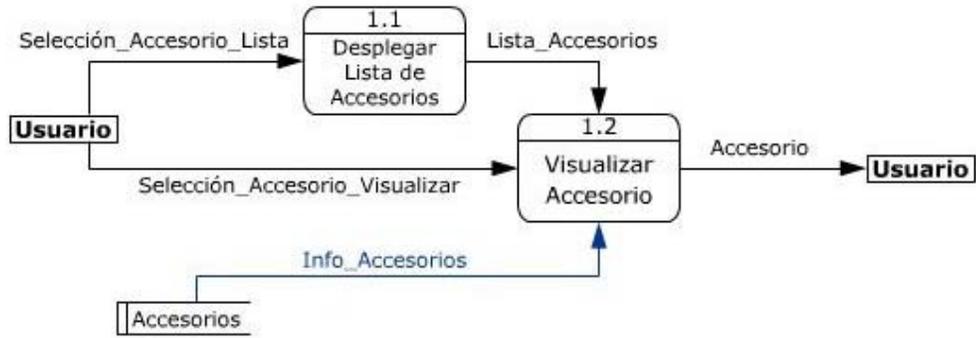
3.3.1 Diagramas de Flujo de Datos. Un diagrama de flujo es la representación gráfica de la definición, análisis o solución de un problema. En el se utilizan símbolos para representar operaciones de flujo de datos. Más precisamente, mediante los Diagramas de Flujo de Datos se representan grafica y detalladamente los procesos que componen el sistema, el flujo de la información y las transformaciones que se aplican a los datos al moverse desde la entrada hasta la salida, pasando por los procesos internos.

Los Diagramas de Flujo de Datos que se encuentran a continuación llevan un orden estricto, a través del cual se tomó un proceso a la vez y se nivelo hasta su última sección. Posteriormente se continuo con el siguiente proceso, y así sucesivamente.

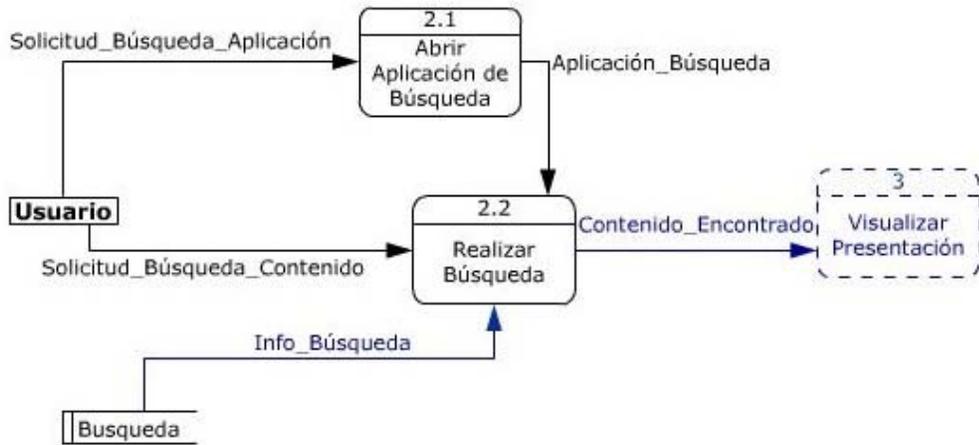
Diagrama de Contexto



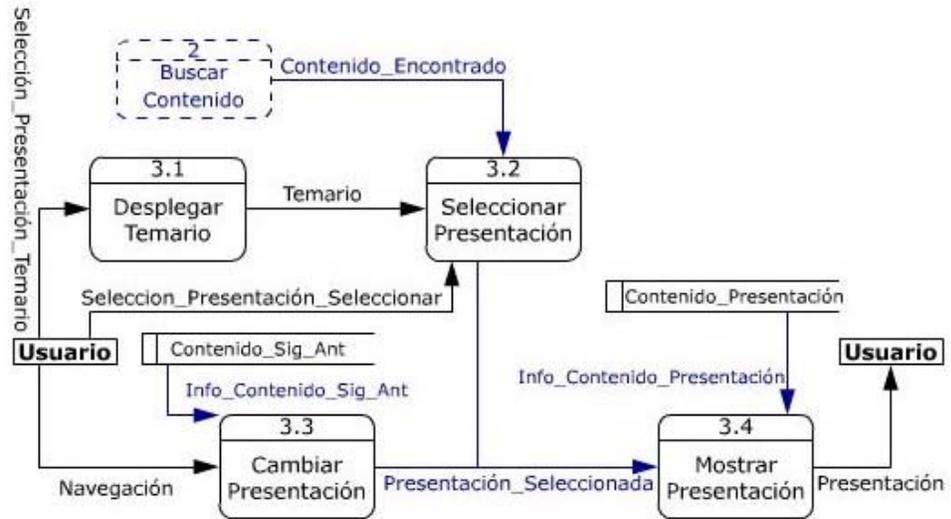
Proceso 1: Utilizar Accesorio



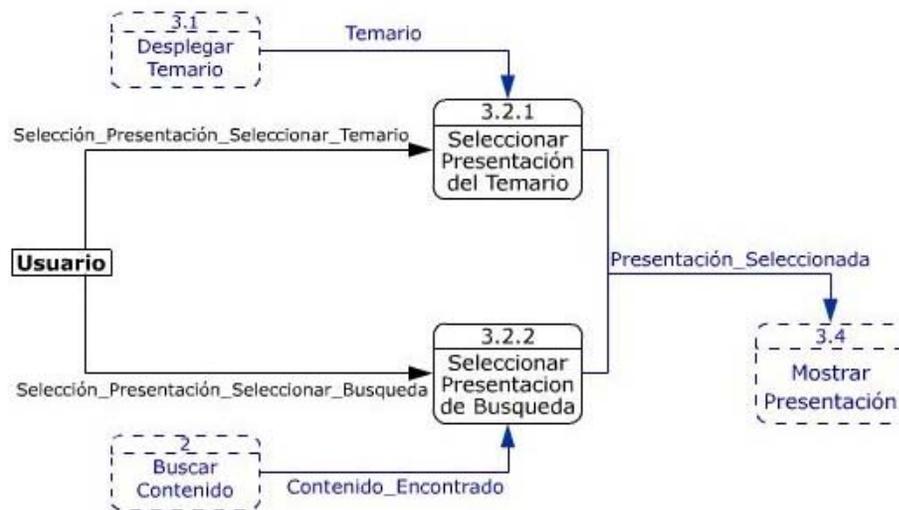
Proceso 2: Buscar Contenido



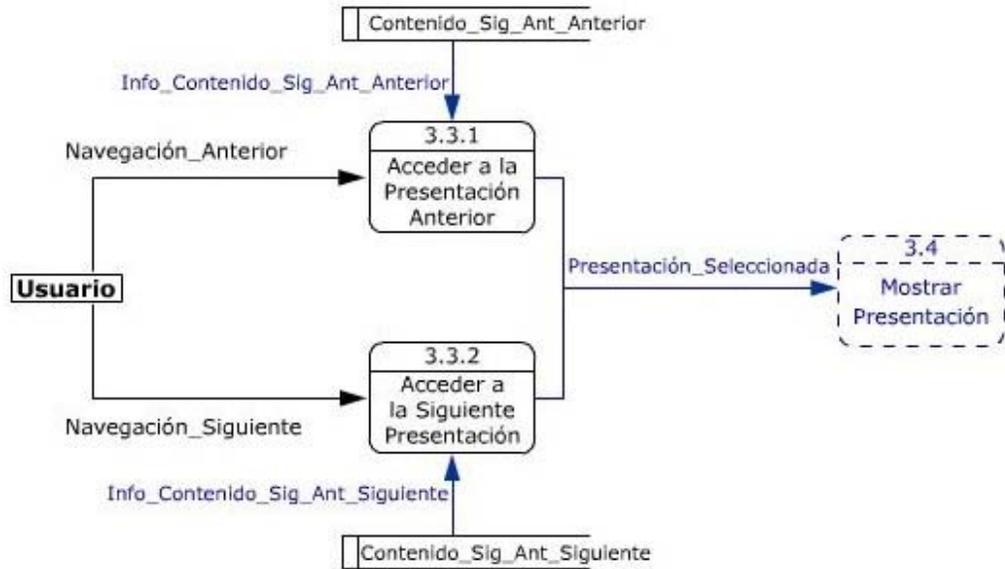
Proceso 3: Visualizar Presentación



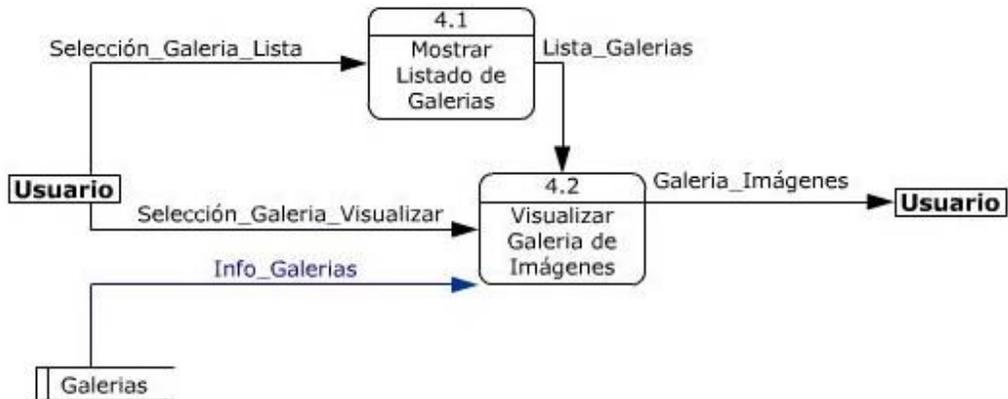
Proceso 3.2: Seleccionar Presentación



Proceso 3.3: Cambiar Presentación



Proceso 4: Visualizar Imágenes



3.3.2 Diccionario de Datos. Un dato es el término general que se utiliza para denotar cualquier hecho, número, letra o símbolo; hechos que se refieren o describen un objeto – idea, condición, situación u otros factores.

En términos de la informática se hace necesario elaborar un diccionario de datos. Este elemento es usado para recolectar, catalogar y describir las características de los objetos definidos en los Diagramas de Flujo de Datos. Específicamente, el Diccionario de Datos es un listado organizado de todos los elementos de aquellos que son pertinentes para el sistema, con definiciones precisas que permiten una fácil comprensión de las entradas, salidas, de los componentes de los almacenes y de los procesos intermedios.

3.3.2.2 Descripción de Procesos. Con el fin de llegar a los resultados deseados era necesario llevar a cabo diversas operaciones sobre los datos. En el caso de este trabajo tal combinación de operaciones se realizó mediante los siguientes procesos:

Proceso 1: Utilizar Accesorio. Este proceso le permite al usuario acceder al accesorio que necesite por medio de un listado de los accesorios disponibles en el programa.

Proceso 1.1: Desplegar Lista de Accesorios. Este proceso recibe la petición del usuario para mostrar la lista de accesorios disponibles y así posteriormente poder seleccionar el que necesite.

Proceso 1.2: Visualizar Accesorio. Este proceso se encarga de recibir la selección del accesorio por parte del usuario y lo presenta en pantalla.

Proceso 2: Buscar Contenido. Aquí se recibe la solicitud del usuario para buscar algún contenido específico y se ejecuta la búsqueda.

Proceso 2.1: Abrir Aplicación de Búsqueda. Este proceso activa la aplicación de búsqueda para que el usuario pueda ingresar la información a buscar.

Proceso 2.2: Realizar Búsqueda. Aquí se recibe la información a buscar y se realiza la búsqueda. Los resultados serán mostrados en el proceso *Visualizar Presentación*, para que se pueda seleccionar el más adecuado y mostrarlo en pantalla.

Proceso 3: Visualizar Presentación. Este es el proceso principal del programa. Con el se permite al usuario visualizar la presentación que requiera ya sea por medio del temario, de los resultados de la búsqueda o de la navegación ordenada de presentaciones.

Proceso 3.1: Desplegar Temario. Este se encarga de mostrar al usuario el temario ordenado del programa, listo para que seleccione la presentación que necesite.

Proceso 3.2: Seleccionar Presentación. Este proceso recibe la selección de la presentación, ya sea del temario o de los resultados de la búsqueda, para que se la presente en pantalla.

Proceso 3.2.1: Seleccionar Presentación del Temario. Este se encarga de recibir la selección del usuario de la presentación que el requiera del temario y envía esta información al proceso *Mostrar Presentación*.

Proceso 3.2.2: Seleccionar Presentación de Búsqueda. Este proceso recibe los resultados de la búsqueda y los lista para que el usuario pueda seleccionar el que necesite. Una vez seleccionado le envía la información al proceso *Mostrar Presentación*.

Proceso 3.3: Cambiar presentación. Mediante este proceso se le permite al usuario cambiar a la presentación inmediatamente siguiente o anterior, de manera estrictamente ordenada.

Proceso 3.3.1: Acceder a la Presentación Anterior. Este proceso recibe la orden de acceder a la presentación inmediatamente anterior (por orden) de la que se encuentra en pantalla, y envía la información de la nueva presentación al proceso *Mostrar Presentación*.

Proceso 3.3.2: Acceder a la Presentación Siguiente. Este proceso recibe la orden de acceder a la presentación inmediatamente siguiente (por orden) de la que se encuentra en pantalla, y envía la información de la nueva presentación al proceso *Mostrar Presentación*.

Proceso 3.4: Mostrar presentación. Se encarga de presentar en pantalla la presentación seleccionada por el usuario, ya sea por el proceso Seleccionar Presentación o por el proceso Cambiar Presentación.

Proceso 4: Visualizar Imágenes. Mediante este proceso el usuario puede ver el listado de galerías de imágenes y acceder a la que el desee.

Proceso 4.1: Mostrar Listado de Galerías. Este proceso recibe la petición del usuario para ver el listado de galerías de imágenes, para posteriormente seleccionar aquella que necesite.

Proceso 4.2: Visualizar Galería de Imágenes. Este se encarga de recibir la selección de la galería de imágenes que es usuario desee del listado y la muestra en pantalla.

3.3.2.3 Descripción de Almacenamientos. Se habla de almacenamiento al referirse a los dispositivos o procesos en los cuales se puede introducir o retener información para extraerla posteriormente. En informática habla de almacenamiento interno y externo, almacenamiento de acceso directo, auxiliar, en línea y fuera de línea, como también de almacenamiento masivo. Para el caso de este trabajo se debe tuvo en cuenta los siguientes tipos de almacenamientos:

Accesorios: En este almacenamiento se encuentran los accesorios en forma de películas de Flash listas para ser cargadas en la pantalla principal.

Búsqueda: Este almacenamiento contiene palabras clave relacionadas con las presentaciones, para así al realizar una búsqueda se mostrara al usuario la presentación exacta que contenga el tema buscado.

Contenido_Maestro: Este almacenamiento maestro contiene la información referente a las presentaciones. Se divide en dos almacenamientos: Contenido_Presentación y Contenido_Sig_Ant.

Contenido_Presentación: Este almacenamiento contiene las presentaciones en forma de películas Flash listas para ser cargadas en la pantalla principal.

Contenido_Sig_Ant: Aquí se encuentra la relación de los temas inmediatamente siguiente y anterior en orden temático de las presentaciones, este se divide en dos almacenes: Contenido_Sig_Ant_Siguiente y Contenido_Sig_Ant_Anterior.

Galerías: En este almacenamiento se encuentran las galerías de imágenes en forma de películas de Flash listas para ser cargadas en la pantalla principal.

3.4 DISEÑO

Una de las partes fundamentales del desarrollo del material Educativo Computacional dirigido hacia el aprendizaje de la astronomía, la constituyó su diseño, teniendo en cuenta que se trataba de la concentración detallada de todos los aspectos del programa destinado a ese propósito. Pero ante todo se dirigió a concentrar las especificaciones para operacionalizar el sistema.

En este sentido, se tuvo en cuenta específicamente el diseño del MEC y el diseño educativo, por una parte. Posteriormente, y ya con el propósito de optimizar el Libro electrónico como un material computacional de aprendizaje, se enfatizó en el diseño de pantallas, del interfaz y el diseño arquitectónico del Material.

3.4.1 Diseño de MEC. Para el diseño de este MEC se tuvo en cuenta que era necesario idear y especificar una solución educativa apoyada en el computador y sus capacidades tal que, cuando sea llevada a la práctica se satisfaga las necesidades identificadas.

Este diseño tuvo en cuenta que se trataba de un material de tipo heurístico, en el cual predomina el aprendizaje experimental y por descubrimiento, a la manera de los juegos educativos.

Asociado con lo anterior, se diseñó un ambiente educativo que supera las limitaciones de los entornos educativos convencionales de la región, en cuanto a astronomía se refiere. Cabe anotar que la etapa de diseño se realizó en función directa con los resultados del análisis.

3.4.1.1 Diseño Educativo. Enfrentando el punto del diseño educativo, se decidió realizarlo en conjunto con el director del Observatorio Astronómico de la Universidad de Nariño en cuanto a su contenido. En esa dimensión, se diseñó un MEC de tipo algorítmico, porque en el predomina el aprendizaje vía transmisión del conocimiento desde quien sabe hasta quien aprende, en este caso desde el libro electrónico hacia el usuario. También se realizó un diseño cumpliendo las bases de un MEC de tipo heurístico, como ya se había definido, porque en el libro electrónico es importante ofrecer un aprendizaje por exploración y por la simulación de ambientes vivenciales, ricos en situaciones. Con este propósito se diseñaron diversas animaciones con el fin de explicar la mayoría de los fenómenos de astronomía (ambientes vivenciales).

En este entorno, sobre la base del aprendizaje deseado, el trabajo de grado, concebido como un libro electrónico en la categoría de un MEC, busca contribuir al aprendizaje de los temas básicos y más importantes de la astronomía. Vale recordar que en esa medida se dirige a estudiantes universitarios y de últimos años de educación media, sin conocimiento sobre esta ciencia, lo mismo que a astrónomos aficionados.

Al respecto debe enfatizarse que este trabajo de grado tiene un enfoque educativo. Se trata de un MEC cuyo alcance está ligado a dos características: Un *material de tipo algorítmico*: porque en él predomina el aprendizaje vía transmisión de los conocimientos fundamentales de la astronomía; un *material de tipo heurístico*, ya que se trata de que predomine el aprendizaje por descubrimiento y simulación. Sobre esta base se diseñó el material considerado como un software particular, de tipo educativo.

Bajo estas especificaciones del alcance pensado, el libro electrónico está delimitado por los siguientes **lineamientos temáticos**:

- Introducción
 - Historia de la Astronomía
 - El Origen y Teorías del Universo
- El Sistema Solar
 - Introducción
 - El Sol
 - Mercurio
 - Venus
 - Tierra
 - La Luna
 - Marte
 - Asteroides
 - Júpiter
 - Saturno
 - Urano
 - Neptuno
 - Plutón
 - Cometas
- El Espacio
 - Estrellas
 - Clasificación de las Estrellas
 - Constelaciones
 - Nebulosas
 - Galaxias
- Conceptos de Astrofísica
 - Conceptos Básicos de Astrofísica
 - Puntos de Referencia
 - Coordenadas Celestes
- Galerías de Imágenes
 - El Sol

- Mercurio
- Venus
- Tierra
- La Luna
- Marte
- Asteroides
- Júpiter
- Saturno
- Neptuno
- Nebulosas
- Galaxias

Por otra parte se cuenta con algunos accesorios útiles para el usuario de este libro electrónico que son:

- Mapa estelar del Hemisferio Norte
- Mapa estelar del Hemisferio Sur
- Datos Clave de Cuerpos Celestes
- Bibliografía

Los mapas estelares se diseñaron para que muestren el cielo de la zona tórrida, es decir estos muestran el cielo de la ciudad de Pasto. Por último, la bibliografía que existe dentro de los accesorios contiene información literaria y de Internet para otorgar a los usuarios la posibilidad de ampliar los conocimientos obtenidos por medio de este software.

3.4.2 Diseño de Pantallas. Dentro del desarrollo del diseño computacional propiamente dicho, a partir de la estructura lógica que denota el flujo de control principal, especificados los macro – algoritmos y la estructura de datos, el MEC debió enfrentar el acceso ya inmediato con los usuarios, a través de la pantalla.

Como bien se sabe, el diseño de las pantallas principales es primordial en el proceso posterior de realizar el diseño de interfaces, y para tener previsto el lugar en pantalla que tendrá cada una de las partes de una interfaz. Todo esto con el fin de ofrecer al usuario el ambiente más amable, adecuado y fácil de controlar. A continuación se muestran los diseños de las pantallas principales.

Pantalla Principal



Pantalla de las Presentaciones de Contenido



3.4.3 Diseño de Interfaz. Uno de los objetivos de este proyecto es ofrecer un libro electrónico con un ambiente didáctico, interactivo, pero además agradable, correcto y, sobretodo, que satisfaga las necesidades educativas. Por esto un adecuado diseño de la interfaz de usuario es primordial para conseguir un buen resultado. El tipo de interfaz que se diseño para el software fue una Interfaz Grafica de Usuario (GUI).

Las Interfaces Graficas de Usuario (GUI) permiten el manejo directo de la representación gráfica en la pantalla, para esto se aprovecho todas las posibilidades ofrecidas por Flash 5.

La interfaz desarrollada presenta una óptima calidad audiovisual, y se logro hacer el programa lo más atractivo posible gracias al previo diseño de pantallas, y a la calidad estética entre sus elementos (gráficos, fotografías, animaciones, botones, textos, etc.). Además el libro electrónico esta muy bien estructurado, la navegación dentro de el le permite al usuario acceder fácil y claramente a los diversos contenidos.

Por otro lado gracias al diseño educativo se ofrece en el programa una alta calidad de los contenidos, la información presentada es correcta y actual con una apariencia agradable para motivar al usuario a utilizar el libro electrónico.

3.4.4 Diseño Arquitectónico. En el trabajo en sistemas el diseño arquitectónico representa los componentes del programa que se requieren para construir un proceso basado en el computador. Este hace referencia al estilo arquitectónico que tendrá el sistema, la estructura y las propiedades de los componentes que ese sistema comprende, y las interrelaciones que tienen lugar entre los elementos que particularmente se denominan componentes arquitectónicos del sistema.

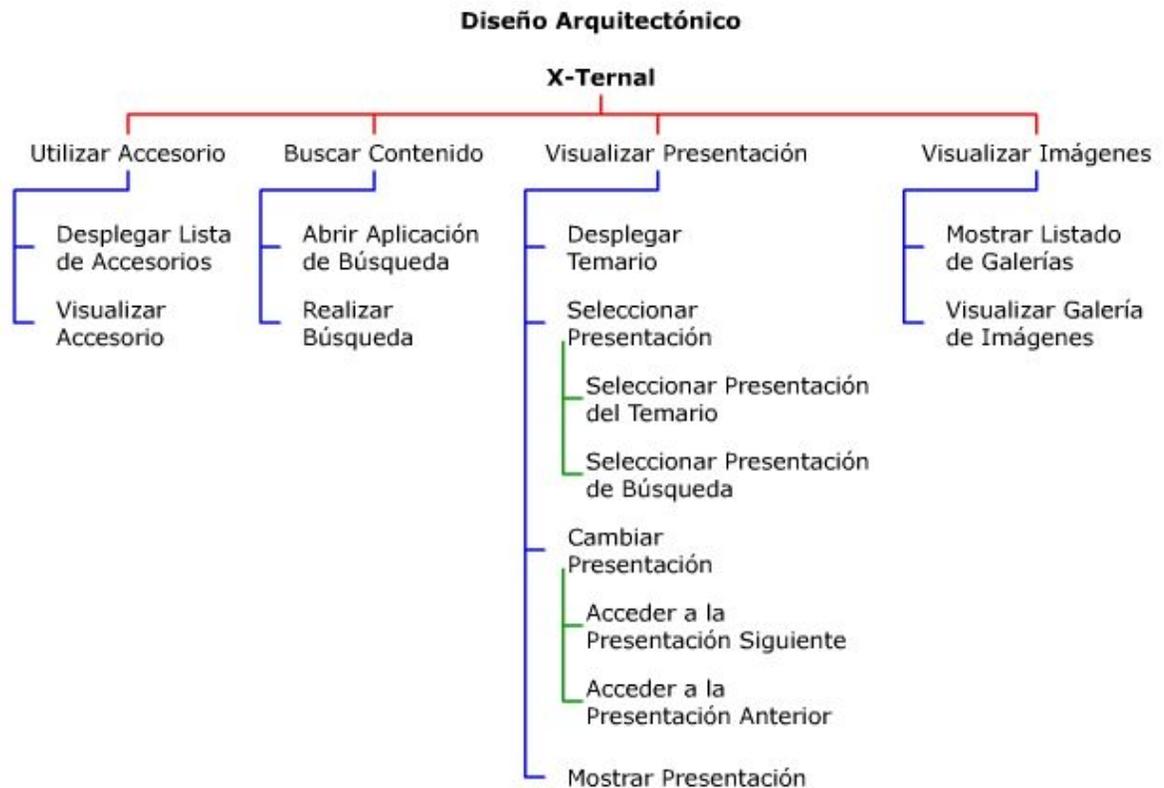
En el diseño arquitectónico se utiliza una particular simbología que es necesario especificar. Esto se hace a través de las convenciones elegidas que se muestran a continuación:

Convenciones del Diseño Arquitectónico:

Estructura General del Sistema

Camino por el cual puede fluir la información a través del Nivel 1.

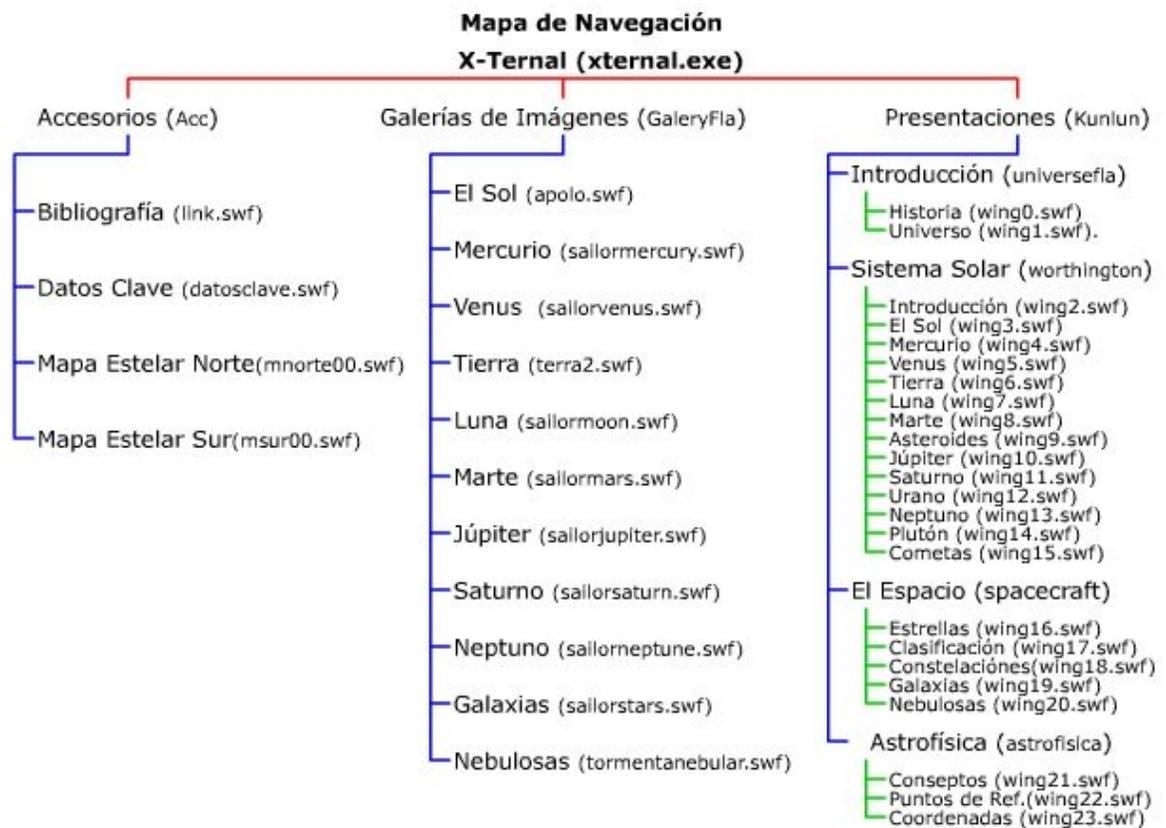
Camino por el cual puede fluir la información a través del Nivel 2.



3.5 MAPA DE NAVEGACION.

El mapa de navegación es muy importante en este tipo de software. Este le otorga al diseñador del software y a quienes lo estudien una guía de cómo fue construido y cual es el orden de su funcionamiento con respecto a sus componentes, además permite conocer en que parte del libro electrónico se encuentra un usuario en determinado momento de la ejecución del mismo.

A continuación se muestra el mapa de navegación del Libro Electrónico para el Aprendizaje de los Fundamentos de Astronomía, X-Ternal.



3.6 PRUEBA PILOTO.

Con la prueba piloto se pretende ayudar a la depuración y corrección a partir de su utilización por una muestra representativa de los tipos destinatarios para los que se hizo y la consiguiente evaluación formativa. Para llevarla a cabo apropiadamente se requiere preparación, administración y análisis de resultados en función de buscar evidencia para saber si se está o no cumpliendo con la misión para la cual fue seleccionado o desarrollado.

4. MANUAL DEL LIBRO ELECTRONICO

4.1. REQUERIMIENTOS MINIMOS PARA LA INSTALACION

Para que el CD-ROM de EL Libro Electrónico para el Aprendizaje de los Fundamentos de Astronomía – X-Ternal funcione correctamente es necesario que el computador en el cual va a ser instalado cumpla con los siguientes requisitos mínimos:

- Procesador Intel Pentium a 200 MHz o superior (o un procesador de otra marca con especificaciones similares).
- 64 MB o superior de memoria RAM.
- 5 MB de espacio libre en disco duro.
- Monitor SVGA de 256 colores con resolución de 800 x 600.
- Lector de CD-ROM.
- Teclado, *Mouse* (ratón), parlantes o audífonos.
- Sistema operativo Windows 98SE o posterior.

4.2. A QUIEN VA DIRIGIDO EL LIBRO ELECTRONICO

EL Libro Electrónico para el Aprendizaje de los Fundamentos de Astronomía – X-Ternal esta dirigido a astrónomos aficionados, estudiantes universitarios y de últimos años de educación media o con conocimientos básicos de matemáticas, trigonometría y física. Por lo tanto no es requerido que posea conocimientos sobre astronomía.

4.3. INSTALACION DEL LIBRO ELECTRONICO

Realice los siguientes pasos:

- Inserte el CD del Libro Electrónico para el Aprendizaje de los Fundamentos de Astronomía – X-Ternal en la unidad CD-ROM del computador.
- X-Ternal comenzará a ejecutarse de forma automática, si esto no sucede continúe al siguiente paso.
- Elija inicio > Ejecutar. Haga clic en examinar y luego elija el archivo X-Ternal.exe en el CD de X-Ternal.

4.4 MANUAL DEL USUARIO

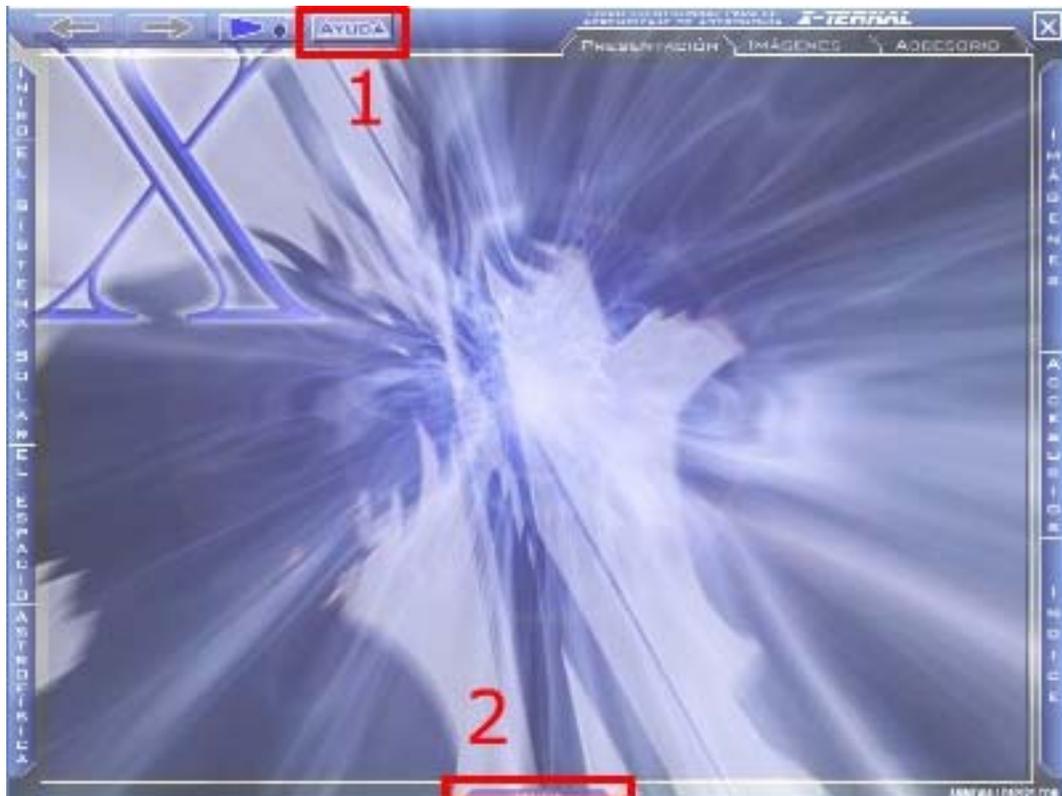
Una vez instalado el Libro Electrónico para el Aprendizaje de los Fundamentos de Astronomía – X-Ternal, el acceso al Software debe realizarse de esta manera:

Elija inicio > Programas. Y haga clic en el acceso directo a X-Ternal, asegurándose previamente que el CD de este Software se encuentre en la unidad lectora de CD-ROM.

Ayuda de X-Ternal

Dentro del Libro Electrónico el usuario encontrará dos maneras para acceder a la ayuda del Software, en la Figura 2. se presenta cada una de ellas.

Figura 2. Formas de acceder a la ayuda.



La ayuda de este Software también se encuentra en un archivo independiente anexo a este documento dentro del disco que lo acompaña.

Pasos Básicos para el Uso de X-Ternal

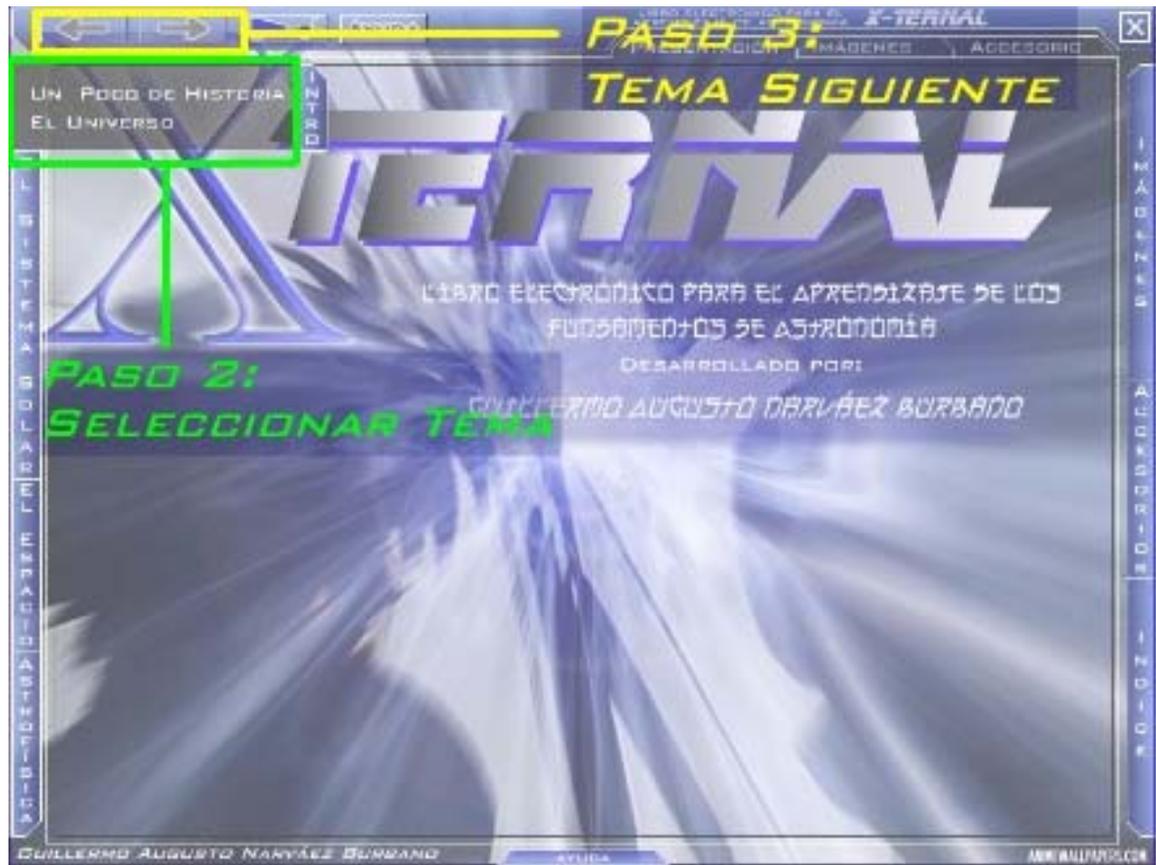
La forma más fácil de iniciar en el uso de X-Ternal es usando el manual de usuario pero si se requiere un comienzo rápido se debe seguir los siguientes pasos:

El paso uno se debe realizar una vez X-Ternal este en ejecución, se requiere presionar el botón que despliega el menú Intro (ver Figura 3), que contiene los temas introductorias. Todos los menús del libro electrónico funcionan de la misma manera. A continuación se debe presionar el botón del primer tema del menú, llamado Un Poco de Historia (ver Figura 4). Y por ultimo, una vez activo el tema seleccionado se puede navegar al tema siguiente o anterior por medio de los botones en la barra de herramientas (ver Figura 4).

Figura 3. Paso 1.



Figura 4. Pasos 2 y 3.



5. CONCLUSIONES

- El realizar un trabajo de grado interdisciplinario como este fue altamente gratificante, ya que los conocimientos adquiridos en el campo de la astronomía y la astrofísica permiten extender mucho más los horizontes.
- Al desarrollar este trabajo de grado se consiguió afianzar los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera y se adquirió muchos nuevos, así como se logró aclarar conceptos que fueron fundamentales para el buen desarrollo de este proyecto.
- Flash no es solo una herramienta para realizar animaciones, sino un Software de programación gráfica sumamente versátil y poderoso.
- A lo largo del desarrollo de este trabajo fue fácil darse cuenta que un Ingeniero de Sistemas es capaz de desenvolverse en cualquier campo que se le necesite, si cuenta con la información necesaria y suficiente.

6. RECOMENDACIONES

- Implementar lo más pronto posible el Libro Electrónico X-Ternal, no solo en el Observatorio Astronómico de la Universidad de Nariño, sino en los programas de la Universidad de Nariño que consideren beneficiosa su utilización.
- Es muy recomendable usar el Libro Electrónico X-Ternal en el Liceo de la Universidad de Nariño, e incluso en otros colegios del departamento de Nariño.
- Flash es generalmente subutilizado, ya que solo es requerido para realizar animaciones. Pero este software puede realizar mucho más, su sistema de programación orientado a objetos, su poder gráfico, y su compatibilidad con diversos software y plataformas lo hacen ideal para realizar muchas clases de programas y aplicaciones, sería muy beneficioso explotar esta herramienta al máximo en nuestra universidad.

BIBLIOGRAFIA

ALESSI, Stephen. Instrucción apoyada con computador: Métodos y desarrollo, México: Prentice Hall, 2002, 216 p.

DE ESTRADA, A. Informática Educativa, Bogota: Norma, 1987 198 p.

DWYER, Thomas. Estrategias Heurísticas para el uso de computadores en la educación. En: Revista de Computación Educativa, No. 3, Buenos Aires, Abril 1993, 211 p.

FERRER, Fernando. Desarrollo de Software Educativo mediante lenguajes o sistemas de autoría, en Boletín de Informática Educativa, vol. 2 No. 2, Bogotá, Diciembre de 1988. 126 p.

GALVIS, Alvaro H. Boletín de Informática Educativa, Bogotá: Ediciones UniAndes-Universidad de los Andes, 1988. 206 p.

----- . Ingeniería de Software Educativo, primera edición, Bogotá: Ediciones UniAndes- Universidad de los Andes, 1992. 359 p.

KENDALL, Kenneth y **KENDALL**, Julie. Análisis y Diseño de Sistemas, Madrid: Prentice Hall Hispanoamericana 913 p.

MENDEZ, Carlos E., Metodología, Bogotá: McGraw Hill Interamericana, 1995, 122 p.

MILES, Lisa y **SMITH**, Alastair. El Gran Libro de la Astronomía, Dubai: Usborne Publishing, 1999. 96 p.

PEÑA, Jaime y **VIDAL**, María del Carmen. Flash 5 Práctico Guía de Aprendizaje, Madrid: Osborne-McGraw Hill, 2001, 564 p.

PRESSMAN, Roger. Ingeniería de Software Un Enfoque Práctico, Madrid: Editorial McGraw Hill Interamericana de España 2002. 625 p.

PUERTA RESTREPO, Germán, *Astronomía*, Colección Ciencia Explicada, Bogotá: Intermedio Editores, 2003, 213 p.

REID, Struan. Cosas que Debemos Saber El Espacio, Bogotá: Norma, 1988, 48 p.

INTERNET: INTERNATIONAL INFORMATION NETWORK

Base Teórica de la NASA: Curso de Astronomía (1999).
<http://www-istp.gsfc.nasa.gov/stargaze/Mintro.htm>

Archivo del Telescopio Espacial Hubble: Espacio Profundo (2003).
<http://hubblesite.org/newscenter/archive/>

National Space Data Center – NASA: Fotografías del Sistema Solar.
<http://nssdc.gsfc.nasa.gov>

Web de recursos para Macromedia Flash: Efectos Sonoros y Fuentes.
<http://www.flashkit.com/index.shtml>

Macromedia Flash de España: Ejemplos de programación.
<http://www.flash-es.net>

Red de animé: Imágenes de Fondo
<http://www.animewallpapers.com>