

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMATICA**



TESIS DE GRADO

**"SISTEMA TUTOR INTELIGENTE PARA EL APRENDIZAJE DE LAS
MATEMÁTICAS CON ESTRATEGIAS CREATIVAS"**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA
MENCIÓN: INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

POSTULANTE: SOLEDAD ADRIANA CONDE MEDINA
TUTOR METODOLÓGICO: M.Sc. ALDO RAMIRO VALDEZ ALVARADO
ASESOR: LIC. GROVER ALEX RODRÍGUEZ RAMÍREZ

LA PAZ – BOLIVIA
2015



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA**



LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

Dedicatoria

A Dios nuestro creador sobre todas las cosas.

Con mucho cariño y amor, por y para mi esposito Oscar Ariel Ferruto Gutierrez, gracias por el amor y cariño que siempre me brindas, por la paciencia, por la comprensión y por recordarme siempre que no me dé por vencida.

A mis papitos Heberto Ponde e Isabel Medina que con esfuerzo y amor me han dado el mejor ejemplo de vida a seguir, sin dudar de mí en ningún momento.

A mi ángel especial, que siempre estará en mi corazón "Elito".

Soledad Adriana

Agradecimientos

Agradezco a Dios infinitamente por darme la vida, por darme la fortaleza de seguir adelante estudiando para el bien de mi futuro y por no dejarme caer ni aún en los momentos más difíciles.

Mi agradecimiento a la Universidad Mayor de San Andrés, pues debo a esta casa superior de estudios toda mi formación profesional, gracias a la Carrera de Informática y a los docentes que me han transmitido sus conocimientos.

A mi Tutor Metodológico M.Sc. Aldo Ramiro Valdez Alvarado, por sus sugerencias para estructurar el presente trabajo, sus comentarios técnicos me ayudaron a lograr mis objetivos, por su tiempo y su constante apoyo incondicional me animó para la culminación del presente trabajo de investigación.

A mi Asesor Lic. Grover Alex Rodríguez Ramírez, por su colaboración con las observaciones y su tiempo dedicado a la revisión del presente trabajo gracias por brindarme el apoyo para seguir adelante.

Agradezco infinitamente a mi esposito Oscar Ariel Ferruto Gutiérrez, quien es mi más grande bendición, quien me brinda el amor más incondicional que puede tener uno en la vida, eres y serás mi inspiración para seguir adelante, gracias por no dejarme desmayar, por confiar en mí, por apoyarme siempre a cada momento, gracias por cada palabra de aliento que me das.

Agradezco a mis papitos Heberto Ponde e Isabel Medina, a mis hermanos Carla, Juan, Rodrigo, Sergio y a mis queridos sobrinos, a todos gracias por su confianza en mí.

Y un agradecimiento especial a mis amigos y amigas, quienes me apoyaron y orientaron durante mi permanencia en la carrera.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
MARCO INTRODUCTORIO.....	13
1.1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.2. ANTECEDENTES	14
1.2.1. ÁMBITO LOCAL.....	15
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.3.1. PROBLEMA CENTRAL	21
1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS.....	21
1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS.....	21
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	22
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
1.5. HIPÓTESIS	22
1.5.1. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	23
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	23
1.6.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	23
1.6.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	24
1.6.3. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	24
1.7. ALCANCES Y LIMITES	25
1.7.1. ALCANCES.....	25
1.7.1.1. ALCANCE TEMPORAL.....	25
1.7.1.2. ALCANCE ESPACIAL.....	25
1.7.2. LIMITES.....	25
1.8. APORTES	26
1.8.1. APORTE PRÁCTICO	26
1.8.2. APORTE TEÓRICO.....	26
1.9. METODOLOGÍA.....	26

1.9.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.....	27
1.9.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL TUTOR INTELIGENTE	27
1.9.2.1. METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO	28
CAPÍTULO II.....	29
MARCO TEÓRICO.....	29
2.1. INTRODUCCIÓN.....	29
2.2. METODOLOGÍA.....	30
2.2.1. INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO	30
2.2.1.1. SOFTWARE EDUCATIVO.....	31
2.2.1.2. CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL SOFTWARE EDUCATIVO .	31
2.2.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO	32
2.2.3.1. ANÁLISIS	34
2.2.3.2. DISEÑO.....	36
2.2.3.3. DESARROLLO	38
2.2.3.4. PRUEBA PILOTO.....	42
2.2.3.5. PRUEBA DE CAMPO	43
2.3. INTELIGENCIA ARTIFICIAL	43
2.3.1. AGENTES INTELIGENTES	45
2.3.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGENTES INTELIGENTES.....	46
2.3.1.2. ESTRUCTURA DE UN AGENTE INTELIGENTE	47
2.3.2. AGENTES PEDAGÓGICOS	48
2.4. SISTEMA TUTOR INTELIGENTE.....	49
2.4.1. ARQUITECTURA DE UN SISTEMA TUTOR INTELIGENTE	50
2.4.1.1. MODULO TUTOR.....	51
2.4.1.2. MÓDULO ESTUDIANTE	52
2.4.1.3. MÓDULO DOMINIO	52
2.4.1.4. INTERFAZ	53

2.5.	LA CREATIVIDAD.....	54
2.6.	TEORÍAS DE APRENDIZAJE	54
2.6.1.	LA TEORÍA DE APRENDIZAJE DE JEAN PIAGET	55
2.6.2.	LA TEORÍA SOCIOCULTURAL DE LEV VYGOTSKY	57
2.6.3.	LA TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE DAVID AUSUBEL.....	58
2.7.	ÁREA DE MATEMÁTICAS.....	58
2.8.	PLANIFICACIÓN CURRICULAR.....	61
2.8.1.	CONTENIDO DE LA MATERIA EN MATEMÁTICAS.....	62
2.9.	USO DEL COMPUTADOR EN LA EDUCACIÓN	63
2.10.	MATERIAL EDUCATIVO	64
2.10.1.	MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO	65
2.11.	HERRAMIENTAS.....	66
2.11.1.	ANDROID	66
2.11.1.1.	HISTORIA.....	68
2.11.1.2.	SQLite.....	68
2.11.2.	LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO	70
2.11.3.	MÉTODO ESTADÍSTICO: DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT	70
CAPÍTULO III		73
MARCO APLICATIVO		73
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	73
3.2.	SISTEMA TUTOR INTELIGENTE.....	74
3.2.1.	ARQUITECTURA Y COMPONENTES DEL TUTOR INTELIGENTE	74
3.2.1.1.	MÓDULO TUTOR.....	75
3.2.1.2.	MÓDULO ESTUDIANTE.....	81
3.2.1.3.	MÓDULO DOMINIO	83
3.2.1.4.	INTERFAZ.....	86
3.3.	DESARROLLO DEL TUTOR EDUCATIVO	89

3.3.1. ETAPA DE ANÁLISIS	89
3.3.1.1. ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	90
3.3.2. ETAPA DE DISEÑO.....	91
3.3.2.1. ENTORNO DEL DISEÑO	91
3.3.2.2. DISEÑO EDUCATIVO.....	93
3.3.2.3. DISEÑO DE COMUNICACIÓN	93
3.3.2.4. DISEÑO COMPUTACIONAL	94
3.3.3. ETAPA DE DESARROLLO	94
3.3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INTERFAZ	103
3.3.4. PRUEBA PILOTO.....	107
3.3.5. PRUEBA DE CAMPO	107
CAPÍTULO IV	108
PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	108
4.1. INTRODUCCIÓN.....	108
4.2. DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	108
4.2.1. EVALUACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	109
4.2.1.1. SUJETO DE ESTUDIO.....	109
4.2.1.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA	110
4.2.1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	111
4.2.1.4. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS H_0 Y H_1	113
4.2.2. EVALUACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE.....	116
4.2.2.1. SUJETO DE ESTUDIO.....	116
4.2.2.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA	116
4.2.2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	116
4.2.2.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	118
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS VARIABLES	118

CAPÍTULO V	121
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
5.1. CONCLUSIONES.....	121
5.2. RECOMENDACIONES	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Causa – Efecto	7
Tabla 2.1: Algunas Definiciones de IA Organizadas en Cuatro Categorías	26
Tabla 2.2: Clasificación para medir el rendimiento del estudiante	32
Tabla 2.3: Librerías de Android	44
Tabla 3.1: Componentes del Agente Pedagógico	54
Tabla 3.2: Datos Personales del Estudiante.....	57
Tabla 3.3: Datos del Estudiante en el Historial de Conocimientos	58
Tabla 3.4: Análisis de Problemas y Alternativas de Solución.....	64
Tabla 3.5: Preguntas y Respuestas para el Entorno del Diseño.....	65
Tabla 3.6: Estructura del Entorno del Diseño	66
Tabla 3.7: Descripción del Actor Estudiante.....	68
Tabla 3.8: Descripción del Actor Agente Pedagógico.....	68
Tabla 3.9: Descripción de Caso de Uso, Registro Nuevo	69
Tabla 3.10: Descripción de Caso de Uso, Ingreso al Sistema.....	70
Tabla 3.11: Descripción de Caso de Uso, Prueba de Conocimientos	70
Tabla 3.12: Descripción de Caso de Uso, Selección de Tema.....	71
Tabla 3.13: Descripción de Caso de Uso, Aprendiendo un Tema	71
Tabla 3.14: Descripción de Caso de Uso, Realizar Evaluación.....	72
Tabla 3.15: Descripción de Caso de Uso, Ver Registro de Estudiante.....	72
Tabla 4.1: Pre-prueba y Post-prueba, Grupo de Control.....	81
Tabla 4.2: Pre-prueba y Post-prueba, Grupo Experimental.....	81
Tabla 4.3: Nivel de Confianza	83
Tabla 4.4: Resultados de las Variables	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ciclos de la Metodología ISE.....	17
Figura 2.2.: Ciclo para la Selección o Desarrollo.....	19
Figura 2.3: Elementos del Diagrama de Casos de Uso.....	22
Figura 2.4: Elementos del Diagrama de Clases	23
Figura 2.5: Elementos del Diagrama de Secuencia	24
Figura 2.6: Visión Esquemática de un Agente Inteligente.....	27
Figura 2.7: Características de un Agente Inteligente	28
Figura 2.8: Agente Pedagógico	29
Figura 2.9: Arquitectura de un Sistema Tutor Inteligente.....	31
Figura 2.10: Móvil Android	43
Figura 2.11: SQLite.....	45
Figura 3.1: Arquitectura de TutorMath.....	49
Figura 3.2: Componentes del Módulo Tutor.....	50
Figura 3.3: Reconocimiento de Números	51
Figura 3.4: Ordenar Números.....	51
Figura 3.5: Suma Didáctica	52
Figura 3.6: Suma con Creatividad.....	52
Figura 3.7: Suma de Fracciones.....	53
Figura 3.8: Arquitectura del Agente.....	55
Figura 3.9: Arquitectura del Módulo Estudiante.....	56
Figura 3.10: Arquitectura del Módulo Dominio	58
Figura 3.11: Los Números	59
Figura 3.12: Niveles de TutorMath	60
Figura 3.13: Prototipo de Interfaz: Pantalla Principal.....	61

Figura 3.15: Prototipo de Interfaz, Nuevo Usuario.....	62
Figura 3.16: Prototipo de Interfaz, Prueba de Conocimientos.....	62
Figura 3.17: Prototipo de Interfaz, Contenido de Temas.....	63
Figura 3.18: Prototipo de Interfaz, Tema Seleccionado.....	63
Figura 3.19: Usuario y Máquina.....	67
Figura 3.20: Diagrama de Casos de Uso General del Sistema.....	69
Figura 3.21: Diagrama Secuencia del Sistema.....	72
Figura 3.22: Pantalla de Bienvenida.....	73
Figura 3.23: Pantalla de Ingreso.....	74
Figura 3.24: Pantalla de Registro.....	74
Figura 3.25: Pantallas de Prueba de Conocimientos.....	75
Figura 3.26: Pantallas de Temas de cada Nivel.....	76
Figura 3.27: Pantallas de Temas.....	76
Figura 4.1: Actitud Favorable hacia el TutorMath.....	86

RESUMEN

En la actualidad con el avance de la tecnología se tiene tendencias a nuevos métodos de enseñanza para agilizar el proceso de aprendizaje, así como también el uso de diversas herramientas para el mismo fin. Es por esto que el educador actúa como guía en el aula, el cual conduce al estudiante en su conocimiento, facilitándole herramientas didácticas el momento adecuado.

Debido a la evolución de la tecnología se ha venido desarrollando nuevas herramientas didácticas para fortalecer la educación, entre estos tenemos los Tutores Inteligentes.

Este documento presenta el desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente para el aprendizaje en el área de las matemáticas, dirigido a estudiantes de segundo, tercero y cuarto de primaria, la presente tesis de grado es diseñada para coadyuvar el proceso de aprendizaje y mejorar el rendimiento estudiantil.

En este trabajo se utiliza el método científico y con la ayuda de la metodología Ingeniería de Software Educativo (ISE) propuesta por Álvaro Gálvis, la cual cuenta con cinco etapas muy importantes (Análisis, Diseño, Desarrollo, Prueba Piloto y Prueba de Campo) y mediante éste se desarrolla el Sistema Tutor Inteligente para el Aprendizaje de las Matemáticas con Estrategias Creativas.

Finalmente se realiza el diseño experimental para verificar la veracidad de la hipótesis de la investigación, para el cual se utiliza la prueba estadística t de student. Analizando los resultados del proceso experimental, los cuales muestran la validez de la misma, se concluye que el Sistema Tutor Inteligente para el Aprendizaje de las Matemáticas con Estrategias Creativas, coadyuva en la mejora del rendimiento de los estudiantes en esta materia.

CAPÍTULO I

MARCO INTRODUCTORIO

1.1. INTRODUCCIÓN

Considerando que la educación es un factor de mucha importancia, resulta evidente el gran potencial de la tecnología de información y comunicación (TIC) para el mundo del aprendizaje.

Sin duda el aprendizaje de las matemáticas y el cálculo ha sido para nosotros y para los niños un desafío, ya que en general el prejuicio gira en torno a las limitaciones que los niños presentan en ésta área.

Estas dificultades son un motivo de estar en búsqueda permanente de estrategias creativas para el abordaje de los distintos contenidos.

Utilizar la computadora supone una simbiosis de nuestra inteligencia con una herramienta externa, sin la cual la mente contaría sólo con sus propios medios y no funcionaría igual [Salomón, 1992]. Las computadoras proveen un aprendizaje dinámico e interactivo que permiten la rápida visualización de situaciones problemáticas.

El aprendizaje y las teorías que tratan los procesos de conocimiento han tenido durante este último siglo un enorme desarrollo debido fundamentalmente a los avances de la psicología y las teorías instruccionales, que han tratado de sistematizar los mecanismos asociados a los procesos mentales que hacen posible el aprendizaje [Brown, 1997].

En el presente trabajo, se propone el diseño e implementación de un sistema tutor educativo para facilitar y mejorar el aprendizaje en la educación matemática, considerando que el uso de las nuevas tecnologías ha tenido un gran impacto en la sociedad, en el ambiente laboral, en el hogar y sobre todo en el ámbito educacional por tanto es un medio poderoso para desarrollar en el estudiante sus potencialidades, creatividad e imaginación.

No obstante, se debe tener en claro que si bien la tecnología educativa es un elemento importante para mejorar los procesos de aprendizaje, esta mejora no depende solamente de la utilización de un sistema tutor inteligente educativo, sino de su adecuada integración curricular, es decir, del entorno educativo diseñado por el educador.

1.2. ANTECEDENTES

El origen de la instrucción automática, entendida como un proceso que no necesita de la intervención de un educador, tiene sus raíces antes incluso de la aparición de las primeras computadoras hacia mediados de los 40.

Es comúnmente aceptado que el nacimiento de la disciplina de la “instrucción asistida por computadora” y de los primeros fundamentos instruccionales de la misma se realiza hacia mediados de los años 50 de la mano de las teorías conductistas, de B. F. Skinner con la publicación del artículo “The Science of Learning and the Art of Teaching”, quien primero apunta las deficiencias de las técnicas de instrucción tradicionales y estableciendo que éstas podían mejorarse con el uso de lo que entonces se denominaban teaching machines.

En los años siguientes se siguen iniciativas como las realizadas por los investigadores de IBM para la creación de sistemas informáticos para la enseñanza, en lo que ya se empezó a conocer como Computer Assisted Instruction (CAI), término que ha sido utilizado hasta nuestros días.

A este respecto fue Carbonell con su artículo “AI in CAI: An Artificial Intelligence Approach to Computer Aided Instruction” (Acercamiento de la Inteligencia Artificial a la Instrucción Asistida por Computadoras) y el desarrollo del SCHOLAR (un sistema tutor inteligente para la enseñanza de la geografía de América del Sur), quien sentó las bases para el desarrollo de los llamados ICAI (Intelligent CAI) que se puede considerar como el punto de partida de los Sistemas Tutores Inteligentes (STI), término acuñado por Brown.

Carbonell propone a los Tutores Inteligentes como sustitutos de los sistemas CAI, como consecuencia de una serie de críticas que se realizan a éstos últimos como por ejemplo de que el estudiante carecía de iniciativa propia o ésta era muy limitada; no se podía utilizar el lenguaje natural en las respuestas; los sistemas CAI eran demasiado rígidos y carentes de iniciativa propia ya que su comportamiento está pre programado; y no poseían “conocimiento real”.

Los Sistemas Tutores Inteligentes comenzaron a desarrollarse en los años ochenta con la idea de poder impartir el conocimiento usando alguna forma de inteligencia para poder asistir y guiar al estudiante en su proceso de aprendizaje. Se buscó emular el comportamiento de un tutor humano, es decir a través de un sistema que pudiera adaptarse al comportamiento del estudiante, identificando la forma en que el mismo resuelva un problema a fin de poder brindarle ayuda cuando lo requiera.

Un Tutor Inteligente, por lo tanto: “es un sistema de software que utiliza técnicas de Inteligencia Artificial para representar el conocimiento e interactúa con los estudiantes para enseñárselo” [Van Lehn, 1998].

El modelado de los Sistema Tutor Inteligente es una tarea compleja que implica considerar módulos básicos, se deben considerar las características del dominio, del comportamiento del estudiante y el conjunto de estrategias a tomarse en cuenta por el módulo del tutor, un seguimiento del estudiante junto con sus datos personales que se encuentra en el módulo del estudiante, lo cual va relacionado con la implementación de un Sistema Tutor Inteligente.

1.2.1. ÁMBITO LOCAL

En la actualidad con estos adelantos científicos y tecnológicos, el cambio se hizo evidente en todos los campos de la educación, de manera especial en las comunicaciones, la biomedicina y desde luego la ingeniería de sistemas, efectuando significativamente las tradicionales formas de enseñanza y aprendizaje.

En este sentido, los Sistemas Tutores Inteligentes, son hoy en día una de las alternativas tecnológicas que está teniendo más auge en la educación, por lo que se puede decir, que los métodos de enseñanza y aprendizaje están cambiando.

En el área de la Informática, existen trabajos de investigación que enfocan a los Sistemas Tutores Inteligentes, en su mayoría éstos realizan la implementación de un software específicamente para un área de conocimiento. Entre éstos están:

- Sistema de Tutorización Inteligente para el Aprendizaje de Estructuras de Datos Arborescentes, realizado por Kangmin Lee Song, Beatriz Martin San Juan, Christian Morales Peña, curso 2011 – 2012, Facultad de Informática Universidad Complutense de Madrid en España, busca ofrecer un sistema de aprendizaje eficaz y de uso fácil de dos tipos de estructuras de datos arborescentes, árboles AVL y árboles rojinegros, así como sentar las bases para futuras ampliaciones del repertorio básico de esta clase de estructuras.

La herramienta V-Tree pone a disposición dos modos de uso: Un modo estudiante, en el que el estudiante podrá construir sus propias estructuras arborescentes y un modo profesor en el que se podrá gestionar la batería de preguntas y test ya existentes.

- Agentes Tutores Inteligentes. Apoyo Educativo dentro de Plataformas Virtuales, realizado por Claudia Rosado Guzmán, diciembre 2011 – mayo 2012, Universidad del SABES Instituto Politécnico Nacional en México, desarrollo de un tutor que sirva a los estudiantes a desarrollar sus habilidades en el manejo de los sistemas de unidades de medición en física usando en el diseño componente CommShell de CTAT.

Entre otros trabajos, en particular en la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Carrera de Informática tenemos los siguientes Sistemas Tutores Inteligentes:

- Software Educativo para la Enseñanza de Ortografía caso: Ministerio de Educación, realizado por Susy Quispe Flores, 2011, desarrollo de un software educativo, como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza – aprendizaje en el tema de ortografía orientado al nivel primario, aplicando recursos multimedia que llame la atención del estudiante usando en el desarrollo del sistema elementos hipertexto que unen a la multimedia y al hipertexto.
- Tutor Inteligente de Escritura Creativa, realizado por Lourdes Beltran Colque, se fundamenta en apoyar a la educación alternativa en el tema de escritura creativa debido a la carencia de expresión oral y escrita que demuestran posteriormente los estudiantes al momento de realizar estudios superiores.
- Tutor inteligente para el proceso de aprendizaje del lenguaje ensamblador, realizado por Gery Dan Rivera, plantea un modelo de asesoramiento para poder facilitar su tarea y mejorar así el proceso de asesoría en el aprendizaje del lenguaje ensamblador.
- Tutor para el Estudio y Comprensión de la Biblia, realizado por Edy Fermin Yujra Flores, 2012, desarrollo de un tutor organizado para el estudio y conocimiento amplio de la Biblia aplicando la web 2.0.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se tiene que recordar que las matemáticas es un área del conocimiento que se requiere para su dominio, no solo que el estudiante acumule información sino que realice procesos de análisis y síntesis, para que pueda construir marcos referenciales.

Los estudiantes de primaria, de 7 a 9 años, tienden a memorizar o buscar mecanismos poco eficientes para la resolución de problemas o ejercicios propuestos por el educador y no así a razonar y analizar éstos, esto hace que los estudiantes tengan más dificultades al momento de resolverlos y hace también que tengan menos interés por la materia.

La enseñanza de las matemáticas en los estudiantes no es que aprendan a memorizar las cuatro operaciones aritméticas, unidades de medida o que tengan nociones geométricas, sino su principal finalidad es que puedan resolver problemas y aplicar los conceptos y habilidades matemáticas.

En las escuelas los educadores cumplen su currículo oficial sin alterar el orden, sin aportar innovaciones propias de las actividades propuestas y sin apoyar con algunas estrategias creativas, estos puntos llevan a trabajar de una manera sistemática y como consecuencia, los estudiantes que demoran en asimilar el avance, van rezagándose y pierden el interés por aprender la materia.

El aprendizaje y las teorías que tratan los procesos de adquisición de conocimiento han tenido durante éste último siglo un enorme desarrollo debido fundamentalmente a los avances de la psicología y de la teorías instruccionales, que han tratado de sistematizar los mecanismos asociados a los procesos mentales que hacen posible el aprendizaje [Brown, 1997].

Un principio de aprendizaje describe el efecto de un único componente estratégico en el aprendizaje de forma que determina el resultado de dicho componente sobre el estudiante bajo unas determinadas condiciones.

El estudio de la mente y los mecanismos que intervienen en el aprendizaje se ha desarrollado desde varios puntos de vista basados en la misma cuestión fundamental, a saber: ¿Cuáles son las condiciones que determinan un aprendizaje más efectivo? [Coll, 2001].

En un primer lugar, desde un punto de vista psicológico y pedagógico, se trata de identificar qué elementos de conocimiento intervienen en la enseñanza y cuáles son las condiciones bajo las que es posible el aprendizaje. Por otro lado, en el campo de la tecnología instruccional, se trata de sistematizar este proceso de aprendizaje mediante la identificación de los mecanismos y de los procesos mentales que intervienen en el mismo.

Las teorías de aprendizaje desde el punto de vista psicológico han estado asociadas a la realización del método pedagógico en la educación. El escenario en el que se lleva a cabo el proceso educativo determina los métodos y los estímulos con los que se lleva a cabo el aprendizaje. Desde un punto de vista histórico, a grandes rasgos son tres las tendencias educativas que han tenido vigencia a lo largo de la educación: La educación social, la educación liberal y la educación progresiva [Fernández, 2000].

En la educación social nos encontramos en una etapa anterior a la existencia de instituciones educativas. En este contexto la educación se puede considerar que es exclusivamente oral y responsabilidad de la familia y de la sociedad que la guarda y la transmite. En esta situación, el proceso de aprendizaje se lleva a cabo en el contexto social y como parte de la integración del individuo en el grupo, proceso éste que se realiza día a día a lo largo de su vida.

El proceso de aprendizaje se basa en el seguimiento de un currículum estricto donde las materias se presentan en forma de una secuencia lógica que haga más coherente el aprendizaje. Se realizó un estudio preliminar, en la siguiente tabla mostraremos algunos problemas detectados (Ver Tabla 1.1):

PROBLEMA	CAUSA	EFECTO	SOLUCIÓN
El no tomar en cuenta los conocimientos previos del estudiante.	No se hizo un diagnóstico previo del avance anterior.	El estudiante no entiende la lección y repruebe.	Aplicación de un pre - prueba a los estudiantes.
La aceleración de la enseñanza de las matemáticas sin respetar el ritmo de aprendizaje	Se toma en cuenta a todos los estudiantes como un grupo	Estudiantes con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas.	El tutor se adapta a las características y ritmo de aprendizaje de cada estudiante.

del estudiante.	homogéneo.		
Por lo general copian lo que el educador resuelve o copian de algún libro.	Para acelerar los contenidos programados.	Los estudiantes toman una actitud conservadora, lejos de una actitud creadora.	Se brindará puntos de apoyo al estudiante para que resuelva los problemas.
Un educador no puede estar a disposición de un estudiante cada vez que lo requiera para hacer la retroalimentación.	Debido a la cantidad numerosa de estudiantes en un solo ambiente.	Los estudiantes tienen dudas que no son aclaradas.	El tutor tiene la capacidad de facilitar la retroalimentación de inmediato con el agente pedagógico.
El educador es el actor principal en las clases.	Muchos educadores aplican un enfoque conductista en las clases.	El estudiante demuestra desinterés y cansancio.	En el tutor el estudiante es el protagonista de su propio aprendizaje.
La aplicación de las estrategias de aprendizaje en matemáticas demanda mucho material y tiempo.	No todos los estudiantes llevan a clases los materiales.	Los estudiantes no desarrollan su capacidad y habilidad para resolver problemas.	El tutor minimiza significativamente el material y el tiempo.

Tabla 1.1: Causa – Efecto

Fuente: [Velásquez, 2010]

1.3.1. PROBLEMA CENTRAL

¿Cómo lograr que los estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años, puedan mejorar de manera efectiva en el aprendizaje de las matemáticas?

1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS

A continuación detallaremos los siguientes problemas secundarios (Ver Anexo A).

- Los contenidos propuestos por el educador no son ajustables al contexto del estudiante, creando confusión en ellos durante el aprendizaje.
- La falta de estrategias y dinámicas en la enseñanza que motiven el aprendizaje del estudiante, generando un proceso monótono.
- La ausencia de innovaciones tecnológicas en el educador, dificulta su labor y el desarrollo del aprendizaje en los estudiantes.
- La inadecuada formación pedagógica, psicológica y sociológica de los educadores, generan la falta de interés del estudiante.
- El poco aprovechamiento de los estudiantes hacia los conocimientos del educador, produce bajo rendimiento en el aprendizaje.

1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

Un sistema educativo es un conjunto integrado, sus elementos son el educador, educandos, metodología, recursos cuyo fin es la asimilación de conocimientos por parte del educando en el proceso del aprendizaje.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un Sistema Tutor Inteligente con estrategias creativas como herramienta de apoyo para estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años, que mejore el aprendizaje de las matemáticas.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A continuación detallaremos los siguientes objetivos específicos (Ver Anexo B).

- Determinar críticas y explicaciones didácticas mediante la creación de un agente pedagógico que permite ver resultados positivos, el cual ayude, apoye la motivación que genera el estudiante cada vez que se le presente problemas y dudas al momento del aprendizaje.
- Desarrollar material didáctico inteligente, especificando todos los elementos pedagógicos e informáticos.
- Diseñar, desarrollar e implementar una interfaz interactiva, dinámica y de fácil manejo que permita al estudiante desenvolverse fácilmente durante el proceso de aprendizaje.
- Desarrollar el módulo del dominio en base a los temas de mayor dificultad e importancia durante el proceso educativo.
- Evaluar los cambios ocurridos en el desempeño del estudiante.

1.5. HIPÓTESIS

El Sistema Tutor Inteligente con estrategias creativas, dirigido a los estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años, permite mejorar de manera efectiva el rendimiento del aprendizaje de las matemáticas en más de un 70%.

1.5.1. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

➤ **Variable Independiente:**

Sistema Tutor Inteligente para el apoyo del aprendizaje de las matemáticas.

➤ **Variable Dependiente:**

Aprendizaje de las matemáticas en estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años.

➤ **Variable Interviniente:**

Agente pedagógico, “agente” hace alusión a que son semi-autónomos; tienen metas predefinidas y pueden tomar decisiones para alcanzar éstas, “pedagógico” implica que están diseñados para enseñar, en consecuencia el agente pedagógico es de apoyo en el proceso de aprendizaje.

1.6. JUSTIFICACIÓN

El aporte del presente trabajo permitirá esclarecer algunos interrogantes respecto de cómo se aprende, cómo enseñan los tutores humanos y podría dar solución a estudiantes que asisten a clases muy numerosas que no pueden acceder al educador durante el horario habitual de clases o por otras complicaciones.

1.6.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La Ley del Presupuesto General del Estado (PGE) consolidado el año 2012, destina más recursos a la educación y de acuerdo al Gobierno tiene una fuerte carga social y productiva.

En la actualidad la inversión en el ambiente de la educación es mucho mejor que hace varios años atrás, por lo que la creación y desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente resulta

viable para la producción y ejecución en diferentes escuelas o centros educativos como apoyo al aprendizaje.

Se pretende alcanzar los objetivos tratando de que el Sistema Tutor Inteligente sea accesible por todos los estudiantes, tratando de no invertir gastos económicos, cabe señalar que el tutor reduce gastos de espacio como de tiempo.

1.6.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Sin duda el ámbito social debe ser considerado un factor de mucha importancia debido a que se pretende mejorar la calidad de la educación para el desarrollo de nuestro país, para hacer esto posible una de las herramientas principales e importantes es el uso de la computadora el cual beneficiará a los estudiantes del nivel primario en considerar la oportunidad de ampliar sus conocimientos mediante un entorno computacional que además brindará un ambiente positivo en experiencias de aprendizaje y conocimiento.

El manejo del Sistema Tutor Inteligente permitirá al estudiante tener una herramienta de apoyo didáctica, dinámica e interactiva que llame la atención y mejore el aprendizaje para un rendimiento y motivación satisfactorio.

El sistema también servirá de ayuda al educador y tendrá la capacidad de transmitir el conocimiento de éste, será visto y utilizado como una herramienta de apoyo y no como un reemplazo del educador.

1.6.3. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA

Hoy en día la educación se apoya a la tecnología para así promover un mejor aprendizaje.

El desarrollo e implementación del Sistema Tutor Inteligente abre las puertas hacia la investigación sobre los problemas de la educación, permitido profundizar en los aportes de los Sistemas Tutores Inteligentes a la educación, representación del conocimiento y

procesamiento de lenguaje natural, también en el área de la Inteligencia Artificial promover futuras investigaciones relacionado con el aprendizaje en favor de estudiantes.

Se propone así un nuevo enfoque del uso de herramientas para el proceso de aprendizaje significativo aplicando el agente pedagógico, ya que el ámbito pedagógico se enfoca en el estudio de la transmisión del saber así como de sus derivaciones y desviaciones en este proceso, la didáctica en las matemáticas es proporcionar condiciones benéficas para un aprendizaje efectivo.

1.7. ALCANCES Y LIMITES

En el presente trabajo cabe mencionar los alcances y los límites que tendrá nuestro Sistema Tutor Inteligente.

1.7.1. ALCANCES

El Sistema Tutor Inteligente tomará en cuenta a estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años, apoyando en el aprendizaje de las matemáticas para mejorar su rendimiento.

1.7.1.1. ALCANCE TEMPORAL

El presente trabajo tomará en cuenta a estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años de edad de diferentes unidades educativas, puesto que esta deficiencia de aprendizaje y asimilación de las matemáticas se puede presentar en cualquier ambiente.

1.7.1.2. ALCANCE ESPACIAL

La forma en la que se mostrará el alcance de la estrategia creativa del aprendizaje usando el Sistema Tutor Inteligente será en la escuela fiscal “Elodia de Lijerón”, ubicado en Villa Copacabana, en la ciudad de La Paz - Bolivia, en el nivel primario.

1.7.2. LIMITES

- El presente Sistema Tutor Inteligente se dedicará a trabajar específicamente con estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años.
- No se diagnosticaran otras deficiencias de aprendizaje que no estén relacionados con el área de matemáticas.
- El Sistema Tutor Inteligente no captura por completo el conocimiento del experto en este caso del educador, por lo que hace al Sistema Tutor Inteligente una herramienta de apoyo en el aprendizaje de las matemáticas.

1.8. APORTES

Es de mucha importancia el aporte de un prototipo de material educativo inteligente y creativo porque será un soporte para el estudiante en el proceso de su aprendizaje en el área de las matemáticas, también se aporta a la educación primaria con el uso correcto de las Tecnología de Información y Comunicación fomentando así al uso y a los beneficios que nos proporciona un entorno computacional.

1.8.1. APORTE PRÁCTICO

El desarrollo del sistema tutor inteligente se considera un aporte a la educación, en este caso al aprendizaje del estudiante, porque éste facilitará una herramienta de apoyo didáctico, dinámico e interactivo a los estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años.

1.8.2. APORTE TEÓRICO

El agente pedagógico inteligente permite un avance significativo en el ámbito de los agentes inteligentes ya que éste está basado en el conocimiento, el cual pretende que el sistema tutor inteligente sea adaptable para los estudiantes.

1.9. METODOLOGÍA

En el proceso de investigación del presente trabajo se utilizarán las metodologías siguientes:

1.9.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La metodología científica, proporciona un conjunto de pasos y reglas lógicas por medio de los cuales es posible realizar el planteamiento de problemas y formular una hipótesis.

A continuación se toma en cuenta los siguientes pasos:

- Análisis y observación para elaborar el planteamiento del problema: Se observa la necesidad de colaborar en el proceso del aprendizaje por medio de un prototipo.
- Formulación de la hipótesis: Una vez identificado el problema se procede a formular la hipótesis.
- Construcción del modelo teórico: Se realiza la construcción de un modelo teórico.
- Probar la hipótesis: Por medio de la construcción del prototipo y mediante una serie de resultados posibles de medir.
- Conclusiones y recomendaciones: Con la afiliación de un agente, el prototipo se pondrá a prueba.

1.9.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL TUTOR INTELIGENTE

Se conoce que para lograr producir un tutor con las condiciones deseadas, se deben incorporar dentro de las fases de análisis y diseño, aspectos didácticos y pedagógicos, de manera que faciliten y garanticen la satisfacción de las necesidades educativas de los estudiantes.

Para el desarrollo del Sistema Tutor Inteligente se empleará la metodología ISE.

1.9.2.1. METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO

La metodología de Álvaro Galvis [Galvis, 2000], conserva las grandes etapas de un proceso sistemáticos para el desarrollo de materiales (análisis, diseño, desarrollo, prueba, ajuste e implementación), sin embargo, el autor hace un especial énfasis al dominio de las teorías del aprendizaje y la comunicación humana, como fundamentos para el diseño de los ambientes educativos computarizados y de la selección adecuada de la documentación que sustente el diseño del software.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años las tecnologías han evolucionado muy rápidamente y la Inteligencia Artificial surge como una de las ramas de estudio más recientes y promisorias en el campo de las ciencias de la computación. Ello hace que existan muchas aplicaciones poco exploradas lo cual torna a este campo en un área interesante para los investigadores, estudiantes y administradores que puedan utilizar en forma directa los resultados de las investigaciones.

A fines del siglo XIX se realizaron estudios sistemáticos, basados en distintas ciencias, como la psicología, la educación, la sociología, la medicina, etc., para explicar el proceso de aprendizaje y el funcionamiento de la mente humana. Se crearon muchas teorías a partir de estas investigaciones, desde las fisiológicas, que explican el funcionamiento del cerebro humano en función de intercambio de neuroreceptores y diferencias de potencial hasta las filosóficas que intentan explicar el funcionamiento del cerebro humano a partir de los estímulos externos.

Se observa que cada autor da una definición de la inteligencia: desde la enunciación muy general de Maturama, que la ve como “un tributo o propiedad distintiva de algunos organismos” [Maturama, 1998], pasando por investigadores como Piaget [Piaget, 1989] que plantea que la inteligencia “es la capacidad de adaptación de un organismo a una situación nueva”.

Es aquí donde la investigación sobre Inteligencia Artificial intenta asimilar estas definiciones dentro de sus propias estructuras, incorporándolas en los Sistemas Tutores Inteligentes que contemplan el aprendizaje humano y la enseñanza con base pedagógica. Es por ello, que el objetivo de este capítulo es presentar un marco teórico y conceptual que dé lugar al estado del arte de la Inteligencia Artificial y los Sistemas Tutores Inteligentes.

En esta área de investigación se integran principalmente la pedagogía, psicología, inteligencia artificial, multimedia e informática, donde cada uno de ellos aporta su visión al desarrollo de la disciplina.

El uso de la tecnología y la aplicación de agentes inteligentes en ambientes de aprendizaje nos conducen a un modelo de enseñanza – aprendizaje en el cual los estudiantes asumen un rol más activo. De forma general se observa que los estudiantes que trabajan en entornos de aprendizaje potenciados con agentes tutores demuestran mejorar en las diferentes áreas de conocimiento, aprendizaje cooperativo, pensamiento crítico, pensamiento creativo, resolución de problemas, comportamiento social, así como también la incorporación de agentes en los Sistemas Tutores Inteligentes ha generado un nuevo interés en evaluar los resultados de sus actuaciones, esta vez enfocando aspectos de desempeño y rendimiento.

2.2. METODOLOGÍA

El desarrollo de software no es sin dudas una tarea fácil. Como resultado a este problema ha surgido una alternativa desde hace mucho: la metodología. Las metodologías de desarrollo de software son un conjunto de procedimientos, técnicas y ayudas a la documentación para el desarrollo de productos software.

En el presente trabajo se utilizará la metodología de Ingeniería de Software Educativo (ISE), éste sigue una serie de fases el cual ilustraremos a continuación [Galvis, 1994].

2.2.1. INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO

La Ingeniería de Software educativo es una rama de la ingeniería de software que se encarga de apoyar el desarrollo de aplicaciones computacionales que tienen como fin implementar procesos de aprendizaje desde instituciones educativas hasta aplicaciones en el hogar.

La Ingeniería de Software Educativo se ocupa de la aplicación de los conceptos y principios de la ingeniería del software al desarrollo de materiales educativos multimedia, que constituyen los productos orientados a apoyar los procesos de aprendizaje [Gorg, 1997].

2.2.1.1. SOFTWARE EDUCATIVO

Investigadores de esta nueva disciplina, definen como “cualquier programa computacional que cuyas características estructurales y funcionales le permiten servir de apoyo a la enseñanza, el aprendizaje y la administración educacional” [Sánchez, 1995].

“Las expresiones de software educativo, programas educativos y programas didácticos como sinónimos para designar genéricamente todo tipo de programas para ordenador creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico”.

Es decir, para facilitar los procesos de aprendizaje, esta última definición involucra a todo los programas que son diseñados con el fin de apoyar la labor del educador, como es el caso de los programas conductistas para la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) y los programas de Enseñanza Inteligente Asistida por Ordenador (EIAO) [Márquez, 1995].

Software educativo por el rol que cumple en el proceso de aprendizaje, es considerado como parte del material educativo, enmarcándose como Material Educativo Computarizado (MEC) [Galvis, 1994].

2.2.1.2. CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL SOFTWARE EDUCATIVO

El software educativo pueden tratar diferentes materias como las matemáticas, idiomas, geografía, dibujo, etc., de formas muy diversas a partir de cuestionarios, facilitando una información estructurada a los estudiantes, mediante la simulación de fenómenos, etc., y ofrecer un entorno de trabajo más o menos sensible a las circunstancias de los estudiantes y más o menos rico en posibilidades de interacción.

Todos comparten cinco características esenciales:

- Son materiales elaborados con una **finalidad didáctica**, como se desprende de la definición.
- **Utilizan el ordenador** como soporte en el que los estudiantes realizan las actividades que ellos proponen.
- **Son interactivos**, contestan inmediatamente las acciones de los estudiantes y permiten un diálogo y un intercambio de informaciones entre el ordenador y los estudiantes.
- **Individualizan el trabajo** de los estudiantes, ya que se adaptan al ritmo de trabajo cada uno y pueden adaptar sus actividades según las actuaciones de los estudiantes.
- **Son fáciles de usar**. Los conocimientos informáticos necesarios para utilizar la mayoría de estos programas son mínimos, aunque cada programa tiene unas reglas de funcionamiento que es necesario conocer.

2.2.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO

En cuanto a metodología de desarrollo, varios autores han tratado el tema, por ejemplo Álvaro Galvis [Galvis, 1994]. De éste: "Ingeniería de Software Educativo", es una referencia bastante completa y es una buena guía para el desarrollo del software.

En esencia se conservan los grandes pasos o etapas de un proceso sistemático para desarrollo de materiales (análisis, diseño, desarrollo, prueba y ajuste, implementación). Sin embargo, en este caso se da particular énfasis a los siguientes aspectos: la solidez del análisis, como punto de partida; el dominio de teorías sustantivas sobre el aprendizaje y la comunicación humana, como fundamento para el diseño de los ambientes educativos computarizados; 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.

Todo Material Educativo Computarizado debe cumplir un papel relevante en el contexto donde se utilice.

Su incorporación a un proceso de enseñanza-aprendizaje no se puede deber simplemente a que el Material Educativo Computarizado "es chévere", o a que "está disponible" [Galvis, 1994]. Estas y otras razones probablemente lleven a dedicar recursos a labores que no producen los mejores resultados.

A diferencia de las metodologías asistemáticas, donde se parte de ver de qué soluciones disponemos para luego establecer para qué sirven, de lo que se trata acá es de favorecer en primera instancia el análisis de qué problemas o situaciones problemáticas existen, sus causas y posibles soluciones, para entonces si determinar cuáles de éstas últimas son aplicables y pueden generar los mejores resultados.

Esta metodología entonces pretende responder a las preguntas:

¿Cómo identificar las necesidades o los problemas existentes?, ¿Qué criterios usar para llegar a decidir si amerita una solución computarizada? ¿Con base en qué, decidir si se necesita un Material Educativo Computarizado y qué tipo de Material Educativo Computarizado conviene que sea, para satisfacer una necesidad dada? [Galvis, 1994].

2.2.3. CICLOS PARA LA SELECCIÓN O DESARROLLO

La anterior explicación permite entender la razón de ser del doble ciclo. Para la selección o desarrollo de Materiales Educativos Computarizados, que ha propuesto Galvis [Galvis, 1994] como metodología básica de trabajo y que se ilustra en la siguiente figura (Ver Figura 2.1).



Figura 2.1: Ciclos de la Metodología ISE

Fuente: [Galvis, 1994]

2.2.3.1. ANÁLISIS

El análisis nos permite detectar qué situaciones existen, sus causas y posibles soluciones, de esta manera determinar cuáles de éstas son aplicables y podrían generar mejores resultados educativos.

Es por lo anterior que esta metodología se centra en:

- **Consultas a fuentes de información apropiadas e identificación de problemas;** se refiere a las debilidades o problemas que se presentan o pueden presentarse para el logro de los objetivos de aprendizaje en un ambiente de enseñanza y aprendizaje. Considerar las teorías de aprendizaje es una excelente manera de determinar qué

clase de situaciones conviene crear para promover el logro de los diversos objetivos y cuáles se pueden administrar con los recursos y materiales de que se dispone [Galvis, 1997].

- **Análisis de posibles causas de los problemas detectados;** en este particular es necesario saber a qué se debieron y qué puede contribuir a su solución. En particular se busca resolver aquellos problemas vinculados al aprendizaje en donde el software o material educativo podría ser de utilidad.
- **Análisis de alternativas de solución;** considerar otras alternativas como adiestramiento de los educadores, uso de herramientas tecnológicas podrían ser otras salidas. Para Galvis [Galvis, 2007] no siempre las soluciones a los problemas detectados está en el desarrollo de materiales educativos computarizados, señala, que pudiese responder a situaciones administrativas; mal empleo de una estrategia de enseñanza, exceso de evaluaciones, contenidos ambiguos, entre otros. Recomienda la utilización de otros medios no tan convencionales, resalta, “una solución computarizada debe considerarse como complemento más que como sustituto de una práctica”.
- **Establecimiento del papel del computador en la solución al problema;** cuando se ha considerado que lo mejor es incorporar el elemento informático para resolver un problema cabe optar por el apoyo informático u otro. La incorporación de un procesador de texto, una hoja de cálculo, unas diapositivas, dependerá de las competencias que persiga el educador la selección de un medio o la combinación de ellos en un momento determinado, pero si las ventajas que ofrece el medio no son adecuadas o suficientes habrá que pensar en qué ambiente se adecuaría el medio seleccionado, si consideramos la particularidad de la naturaleza del aprendizaje en el estudiante.

El proceso de análisis de necesidades educativas que ameritan ser atendidas con Material Educativo Computarizado no termina aún. Falta establecer si existe o no una solución computarizada que satisfaga la necesidad que se detecta, en cuyo caso podría estar resuelta, o si es necesario desarrollar un Material Educativo Computarizado para esto [Galvis, 1994].

Cuando no se identifica un Material Educativo Computarizado con el cual satisfacer la necesidad, la fase de análisis culmina con la formulación de un plan para llevar a cabo el desarrollo del Material Educativo Computarizado requerido. Esto implica consultar los recursos disponibles y las alternativas de usarlos para cada una de las etapas siguientes. 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 fase en particular las de desarrollo y pruebas piloto y de campo [Galvis, 1994].

2.2.3.2. DISEÑO

Para la construcción de un software educativo es necesario tener en cuenta tantos aspectos pedagógicos, como técnicos, su desarrollo consiste en una secuencia de pasos que permiten crear un producto adecuado a las necesidades del estudiante.

El diseño es el primer paso en la etapa de desarrollo de cualquier producto, el objetivo es producir un modelo o representación de una entidad que se va a construir posteriormente [Salcedos, 2002].

El punto de partida del ciclo para la selección o desarrollo, es la identificación de las necesidades educativas, donde posiblemente, convendría atenderse con un material educativo computarizado, no obstante, señalamos que la etapa de desarrollo dependerá de la ausencia de un material educativo, específicamente un software educativo, se procederá a continuar en el mismo sentido de las flechas del ciclo (Ver Figura 2.2).

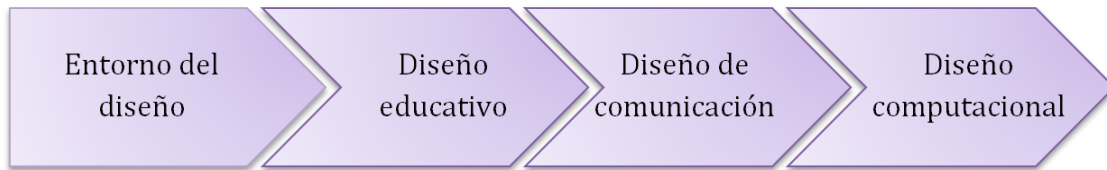


Figura 2.2.: Ciclo para la Selección o Desarrollo

Fuente: [Galvis, 1994]

El diseño de un Material Educativo Computarizado guardará relación estrecha con los resultados de la etapa de análisis. El diseño abarca las siguientes fases:

➤ **Entorno del diseño**

Es necesario dar detalles de los datos que caracterizan el entorno del Material Educativo Computarizado que se va a diseñar.

Alguna de las siguientes interrogantes podría servir de guía para la especificación del entorno:

¿A quién se dirige el Material Educativo Computarizado?

¿Qué características tienen sus destinatarios?

¿Qué área de contenido y unidad de instrucción se beneficia con el estudio del Material Educativo Computarizado?

¿Qué problemas se pretende resolver con el Material Educativo Computarizado?

¿Bajo qué condiciones se espera que los destinatarios usen el Material Educativo Computarizado?

¿Para un equipo con qué características físicas y lógicas conviene desarrollar el Material Educativo Computarizado? [Galvis, 1994].

➤ **Diseño educativo**

Esta fase deberá mostrar el alcance, contenido y tratamiento que debe ser capaz de apoyar el medio.

Desde las necesidades que se desean atender se desprende el objetivo terminal que deberá alcanzar quien lo estudie. Por otra parte, es necesario que el estudiante sepa que está aprendiendo y en qué está fallando.

➤ **Diseño de comunicación**

Esta fase se refiere a la interfaz a través de la cual se establece la comunicación entre software y el usuario del Material Educativo Computarizado. Considera el cómo se comunicará el usuario con el programa, estableciendo mediante qué dispositivos y usando qué códigos o mensajes (interfaz de entrada), debe establecerse por otro lado, cómo el software se comunicará con el usuario, qué dispositivos y valiéndose de qué código (interfaz salida) [Galvis, 1994].

➤ **Diseño computacional**

Las necesidades detectadas siguen jugando un rol fundamental, en este caso, ayudan a establecer qué funciones es deseable que cumpla el Material Educativo Computarizado en apoyo a los usuarios.

El Material Educativo Computarizado debe proporcionar al estudiante la posibilidad de decir hasta donde llegar, la secuencia, el ritmo, reiniciar, entre otros.

La posibilidad de registrar el material que usan los estudiantes, su rendimiento, de hacer análisis sobre algún aspecto de interés [Galvis, 1997].

2.2.3.3. DESARROLLO

En esta etapa al igual que las anteriores depende de los insumos de la detección de necesidades. En la etapa de análisis se debió formular los recursos humanos y técnicos necesarios para todas las demás etapas, esto de alguna manera garantiza el correcto desarrollo y cumplir con las metas en términos de calidad y tiempo del Material Educativo Computarizado [Galvis, 1994].

Para el desarrollo de toda esta etapa utilizaremos.

Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

El Lenguaje Unificado de Modelado es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. UML proporciona las herramientas necesarias para poder obtener los planos del software, equivalentes a los que se utiliza en una construcción.

UML está compuesto por una gama de diagramas o artefactos, que permiten graficar o tomar una radiografía a los procesos para una interpretación de los mismos, desde el punto de vista de usuario como de los desarrolladores de software.

➤ Diagrama de Casos de Uso

El diagrama de casos de uso se emplea para visualizar el comportamiento del sistema, una parte de él o de una sola clase; y como se relaciona con su entorno.

De ésta forma se puede conocer cómo responde ésta parte del sistema ante un estímulo del ambiente.

El diagrama de uso es muy útil para definir como debería ser el comportamiento de una parte del sistema, ya que solo especifica cómo deben comportarse y no como están implementadas las partes que define.

La vista que proporcionan los diagramas de casos de uso, modela la forma en cómo un actor interactúa con el sistema o subsistemas como una secuencia de mensajes que llevan una forma, tipo y orden.

El propósito de esta vista es enumerar a los actores y los casos de uso, mostrando un comportamiento y determinar qué actores participan en cada caso de uso [Rumbaugh, 2000].

Un diagrama de casos de uso consta de los siguientes elementos mostrados a continuación (Ver Figura 2.3):

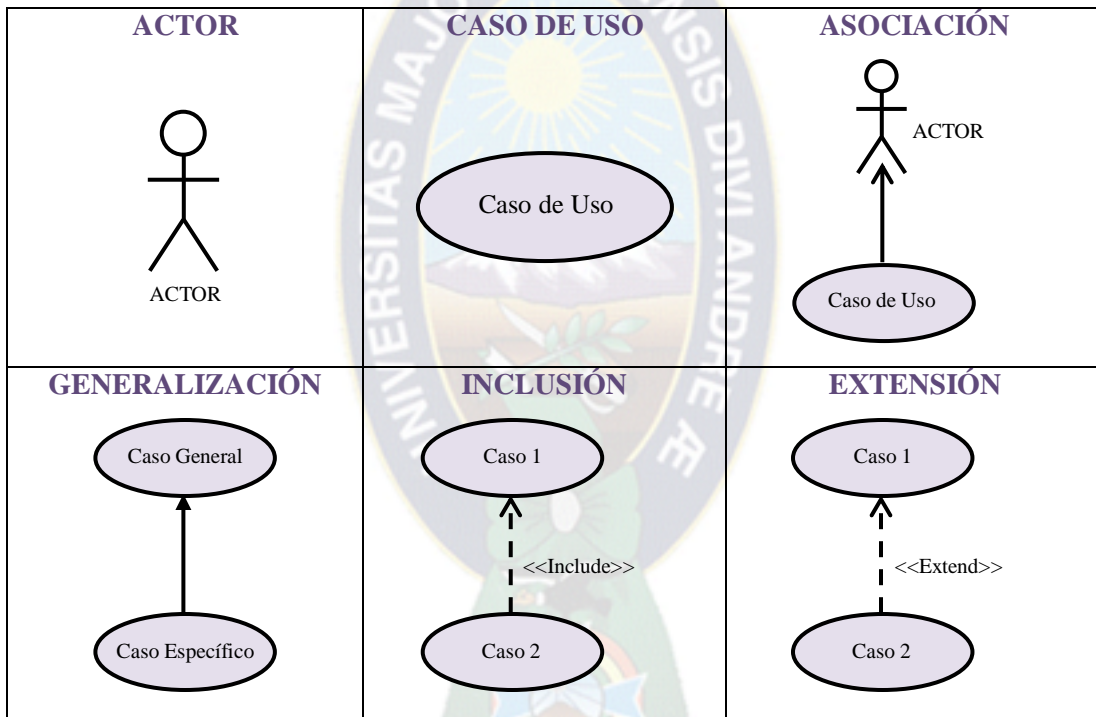


Figura 2.3: Elementos del Diagrama de Casos de Uso

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Diagrama de Clases**

Este diagrama sirve para visualizar las relaciones entre las clases que involucran el sistema, las cuales pueden ser asociativas, de herencia, de uso y de contenido. Un

diagrama de clases muestra las clases del sistema y las relaciones entre ellas. Un diagrama así muestra la estructura estática del modelo, pero no releva ninguna información relacionada con lo que sucede a través del tiempo cuando el modelo se ejecuta. En resumen, una clase es una descripción de un conjunto de objetos que comparten las mismas especificaciones de atributos, operaciones, relaciones, restricciones y semántica [Rumbaugh, 2000].

Un diagrama de clases está compuesto por los elementos mostrados a continuación (Ver Figura 2.4):

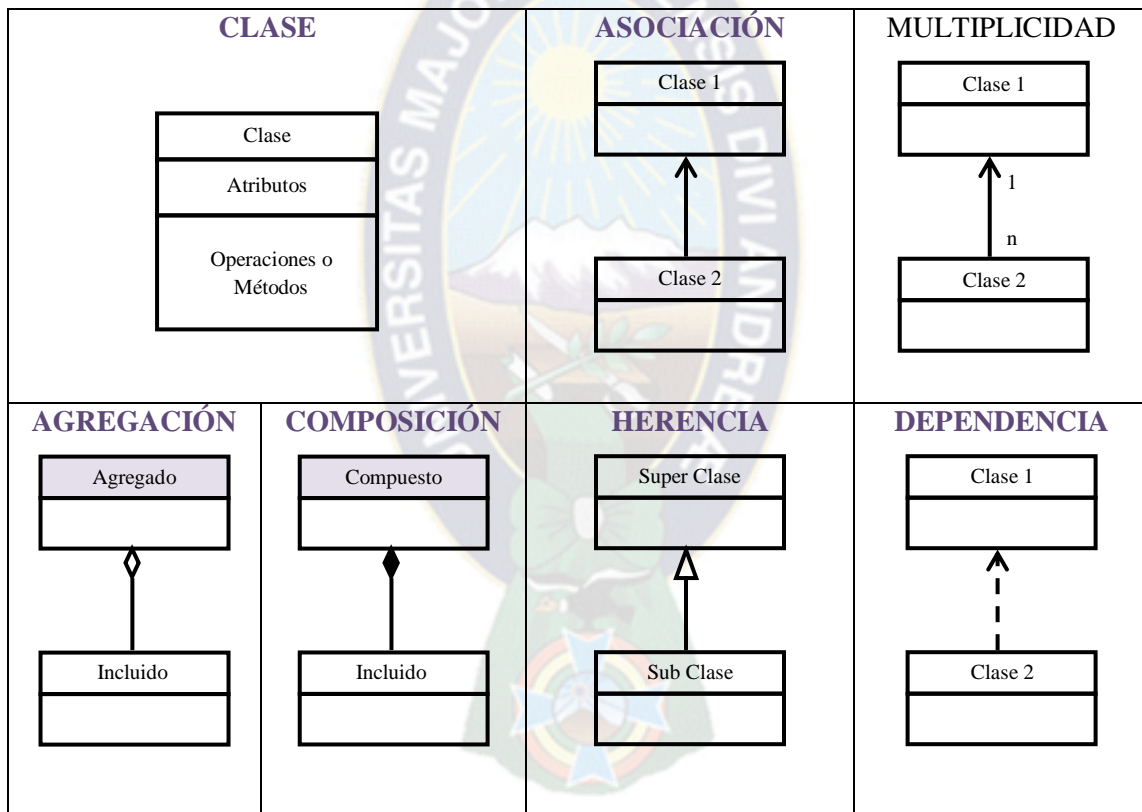


Figura 2.4: Elementos del Diagrama de Clases

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Diagrama de Secuencia**

Un diagrama de secuencia muestra un conjunto de mensajes que se envían de un objeto a otro a través del tiempo. El propósito de estos diagramas es mostrar la secuencia del comportamiento de la especificación de realización de un caso de uso. En el diagrama de secuencia los mensajes corresponden a las operaciones de las clases, es decir, cuando los objetos solicitan la realización de cierta operación a otros objetos o a ellos mismos.

El diagrama de secuencia consta de tres elementos principales: objetos, mensajes y el tiempo. Éstos se muestran a continuación (Ver Figura 2.5):

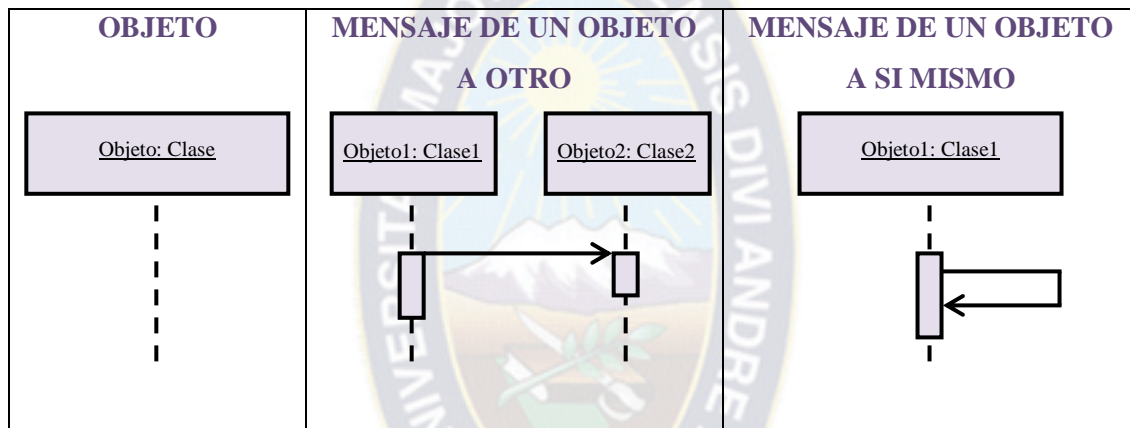


Figura 2.5: Elementos del Diagrama de Secuencia

Fuente: [Elaboración Propia]

2.2.3.4. PRUEBA PILOTO

El objetivo fundamental de la prueba piloto es depurar el Material Educativo Computarizado a partir de su utilización por una muestra representativa de los tipos de destinatarios para los que se hizo y la consiguiente evaluación formativa. Para llevar a cabo apropiadamente la prueba piloto se requiere de preparación, administración y análisis de resultados, en función de buscar evidencia para saber si el Material Educativo Computarizado está o no cumpliendo con la misión para el cual fue seleccionado o desarrollado [Galvis, 1994].

2.2.3.5. PRUEBA DE CAMPO

La prueba de campo es más que usarlo con toda la población, esta fase pretende buscar la oportunidad de comprobar en la vida real que aquello que a nivel experimental parecía tener sentido, lo sigue teniendo [Galvis, 1994].

2.3. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Según Pajares y Santos, opinan que la inteligencia artificial es una acepción acuñada en torno a mediados del siglo XX. La inteligencia artificial ha tenido siempre como modelo natural las funcionalidades inteligentes del hombre, focalizándose en distintos aspectos. Su primera motivación que data de centurias atrás, fue intentar construir máquinas que pudieran pensar como el ser humano, o al menos, emularle en algunas capacidades que denota cierta inteligencia [Pajares & Santos, 2006].

A comienzos del siglo XXI, la ciencia y la tecnología se enfrentan al reto de encontrar e implementar mejores y más sofisticadas soluciones en el área de la computación, como respuesta a la creciente demanda de la sociedad, de la industria y de la comunidad en general. En este sentido la inteligencia artificial ofrece perspectivas interesantes ya que es capaz de suministrar metodologías que permiten realizar de forma automática algunas de las tareas realizadas típicamente por los humanos [Pajares & Santos, 2006].

La inteligencia artificial es una de las disciplinas más nuevas, formalmente se inicia en 1956, cuando se acuñó el término. Mediante la inteligencia artificial ha sido posible crear diversos productos sorprendentes y de trascendencia. Si bien nadie podría pronosticar lo que se espera en el futuro, es evidente que las computadoras que posean una inteligencia a nivel humano o superior, tendrán repercusiones muy importantes en nuestra vida diaria así como en el devenir de la civilización.

En ciencias de la computación se denomina inteligencia artificial a las inteligencias no naturales en agentes racionales no vivos. [John McCarthy, 2008] acuñó el término y

definió: “es la ciencia e ingeniería de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes”. De manera más específica la inteligencia artificial es la disciplina que se encarga de construir procesos que al ser ejecutadas sobre una arquitectura física producen acciones o resultados que maximizan una medida de rendimiento determinada, basándose en la secuencia de entradas percibidas y en el conocimiento almacenado en tal arquitectura [John McCarthy, 2008].

Según distintas definiciones, en la inteligencia artificial existen cuatro posibles objetivos por alcanzar (Ver Tabla 2.1):

**SISTEMAS QUE PIENSAN COMO
HUMANOS**

“La interesante tarea de lograr que las computadoras piensen... En su amplio sentido literal” [Haugeland, 1895]”.

“La automatización de actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades tales como toma de decisiones, resolución de problemas y aprendizaje entre otras” [Bellman, 1978]”.

**SISTEMAS QUE ACTÚAN COMO
HUMANOS**

“El arte de crear máquinas con capacidad de realizar funciones que, realizadas por personas requieren de inteligencia” [Kurzweil, 1990]”.

“El estudio de cómo lograr que las computadoras realicen tareas que por el momento, los humanos hacen mejor” [Rich y Knight, 1991]”.

SISTEMAS QUE PIENSAN RACIONALMENTE	SISTEMAS QUE ACTÚAN RACIONALMENTE
“El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales” [Charniak y McDermott, 1985].	“Un campo de estudio que se enfoca a la explicación y emulación de la conducta inteligente en función de procesos computacionales” [Schalkoff, 1990].
“El estudio de los cálculos que permiten percibir, razonar y actuar” [Winston, 1992].	“La rama de la ciencia de la computación que se ocupa de la automatización de la conducta inteligente” [Luger y Stubblefield, 1993].

Tabla 2.1: Algunas Definiciones de IA Organizadas en Cuatro Categorías

Fuente: [Russell & Norvig, 2004]

2.3.1. AGENTES INTELIGENTES

Se define como un agente inteligente “un ente software o hardware, capaz de realizar, en forma autónoma e independiente, tareas que se consideran inteligentes y que son de beneficio para el ser humano, como la programación de actividades y la toma de decisiones” [Pajares & Santos, 2006].

Un agente es cualquier cosa capaz de percibir su medio ambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores. Un agente humano tiene ojos, oídos y otros órganos sensoriales además de manos, piernas, boca y otras partes del cuerpo para actuar.

En este contexto la racionalidad es la característica que posee una elección de ser correcta, más específicamente, de tender a maximizar un resultado esperado. Este concepto de

racionalidad es más general y por ello más adecuado que inteligencia para definir el comportamiento de los agentes inteligentes. Por este motivo es mayor el consenso en llamarlos agentes racionales [Russell & Norvig, 2004].

En la siguiente figura podemos observar el diagrama de un agente genérico (Ver Figura 2.6):

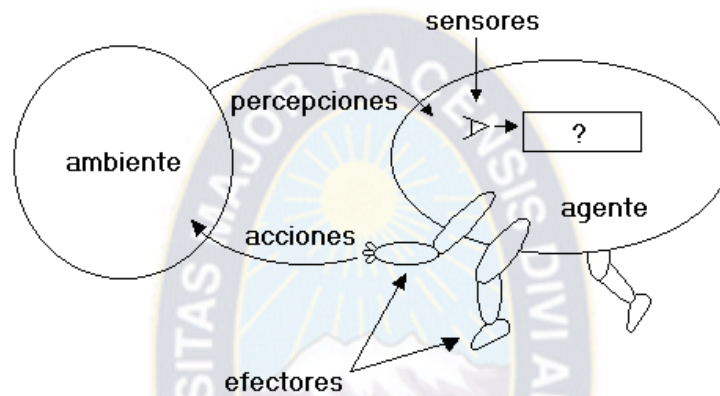


Figura 2.6: Visión Esquemática de un Agente Inteligente

Fuente: [Russell & Norvig, 2004]

2.3.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGENTES INTELIGENTES

Puede encontrarse un sinnúmero de definiciones de agente y lo que apoya a estas son las características que posee dicho agente y también contribuyen a que un agente pertenezca o no a una clasificación.

A continuación se citan las características más importantes que poseen los agentes inteligentes [Russell, 1996], (Ver Figura 2.7):

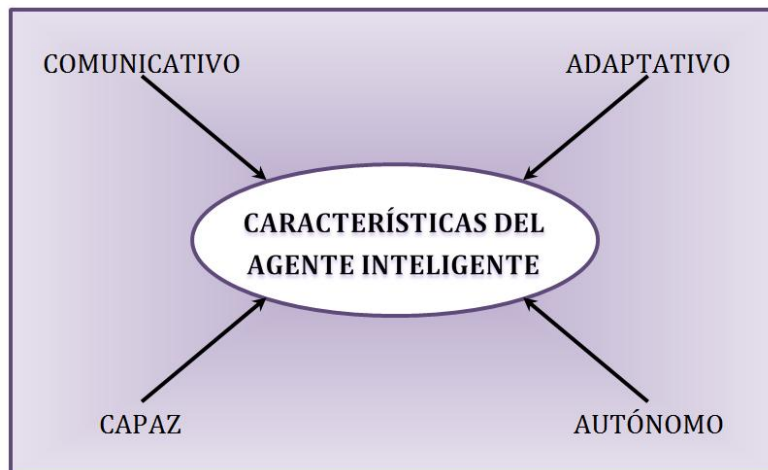


Figura 2.7: Características de un Agente Inteligente

Fuente: [Pajares, 2006]

- **Comunicativo.** Un agente tiene que ser comunicativo, el agente debe entender las necesidades objetivos sin referencias del usuario para que éste pueda realizar su función correctamente.
- **Autónomo.** Un agente tiene que ser autónomo, el agente además de comunicarse debe poder interactuar con el entorno, tomando decisiones y actuando por sí solo, limitando sus acciones según el nivel de autonomía permitida o el usuario.
- **Adaptativo y Capaz.** Un agente tiene que ser adaptativo y debe ser capaz de aprender el entorno preferente del usuario, fuentes de información u otros agentes.

2.3.1.2. ESTRUCTURA DE UN AGENTE INTELIGENTE

Para realizar una correcta implementación de los agentes inteligentes es necesario conocer su estructura interna. Ésta contiene, dos partes fundamentales, la arquitectura y el programa de agente. Podría resumirse de la siguiente manera:

AGENTE = PROGRAMA + ARQUITECTURA

Dónde:

- **Agente.** Un agente es todo aquello que puede considerarse que percibe su ambiente mediante sensores y que responde o actúa en tal ambiente por medio de sus efectores.
- **Programa.** Consta de una estructura de datos internos que se irán actualizando con la llegada de nuevas percepciones. Estas estructuras de datos se operan mediante los procedimientos de toma de decisiones de un agente para generar la elección de una acción, elección que se transferirá a la arquitectura para proceder a su ejecución.
- **Arquitectura.** La arquitectura puede ser una computadora sencilla o hardware especial para la ejecución de ciertas tareas. La arquitectura pone al alcance del programa las percepciones obtenidas mediante los sensores, lo ejecuta y alimenta al efector con las acciones elegidas por el programa conforme éstas se van generando.

2.3.2. AGENTES PEDAGÓGICOS

Los agentes pedagógicos evitan perder el tiempo del usuario, puesto que a medida que el usuario se desenvuelve en una aplicación hace retroalimentación inmediata, así, se puede pedir ayuda al sistema de forma inmediata y de la misma forma poder llevar un registro de ello. La idea de utilizar un agente pedagógico es poder encontrar en él un agente especializado que reside en un entorno interactivo de aprendizaje, para este tipo de software se recomienda utilizar una figura en movimiento para crear la ilusión de tener vida, dar respuestas lógicas a las preguntas de los estudiantes [Gonzales, 2002].

La “inteligencia” de un agente pedagógico no implica el resolver unos ejercicios, sino el guiar al estudiante paso a paso para que éste le indique como resolverlo.

Un agente pedagógico puede ser definido como un agente inteligente que toma decisiones acerca de cómo maximizar el aprendizaje del estudiante, y el entorno que observa a un

estudiante en su proceso de aprendizaje; para cumplir con sus metas, un agente pedagógico puede actuar como un tutor virtual, como un estudiante virtual o como un compañero de aprendizaje que ayuda al estudiante en su proceso de aprendizaje [Gonzales, 2004].

A continuación veremos cómo trabaja un agente pedagógico (Ver Figura 2.8):

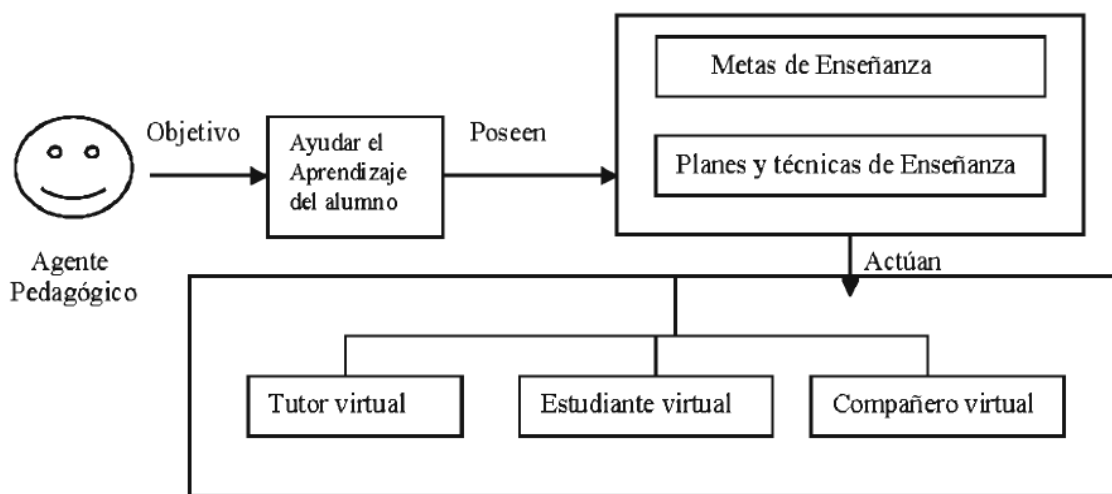


Figura 2.8: Agente Pedagógico

Fuente: [Aguilar, 2004]

También se considera que los agentes pedagógicos poseen un conjunto normativo de metas de enseñanza, planes para la ejecución de metas (estrategias de enseñanza) y recursos asociados a ámbitos de aprendizaje, los agentes pedagógicos son aquellos sistemas que se usan para fines de la educación, pudiendo actuar como tutores virtuales de aprendizaje con el objetivo de auxiliar a los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje [Botya, 2000].

2.4. SISTEMA TUTOR INTELIGENTE

Los Sistemas Tutores Inteligentes son sistemas instruccionales adaptativos, que poseen ciertas características “inteligentes” en relación a la capacidad de adaptación, a los tipos de aprendizaje y al conocimiento de los estudiantes. Representan un conjunto de principios

instruccionales lo suficientemente generales como para ofrecer instrucción efectiva mediante un conjunto de tareas de enseñanza.

Un tutor inteligente, por lo tanto: “es un sistema de software que utiliza técnicas de Inteligencia Artificial para representar el conocimiento e interactúa con los estudiantes para enseñárselo” [Wenger, 1987].

[Wolf 1984] define los Sistemas Tutores Inteligentes como: “sistemas que modelan la enseñanza, el aprendizaje, la comunicación y el dominio del conocimiento del especialista y el entendimiento del niño sobre ese dominio”.

[Giraffa, 1997] los delimita como: “un sistema que incorpora técnicas de Inteligencia Artificial a fin de crear un ambiente que considere los diversos estilos cognitivos de los estudiantes que utilizan el programa”.

2.4.1. ARQUITECTURA DE UN SISTEMA TUTOR INTELIGENTE

La arquitectura básica de un Sistema Tutor Inteligente consta de tres módulos base: módulo tutor, módulo del estudiante, módulo dominio.

Estos tres módulos están interconectados para poder adaptarse a los estudiantes, así mismo, los tres módulos que componen un Tutor Inteligente realizan tareas específicas, que apoyan a las acciones tomadas con cada estudiante, las que se implementa a través de otro módulo llamado interfaz (Ver Figura 2.9).

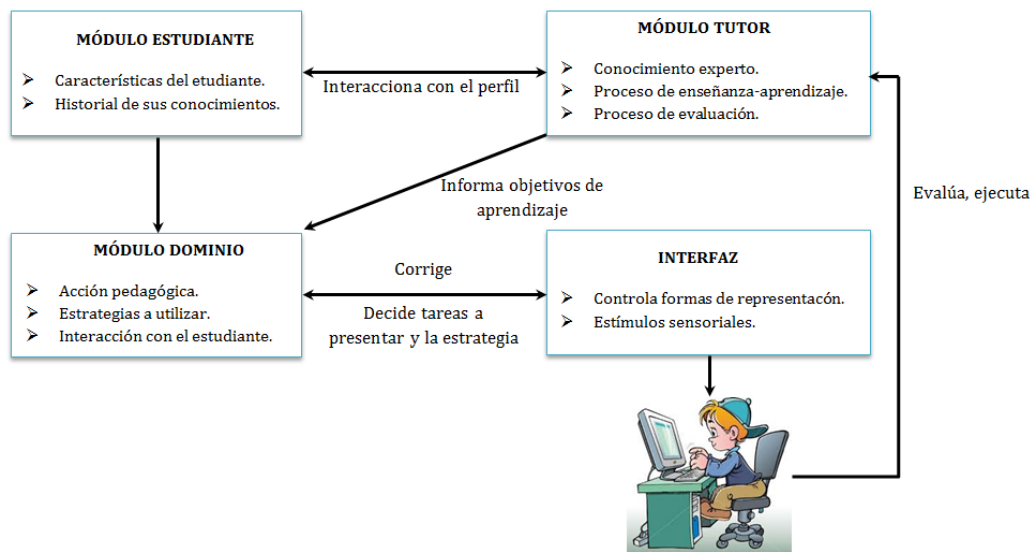


Figura 2.9: Arquitectura de un Sistema Tutor Inteligente

Fuente: [Gonzales, 2004]

2.4.1.1. MODULO TUTOR

Este módulo es el encargado de dirigir la interacción entre el sistema y el estudiante. Por tanto, una de sus funciones principales es la de monitorear y entrenar al estudiante ejecutando una tutoría sobre él. Otra de las funciones del módulo pedagógico son: responder al estudiante, decidir sobre que material presentar y preguntar de acuerdo al nivel de este, y sugerir preguntas y ejemplos. Esta información es válida al módulo interfaz con el usuario para que este la presente de manera clara y comprensible.

Según Huapaya, el material de instrucción del curso se presenta al estudiante y luego se hacen varias preguntas. Si el usuario responde correctamente se pasa a la siguiente fase. Las respuestas a las preguntas son resumidas al final del curso para medir el rendimiento del estudiante. Si las respuestas son incorrectas, se le presenta el material instructivo nuevamente, de manera ligeramente diferente. Tales sistemas pueden parecer inteligentes cuando se adaptan a las falencias del estudiante. Sin embargo, esta apariencia es el resultado del esfuerzo del diseñador tratando de anticipar todos los posibles errores que puede cometer el estudiante. [Huapaya, 2009] (Ver Tabla 2.2).

GRUPO	NIVEL	% LOGRADO
1	Bajo	0 - 20
2	Regular	20 - 40
3	Avanzado	40 - 100

Tabla 2.2: Clasificación para medir el rendimiento del estudiante

Fuente: [Castillo, 2010]

2.4.1.2. MÓDULO ESTUDIANTE

Se emplea para representar la comprensión del estudiante del dominio en cualquier momento durante la sesión tutorial. Este módulo contiene amplia información acerca del estudiante, de tipo personal (psicológico) y de tipo pedagógico (conocimiento en la materia), que le permite determinar en todo momento su nivel actual de conocimiento y características particulares, controlando sus fallas identificándolas y sus avances frente a la instrucción, creándose a la vez un histórico de todo el proceso.

- **Estilos de aprendizaje:** Compuesto por una base de datos con los estilos de aprendizajes disponibles en el sistema, los métodos de selección de estilos y las características de cada uno de ellos.
- **Estado de conocimientos:** Contiene el mapa de conocimientos obtenido inicialmente a partir del módulo del dominio y que progresivamente el actualizador de conocimientos irá modificando a través de los resultados obtenidos en las evaluaciones efectuadas por el módulo del tutor quien le enviará dichos resultados procesados.

2.4.1.3. MÓDULO DOMINIO

El módulo dominio cumple la función de tutor o educador y contiene información para decidir que tareas se le presentara al estudiante de acuerdo con los objetivos de aprendizaje que el “modelo pedagógico” establece. Es el encargado de generar los planes

instruccionales de cada sesión. Este módulo es responsable de la activación del módulo de “interface”. Debe ser un crítico constructivo, que ayuda al estudiante a salir de ciertas dificultades.

El principal objetivo del tutor es enseñar al estudiante para que trabaje por sí mismo, piense por sí mismo y sea constructor de su aprendizaje. Para [González; 2004] las funciones propias del tutor son:

- Motivar y promover el interés de los participantes en el estudio de las temáticas propuestas.
- Guiará y/o reorientará al estudiante en el proceso de aprendizaje atendiendo a sus dudas o dificultades, aportando ejemplos clasificadorios.
- Evaluar, el proceso de aprendizaje seguido por los participantes.

2.4.1.4. INTERFAZ

Es el responsable de generar salidas gramáticamente correctas. Ayuda al módulo pedagógico a interpretar las respuestas del estudiante, en términos del módulo pedagógico.

Este módulo es quizá, de los cuatro el más complejo, se basa normalmente en alguna forma de procesamiento de lenguaje natural. Se debe lograr una comunicación efectiva y ante todo inteligente, no sólo en la parte de la comprensión y generación del lenguaje natural sino también en la del análisis de las palabras en la determinación del entendimiento sistema-estudiante.

Habitualmente las acciones se realizan mediante manipulación directa, para facilitar la interacción del usuario con la computadora. Surge como evolución de las interfaces de línea de comandos que se usaban para operar los primeros sistemas operativos y es pieza fundamental en un entorno gráfico [John McCarthy, 2008].

2.5. LA CREATIVIDAD

La creatividad es la capacidad propia del ser humano que le permite fantasear, transformar y resolver problemas. Ser creativo es ser capaz de producir algo novedoso, algo que se separa de lo usual, rompe paradigmas tradicionales y crea otros nuevos.

Creatividad es la capacidad de obtener nuevas combinaciones, relaciones e ideas; a partir de ideas u objetos ya conocidos y cuanto más distintos sean éstos entre sí, más creativa será la nueva combinación cuyas características no son conocidas.

Creatividad es sinónimo de pensamientos divergentes, este tipo de pensamiento tiende a “revisar lo desconocido, explorar lo indeterminado y construir o elaborar lo que podría ser”, se aparta de los estereotipos y busca la originalidad, considera que no existe una solución única, tiene libertad para buscar otras direcciones y su éxito está en producir nuevas formas.

En la creatividad intervienen varios factores, como ser la fluidez, la flexibilidad, la intuición y podrá transferir ideas de un área a otra y encontrar múltiples soluciones a los problemas. Intervienen también en la creatividad facultades del intelecto como ser el saber comprar y analizar, saber combinar, hallar la relación, etc.

La creatividad puede ser estimulada a través de las artes y también de las diferentes asignaturas. Son muchas las actividades que nos pueden conducir a incentivarla.

2.6. TEORÍAS DE APRENDIZAJE

Una teoría del aprendizaje es un constructo que explica y predice como aprende el ser humano, sintetizando el conocimiento elaborado por diferentes autores. Es así como todas las teorías, desde una perspectiva general, contribuyen al conocimiento y proporcionan fundamentos explicativos desde diferentes enfoques, y en distintos aspectos.

Las teorías del aprendizaje pretenden describir los procesos mediante los cuales tanto los seres humanos como los animales aprenden. Las diversas teorías ayudan a comprender,

predecir y controlar el comportamiento humano, elaborando a su vez estrategias de aprendizaje y tratando de explicar cómo los sujetos acceden al conocimiento. Su objeto de estudio se centra en la adquisición de destrezas y habilidades en el razonamiento y en la adquisición de conceptos.

El estudio de las teorías del aprendizaje, por una parte nos proporcionan un vocabulario y un armazón conceptual para interpretar diversos casos de aprendizaje. Por otra parte nos sugieren dónde buscar soluciones para los problemas prácticos, aunque ellas no nos dan soluciones, pero dirigen nuestra atención hacia ciertas variables que son fundamentales para encontrar la solución [De la Mora, 1979].

Casi todas las teorías tienen un sustento filosófico – psicológico y han podido ser adaptadas, para lograr imitar sus tendencias en el campo pedagógico, pudiendo así trasladarlas al aula y poniendo en práctica [Baggini, 2008].

La educación y el desarrollo son dos temas que van estrechamente relacionados, estos fueron objeto de estudio de tres importantes autores: Piaget, Ausubel y Vigotsky, de los cuales trataremos sus teorías.

Los autores mencionados se movieron bajo el paradigma constructivista. El constructivismo tiene como fin que el estudiante construya su propio aprendizaje y cada autor lo maneja de una forma particular. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano.

2.6.1. LA TEORÍA DE APRENDIZAJE DE JEAN PIAGET

Jean Piaget es reconocido como una de las figuras más influyentes de la psicología y la pedagogía moderna y, sin duda, como la más importante en el estudio del desarrollo infantil. Descubrió en particular dos disciplinas que le interesaban mucho: la lógica formal y los trabajos relativos a la inteligencia del niño. En el marco de un estudio, en el laboratorio de Alfred Binet, tuvo la oportunidad de interrogar a unos estudiantes de

escuelas parisinas. Realizó un tipo de entrevista que rompía con los métodos vigentes, sobre todo el de las pruebas [Perraud, 1999].

La adaptación consta en dos subprocesos: asimilación y acomodación. La adaptación es el equilibrio que se produce una vez asimilada la nueva información. Por asimilación se entiende la integración de nueva información en lo que ya se conoce, o sea en los esquemas ya existentes. Acomodación es el proceso de cambio o reajuste en los esquemas para asimilar la nueva información [Poma, 1996].

La mayor parte del tiempo los niños asimilan información adecuada a su desarrollo mental y la clasifican de acuerdo con lo que ya saben. A veces se enfrentan a problemas que no pueden resolver y deben hacer ajustes, crear nuevas estrategias o modificarlas para enfrentar la nueva situación.

Según Piaget, las etapas del desarrollo cognitivo [Mussen, 1984] son:

➤ **Etapas sensorio-motora (0 – 2 años)**

Donde los niños muestran una vivaz e intensa curiosidad por el mundo que les rodea.

➤ **Etapas preoperacional (2 – 7 años)**

En la que el pensamiento del niño es mágico y egocéntrico [Piaget, 1961].

➤ **Etapas de las operaciones concretas (7 – 11 años)**

Es una etapa que coincide con la escolarización básica o primaria, el niño se hace más capaz de mostrar el pensamiento lógico ante los objetos físicos. Una facultad recién adquirida, la reversibilidad, le permite invertir o regresar mentalmente sobre el proceso que acaba de realizar, una acción que antes sólo había llevado a cabo físicamente.

El niño también es capaz de retener mentalmente dos o más variables, las operaciones matemáticas surgen en este periodo, el niño se convierte en un ser cada vez más capaz de pensar en objetos físicamente ausentes, apoyado en imágenes vivas de experiencias pasadas.

Los niños muestran una marcada disminución de su egocentrismo, se vuelven más sociocéntricos. A medida que muestran una mayor habilidad para aceptar opiniones ajenas, también se hacen más conscientes de las necesidades del que escucha, la información que tiene y de sus intereses.

➤ **Etapa de las operaciones formales (11 años en adelante)**

Se caracteriza por la habilidad de pensar más allá de la realidad concreta, es capaz de realizar altas abstracciones.

2.6.2. LA TEORÍA SOCIOCULTURAL DE LEV VYGOTSKY

La teoría de Vygotsky se basa principalmente en el aprendizaje sociocultural de cada individuo y por lo tanto en el medio en el cual se desarrolla.

Plantea su modelo de aprendizaje sociocultural, a través del cual sostiene, a diferencia de Piaget, que ambos procesos, desarrollo y aprendizaje, interactúan entre sí considerando el aprendizaje como un factor del desarrollo. Además, la adquisición de aprendizajes se explica como formas de socialización.

Esta estrecha relación entre desarrollo y aprendizaje que Vigotsky destaca y lo lleva a formular su famosa teoría de la “zona de desarrollo próximo”.

Esto significa “la distancia entre el nivel de desarrollo, determinado por la capacidad para resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz”.

De todos modos, subraya que el motor del aprendizaje es siempre la actividad del sujeto, condicionada por dos tipos de mediadores: “herramientas” y “símbolos”, ya sea autónomamente en la “zona de desarrollo real”, o ayudando por la mediación en la “zona de desarrollo potencial”.

2.6.3. LA TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE DAVID AUSUBEL

La teoría de Ausubel acuña el concepto de “aprendizaje significativo” para distinguirlo del repetitivo o memorístico y señala el papel que juegan los conocimientos previos del estudiante en la adquisición de nuevas informaciones. La significatividad sólo es posible si se relacionan los nuevos conocimientos con los que ya posee el sujeto.

Para Ausubel, aprender es sinónimo de comprender. Por ello, lo que se comprenda será lo que se aprenderá y recordará mejor porque quedará integrado en nuestra estructura de conocimientos.

El aprendizaje significativo aparece en oposición al aprendizaje sin sentido, memorístico o mecánico. El término “significativo” se refiere tanto a un contenido con estructuración lógica propia como a aquel material que potencialmente puede ser aprendido de modo significativo, es decir, con significado y sentido para el que lo internaliza [Ausubel, 1983].

2.7. ÁREA DE MATEMÁTICAS

La etimología de la palabra ‘matemática’ remite al griego, en el que significaba ‘conocimiento’. Se define como la ciencia formal y exacta que, basada en los principios de la lógica, estudia las propiedades y las relaciones que se establecen entre los entes abstractos. Este concepto de ‘entes abstractos’ incluye a los números, los símbolos y las figuras geométricas, entre otros. El campo de estudio de la matemática fue modificándose con el tiempo: hasta el siglo XIX se limitaba al estudio de las cantidades y de los espacios, pero con los avances científicos fueron apareciendo campos de la matemática que excedían esos dos, lo que exigió su redefinición.

La aplicación de las matemáticas aparece en casi todos los ámbitos de la vida. Veamos una pequeña reseña:

- En la vida cotidiana, donde con gran asiduidad se hacen cálculos matemáticos, o bien mediciones y comparaciones. La matemática está tan presente en nuestra vida que muchos expertos consideran a la ausencia de nociones matemáticas como una variante del analfabetismo.
- En las ciencias exactas y naturales. En muchos casos (como la ingeniería o la física), su existencia misma se debe al enfoque que aportan las matemáticas. En la biología o la química también es sumamente importante la matemática.
- En las ciencias sociales, como la economía o la psicología, que se apoyan en conceptos matemáticos.
- Incluso en otras disciplinas y en las artes (música, escultura, dibujo), se han utilizado y se utilizan recursos matemáticos.

La matemática se subdivide en diferentes ramas, que fueron apareciendo con el tiempo y se dedican a partes específicas de esta ciencia. Estas son algunas de ellas:

- **Aritmética:** Comprende el estudio de los números. Además de los números naturales, incluye a todos los números racionales, reales y complejos. Las operaciones que se realizan con estos números están incluidas en esta rama.
- **Geometría:** Comprende el estudio de las figuras y sus vínculos con el espacio. Incluye a la trigonometría y a la geometría descriptiva, entre otras.
- **Probabilidad y estadística:** Comprende el análisis de las tendencias sobre la base de un muestreo; resulta de mucho interés para las ciencias sociales.

- **Álgebra:** Es la rama que se dedica a analizar las estructuras, realizando las operaciones aritméticas a través de letras o símbolos.

La persona que se dedica al estudio de las matemáticas es llamada matemático. Se pueden mencionar como destacados matemáticos a lo largo de la historia a Pitágoras, Arquímedes, René Descartes o Isaac Newton, quienes aportaron importantes conceptos a la materia. Por último, se dice que un suceso es matemático o que ocurre matemáticamente cuando se presenta con mucha exactitud o regularidad, destacándose precisamente por ese atributo.

La historia de las matemáticas comienza con la primera gran “abstracción”, que es el desarrollo de los números y el contar. Los orígenes de ésta disciplina vienen dados por una necesidad bastante básica: la necesidad de contar objetos físicos para el comercio (en sus inicios el trueque), para clasificar extensiones de territorio y para realizar asociaciones relacionadas con los astros. Por supuesto que la siguiente necesidad fue la de realizar operaciones básicas con estos números, para poder hacer predicciones básicas: el sumar, restar, multiplicar y dividir.

Pero a lo largo del siglo XX las matemáticas se han demostrado como esenciales en otros dos campos: la Informática y la Economía.

En Informática, todos los grandes precursores de la teoría de la computación antes incluso de que existieran los ordenadores (Gödel, Church, Turing, Shannon) fueron matemáticos; y muchos de los desarrollos tanto de los comienzos como otros más recientes fueron hechos por matemáticos. Por poner dos ejemplos, el cifrado RSA (1977) que se usa en el protocolo https (el que usas en todas las comunicaciones seguras por internet) o en el DNI electrónico debe su nombre a sus tres creadores, Rivest, Shamir y Adleman, que eran los tres Graduados en Matemáticas (por Yale, Tel Aviv, y Berkeley).

En Economía, cada vez es más común el uso de modelos matemáticos para estudiar tanto las variables macroeconómicas como la evolución de mercados concretos como la bolsa.

Las matemáticas están presentes en diversos ámbitos de nuestra vida cotidiana: en la naturaleza, el arte, el deporte, la música, los juegos de azar, los juegos de casino, en la probabilidad y la estadística, tan sólo por mencionar algunos ejemplos. Desarrollar la habilidad del cálculo es importante, no sólo para el aprendizaje de las matemáticas, sino para desarrollar aspectos como la memoria, concentración, atención y agilidad mental [Coto, 2010].

2.8. PLANIFICACIÓN CURRICULAR

La planificación curricular es parte esencial para el ámbito educativo, es un proceso determinante para el tipo de estudiante que queremos formar, y de esta manera convertir el escenario educativo en un proceso eficaz y eficiente, logrando aprendizaje significativos en cada uno de los estudiantes.

La planeación curricular es un plan o proceso que norma y conduce explicativamente un proceso concreto y determinando de enseñanza- aprendizaje, que se lo realiza en una institución educativa. Es un conjunto interrelacionado de conceptos, posiciones y normas, estructurado en forma anticipada a acciones que se quiere organizar. Es una construcción conceptual destinada a conducir acciones, y de ellas se desprenden evidencias que hacen posible introducir ajustes o modificaciones al plan [Lazo y Castaño, 2001].

Para Kaufman R. A. [Kaufman, 1973] “...la planificación curricular se ocupa solamente de determinar que debe hacerse, a fin de que posteriormente puedan tomarse decisiones prácticas para su implantación. La planificación es un proceso para determinar “adonde ir” y establecer los requisitos para llegar a ese punto de la manera más eficiente y eficaz posible”.

La planificación curricular comprende el proceso de previsión, realización y control de las diversas actividades involucradas que intervienen en un hecho, fenómeno o proceso determinado. Planificación curricular es el proceso de previsión de las acciones que

deberán realizarse en la institución educativa con la finalidad de vivir, construir e interiorizar en experiencias de aprendizaje deseables en los estudiantes. Orientar sus esfuerzos al diseño y elaboración del Plan Curricular, en el cual están estructurados todos los componentes (campos) que debieran ser considerados.

Los elementos que intervienen en el proceso educativo son: objetivos y/o competencias, contenidos, actividades, métodos, procedimientos y técnicas, medios y materiales educativos, escenario educativo, tiempo y diseño (propuesta) de evaluación. Asimismo, en el proceso de Planificación curricular intervienen los sujetos de la educación en una acción dinámica y permanente [Flores, 2006].

2.8.1. CONTENIDO DE LA MATERIA EN MATEMÁTICAS

Los contenidos previstos por el Ministerio de Educación para los cursos de 2do, 3ro y 4to de primaria en el área de las matemáticas (Ver Anexo D), permitirán al estudiante analizar, razonar y comunicar ideas de manera efectiva mediante el planteamiento, la formulación y la resolución de problemas matemáticos. En el presente trabajo se tomará en cuenta el contenido descrito a continuación:

- **Reconocimiento de números:** Reconocer y aprender los números es un precursor muy importante para los niños que comienzan la primera etapa escolar, ya que de ello depende que más adelante puedan trabajar en actividades mucho más avanzadas.
- **Ordenar los números:** Menor, mayor son palabras que nos permiten entender comparaciones entre los números naturales y de esa forma poder ordenarlos según uno sea mayor, menor que el otro.
- **Operaciones aritméticas:** La aritmética es la rama de la matemática cuyo objeto de estudio son los números y las operaciones elementales hechas con ellos: suma, resta, multiplicación y división.

- **Operaciones aritméticas con fracciones:** Una fracción es un número, que se obtiene de dividir un entero en partes iguales y con estos realizar operaciones elementales como la suma de fracciones, resta de fracciones y multiplicación de fracciones.

2.9. USO DEL COMPUTADOR EN LA EDUCACIÓN

El computador puede emplearse en varios aspectos de la educación, como ser:

- **Como herramienta de apoyo:** El uso y las varias formas de utilizar la computadora en la educación básica, han buscado desde sus inicios, satisfacer ciertas necesidades del proceso didáctico y a la vez permitir ampliar la conceptualización por parte de los educadores, de las posibilidades de la misma; presentando para ello entre otras opciones:

La computadora como un recurso didáctico en la que ésta, al igual que sus programas, ocupan el papel de un elemento del proceso de enseñanza – aprendizaje. Reconociendo así a la computadora como herramienta de aprendizaje y como auxiliar del educador.

- **Instrumento de aprendizaje:** La computadora es un instrumento universal y poderoso para procesar información y los educadores lo puedan convertir en un extraordinario auxiliar didáctico. Sin embargo, no se debe perder de vista que se trata de un instrumento. Es decir, la computadora por sí misma no lleva a cabo la acción, pero en manos del educador, puede servir para enseñar y aprender. Este debe ser el punto de partida para elaborar estrategias que permitan a los maestros usar de manera efectiva las computadoras.
- **Soporte administrativo:** La computadora como educador. En este caso la computadora asume el rol del educador, de alguna manera la computadora es el tutor. Para esto la computadora tiene que estar programada por expertos, el sujeto

de la enseñanza es el estudiante, el cual recibe el material, contesta a preguntas y es evaluado por la computadora, en el mejor de los casos trata de acomodarse a un amplio rango de estudiantes y sus diferencias.

2.10. MATERIAL EDUCATIVO

El material educativo hace referencia a una amplia variedad de dispositivos comunicacionales producidos en diferentes soportes que son utilizados con internacionalidad pedagógica con el objeto de ampliar contenidos, facilitar la ejercitación o completar la forma en que se ofrece la información.

El material educativo es aquel que si bien por sus características puede ser utilizado con fines pedagógicos, no ha sido originalmente diseñado para este fin sino que fue elaborado en otro contexto comunicacional. Estos materiales se caracterizan especialmente por la forma en que presentan el contenido ya sea por sus aspectos estéticos, profundidad o claridad discursiva.

El material educativo es el conjunto de medios de los cuales se vale el educador para la enseñanza – aprendizaje de los estudiantes, para que estos adquieran conocimientos a través del máximo número de sentidos. Es una manera práctica y objetiva donde el maestro ve resultados satisfactorios en la enseñanza – aprendizaje [Luis Rojas, 2008]. Los materiales educativos son componentes de calidad, son elementos concretos físicos que portan mensajes educativos. El educador debe usarlos en el aprendizaje de sus estudiantes para desarrollar estrategias cognoscitivas, enriquecer la experiencia sensorial, facilitar el desarrollo, adquisición y fijación del aprendizaje; aproximando a los estudiantes a la realidad de lo que se quiere encontrar, motivar el aprendizaje significativo, estimular la imaginación y la capacidad de abstracción de los estudiantes, economizar el tiempo en explicaciones como en la percepción y elaboración de conceptos y estimular las actividades de los educandos. De igual modo, la utilización de los materiales educativos por parte del educador permite a los estudiantes: establecer relaciones interactivas, cultivar

el arte de observación, cultivar el arte de exposición creadora, cultivar el arte de comunicación, enriquecer sus experiencias, favorecer su comprensión y análisis del contenido y desarrollar su espíritu crítico y creativo.

De acuerdo al constructivismo pedagógico, los materiales educativos deben ser construidos y elaborados por el educador, quien actúa seleccionando, reuniendo y elaborando; también los estudiantes asumiendo responsabilidades, elaborando, cuidándolos, ordenándolos y sobre todo, usándolos en actividades lúdicas y libres, actividades de inicio, actividades de adquisición y construcción de aprendizajes, actividades de afianzamiento y de evaluación.

Luego de abordar aspectos conceptuales sobre los materiales educativos, podemos tomar como referencia una definición, la cual nos parece más acertada. Cuando se expresa que “el material educativo es un medio que sirve para estimular y orientar el proceso educativo, permitiendo al estudiante adquirir informaciones, experiencias, desarrollar actitudes y adoptar normas de conducta, de acuerdo a los objetivos que se quieren lograr al finalizar un contenido o una actividad pedagógica”.

2.10.1. MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO

Bajo el nombre Material Educativo Computarizado (MEC) se agrupan diversos tipos de aplicaciones encaminados a apoyar el aprendizaje. Una referencia bastante apropiada es "Ingeniería de Software Educativo" de Alvaro Galvis [Galvis, 1994], de donde se ha tomado la clasificación que se presenta. Una primera clasificación de herramientas y materiales para asistir el aprendizaje los divide en algorítmicos y heurísticos. En los materiales algorítmicos predomina el aprendizaje vía transmisión de conocimiento desde quien sabe hacia quien lo desea aprender; quien diseña la herramienta planea secuencias de actividades para conducir al estudiante; el rol de alumno es asimilar el máximo de lo que se le transmite. Por otra parte en los materiales heurísticos predomina el aprendizaje por experimentación y descubrimiento, el diseñador crea ambientes ricos en situaciones que el alumno debe explorar; 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 la herramienta.

Los juegos educativos, al igual que los simuladores apoyan el aprendizaje semejando situaciones, sin embargo, en la simulación se trata de situaciones reales mientras que esto no se da necesariamente en los juegos, además en éstos se dan situaciones excitantes o entretenidas. Los micro mundos exploratorios, emplean un lenguaje de programación sintónico, es decir no hay que aprenderlo, simplemente se está sintonizado con sus instrucciones y se emplea para interactuar en un micro mundo. La diferencia básica con los simuladores es que además de exigir la solución de problemas, la exige de forma estructurada (es decir, una que conlleve división de problemas en sub problemas). Por esta razón, los lenguajes sintónicos permiten el desarrollo de estrategias para solución de problemas [Salcedo, 2008].

2.11. HERRAMIENTAS

Las herramientas a utilizar en el presente trabajo serán detalladas a continuación.

2.11.1. ANDROID

Android es un sistema operativo móvil basado en Linux, que junto con aplicaciones middleware está enfocado para ser utilizado en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes, tabletas, google TV y otros dispositivos (Ver Figura 2.10).



Figura 2.10: Móvil Android

Fuente: [Hipp, 2008]

Es desarrollado por la open handset alliance, la cual es liderada por google. Este sistema por lo general maneja aplicaciones como Market (Marketing) o su actualización, PlayStore.

Fue desarrollado inicialmente por Android Inc una firma comprada por google en 2005. Es el principal producto de la open Handset alliance, un conglomerado de fabricantes y desarrolladores de hardware, software y operadores de servicio.

Las unidades vendidas de teléfonos inteligentes con Android se ubican en el primer puesto en los Estados Unidos en el segundo y tercer trimestres de 2010, con una cuota de mercado de 43,6% en el tercer trimestre. A nivel mundial alcanzó una cuota de mercado del 50,9% durante el cuarto trimestre de 2011, más del doble que el segundo sistema operativo (iOS de iPhone) con más cuota.

Tiene una gran comunidad de desarrolladores escribiendo aplicaciones para extender la funcionalidad de los dispositivos. A la fecha, se han sobrepasado las 400.000 aplicaciones (de las cuales, dos tercios son gratuitas) disponibles para la tienda de aplicaciones oficial de Android: Google Play, sin tener en cuenta aplicaciones de otras tiendas no oficiales para Android, como pueden ser la App Store de Amazon o la tienda de aplicaciones Samsung Apps de Samsung Google Play es la tienda de aplicaciones en línea administrada por Google, aunque existe la posibilidad de obtener software externamente. Los programas están escritos en el lenguaje de programación Java. No obstante, no es un sistema operativo libre de malware, aunque la mayoría de ello es descargado de sitios de terceros.

El anuncio del sistema Android se realizó el 5 de noviembre de 2007 junto con la creación de la Open Handset Alliance, un consorcio de 78 compañías de hardware, software y telecomunicaciones dedicadas al desarrollo de estándares abiertos para dispositivos móviles. Google liberó la mayoría del código de Android bajo la licencia Apache, una licencia libre y de código abierto.

A continuación se muestra la librería de Android (Ver Tabla 2.2):

LIBRERÍAS		
Surface Manager	Media Framework	SQLite
OpenGL ES	FreeType	WebKit
SGL	SSL	Llbc

Tabla 2.2: Librerías de Android

Fuente: [Hipp, 2008]

2.11.1.1. HISTORIA

Android era un sistema operativo para móviles prácticamente desconocido hasta que en 2005 Google lo compró. Hasta noviembre de 2007 sólo hubo rumores, pero en esa fecha se lanzó la Open Handset Alliance, que agrupaba a muchos fabricantes de teléfonos móviles, chipsets y Google y se proporcionó la primera versión de Android, junto con el SDK para que los programadores empezaran a crear sus aplicaciones para este sistema.

Aunque los inicios fueran un poco lentos, debido a que se lanzó antes el sistema operativo que el primer móvil, rápidamente se ha colocado como el sistema operativo de móviles más vendido del mundo, situación que se alcanzó en el último trimestre de 2010.

En febrero de 2011 se anunció la versión 3.0 de Android, llamada con nombre en clave Honeycomb, que está optimizado para tabletas en lugar de teléfonos móviles. Por tanto Android ha trascendido los teléfonos móviles para trascender a dispositivos más grandes.

2.11.1.2. SQLite

SQLite, la alternativa ideal para montar un motor de bases de datos de una manera muy simple, robusto, ligero y totalmente libre.

SQLite es un proyecto de dominio público, su creador es D. Richard Hipp, el cual implementa una pequeña librería de aproximadamente 500kb, programado en el lenguaje

C, de dominio público, totalmente libre y que tiene con función hacer de un sistemas de bases de datos relacional (Ver Figura 2.11).



Figura 2.11: SQLite

Fuente: [Hipp, 2008]

SQLite es independiente, simplemente se realizan llamadas a sub rutinas o funciones de las propias librerías de SQLite, lo cual reduce ampliamente la latencia en cuanto al acceso a las bases de datos. Con lo cual podemos decir que las base de datos compuesta por la definición de las tablas, índices y los propios datos son guardados por un solo fichero estándar y en un solo ordenador.

Es claro que SQLite tiene la capacidad de reemplazar a grandes motores de Bases de Datos y acoplarse al desarrollo de nuestros proyectos informáticos, ya sea en ambientes de prototipos de sistemas como así también en complejos y robustos software.

Veamos algunas razones para escoger SQLite como una herramienta de desarrollo:

- **Tamaño:** SQLite tiene una pequeña memoria y una única biblioteca es necesaria para acceder a bases de datos, lo que lo hace ideal para aplicaciones de bases de datos incorporadas.
- **Rendimiento de base de datos:** SQLite realiza operaciones de manera eficiente y es más rápido que MySQL y PostgreSQL.
- **Portabilidad:** Se ejecuta en muchas plataformas y sus bases de datos pueden ser fácilmente portadas sin ninguna configuración o administración.

- **Estabilidad:** SQLite es compatible con ACID, reunión de los cuatro criterios de Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad.
- **SQL:** implementa un gran subconjunto de la ANSI – 92 SQL estándar, incluyendo sub-consultas, generación de usuarios, vistas y triggers.
- **Interfaces:** Cuenta con diferentes interfaces del API, las cuales permiten trabajar con C++, PHP, Perl, Python, Ruby, Tcl, groovy, etc.
- **Costo:** SQLite es de dominio público, y por tanto, es libre de utilizar para cualquier propósito sin costo y se puede redistribuir libremente.

2.11.2. LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO

El Lenguaje Unificado de Modelado es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. UML proporciona las herramientas necesarias para poder obtener los planos del software, equivalentes a los que se utiliza en una construcción.

Con ésta herramienta elaboraremos diagramas de casos de uso, diagramas de clases y diagramas de secuencia.

2.11.3. MÉTODO ESTADÍSTICO: DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT

La distribución de student fue descrita en 1908 por William Sealy Gosset. Gosset trabajaba en una fábrica de cerveza Guinness, que prohibía a sus empleados la publicación de artículos científicos debido a una difusión previa de secretos industriales. De ahí que Gosset publicase sus resultados bajo el seudónimo de Student.

La distribución t de student o la distribución-t, es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño.

Aparece de manera natural al realizar la prueba t de student para la determinación de las diferencias entre dos medias muestrales y para la construcción del intervalo de confianza para la diferencia entre las medias de dos poblaciones cuando se desconoce la desviación típica de una población y ésta debe ser estimada a partir de los datos de una muestra.

Uno de los análisis estadísticos más comunes en la práctica es probablemente el utilizado para comparar dos grupos independientes de observaciones con respecto a una variable numérica.

La aplicación de un contraste paramétrico requiere la normalidad de las observaciones para cada uno de los grupos.

La comprobación de esta hipótesis puede realizarse tanto por métodos gráficos (por medio de histogramas, diagramas de cajas o gráficos de normalidad), o mediante test estadísticos. Un número suficiente de observaciones (mayor de 30) justifica la utilización del mismo test.

Así mismo, este tipo de metodología exigirá que la varianza en ambos grupos de observaciones sea la misma. En primer lugar se desarrollará el test t de student para el caso en el que se verifiquen ambas condiciones, discutiendo posteriormente el modo de abordar formalmente el caso en el que las varianzas no sean similares.

Bajo las hipótesis de normalidad e igual varianza la comparación de ambos grupos puede realizarse en términos de un único parámetro como el valor medio.

La t test para dos muestras independientes se basa en el estadístico:

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Donde, x_1 y x_2 denotan el valor medio en cada uno de los grupos.

$$S_1 S_2 = \frac{(n_1 - 1) S_{x_1}^2 + (n_2 - 1) S_{x_2}^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Donde, $S_1 S_2$ es un estimador de la desviación estándar común de ambas muestras: esto se define así para que su cuadrado sea un estimador sin sesgo de la varianza común, sea o no la media iguales.

En esta fórmula, n = número de participantes, 1 = grupo uno, 2 = grupo dos, $n - 1$ es el número de grados de libertad para cada grupo y el tamaño muestral total menos dos (esto es, $n_1 + n_2 - 2$), es el número de grados de libertad utilizados para la prueba de significancia.

Entre los usos más frecuentes de las pruebas t se encuentran: el test de locación de muestra única por el cual se comprueba si la media de una población distribuida normalmente tiene un valor específico en una hipótesis nula.

El test de hipótesis nula por el cual se demuestra que la diferencia entre dos respuestas medidas en las mismas unidades estadísticas es cero. Por ejemplo, supóngase que se mide el tamaño del tumor de un paciente con cáncer. Si el tratamiento resulta efectivo, lo esperable sería que el tumor de muchos pacientes disminuyera de tamaño luego de seguir el tratamiento. Esto con frecuencia es referido como prueba t de mediciones apareadas o repetidas.

3.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se procederá a la construcción del software, que fortalecerá el proceso de aprendizaje en los estudiantes del nivel primario, para el desarrollo del mismo se hace uso de las nuevas tecnologías, utilizando la metodología de ingeniería de software educativo propuesta por Galvis (Ver acápite 2.2), ésta está compuesta por cinco etapas:

- Análisis de las necesidades y entorno educativo.
- Diseño del módulo estudiante, módulo del dominio, módulo de interfaz y el módulo pedagógico que hará uso de un agente pedagógico con la implantación de una base de conocimientos que almacena reglas de aprendizaje.
- Desarrollo utilizando diversas herramientas de software seleccionadas para la programación del tutorial.
- Prueba piloto, tener una opinión por parte de expertos en diferentes áreas, es necesario realizar una prueba operacional para aumentar la probabilidad de que el material sea efectivo.
- La prueba de campo destinado a la población estudiantil del nivel primario, a niños y niñas de 7 a 9 años de edad.

La implementación de las tecnologías en los procesos educativos ha dado lugar al surgimiento de la educación virtual, como una respuesta a las necesidades de aprendizaje de la población que, por razones propias de su etapa de desarrollo no están sujetos al modo de aprendizaje normal.

3.2. SISTEMA TUTOR INTELIGENTE

Bajo la arquitectura de sistemas tutores inteligentes (Ver acápite 2.4), se diseña la arquitectura del tutor inteligente para el apoyo del aprendizaje de las matemáticas con estrategias creativas (TutorMath), con sus componentes: módulo tutor, módulo estudiante, módulo dominio e interface.

El TutorMath imita el comportamiento del educador en el proceso de aprendizaje, aplicando estrategias creativas y didácticas mediante el agente pedagógico, quién al interactuar con el estudiante de manera amigable, genera un aprendizaje dinámico y motivador.

3.2.1. ARQUITECTURA Y COMPONENTES DEL TUTOR INTELIGENTE

La arquitectura que posee el sistema tutor inteligente para el aprendizaje de las matemáticas con estrategias creativas (TutorMath), está definida por cuatro módulos y los componentes con los que cada uno de éstos cuenta (Ver acápite 2.4.1), a continuación se muestra en la arquitectura (Ver Figura 3.1.).

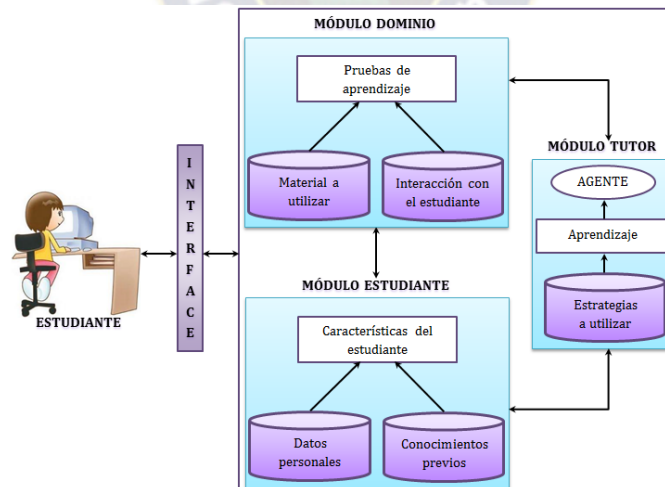


Figura 3.1: Arquitectura de TutorMath

Fuente: [Elaboración Propia]

3.2.1.1. MÓDULO TUTOR

Este módulo maneja los temas expuestos en el dominio y los resultados obtenidos para actualizar la representación de estado del conocimiento del estudiante, el estado de conocimientos se mide a través de pruebas al finalizar cada nivel y al mismo tiempo trabaja conjuntamente con el módulo de interfaz (Ver acápite 2.4.1.1).

El módulo tutor imita la labor del educador humano, porque almacena el temario de lo que se va a aprender, como también dará sugerencias lo cual se muestra a continuación (Ver Figura 3.2).

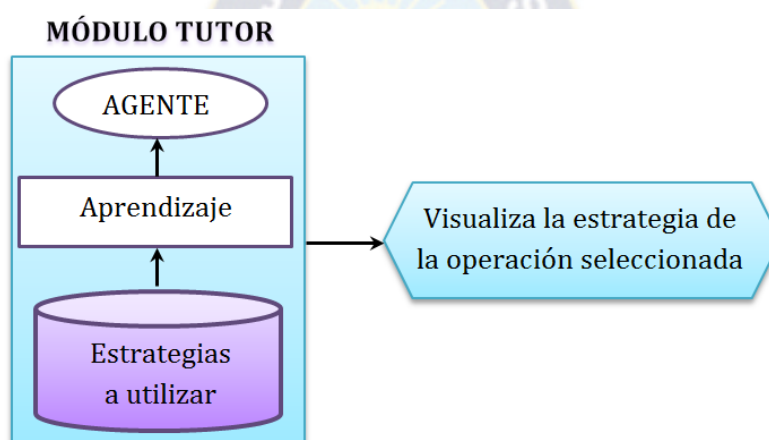


Figura 3.2: Componentes del Módulo Tutor

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Estrategias a utilizar**

- ✓ Despertar el interés y la atención del estudiante por el estudio en cada contenido, esto se realizará a través de la motivación, esto con ayuda del agente pedagógico, cada vez que se realice algo correcto, el agente motivará al estudiante para seguir adelante, felicitándolo por su rendimiento.

- ✓ Ejercicios de reconocimiento de números, estos ejercicios son utilizados para que el estudiante reconozca los números que sean mostrados en pantalla (Ver Figura 3.3).



Figura 3.3: Reconocimiento de Números

Fuente: [Elaboración Propia]

- ✓ Ejercicios de ordenamiento de números, con esta actividad se propone que el estudiante entienda la comparación de los números naturales y de esa forma poder ordenarlos según uno sea mayor o menor que el otro (Ver Figura 3.4).



Figura 3.4: Ordenar Números

Fuente: [Elaboración Propia]

- ✓ Ejercicios de operaciones aritméticas didácticas, el objetivo de estudio son los números y las operaciones elementales, como la suma, resta y multiplicación (Ver Figura 3.5).

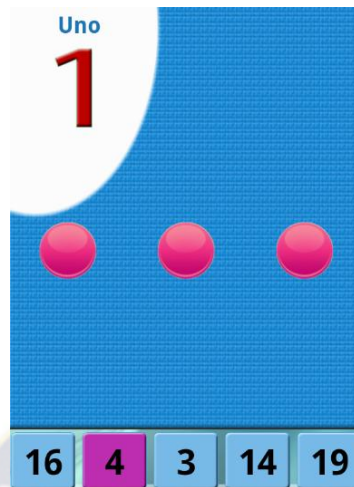


Figura 3.5: Suma Didáctica

Fuente: [Elaboración Propia]

- ✓ Ejercicios de operaciones aritméticas con estrategias creativas, el objetivo de estudio son los números y las operaciones elementales, como la suma, resta y multiplicación (Ver Figura 3.6).



Figura 3.6: Suma con Creatividad

Fuente: [Elaboración Propia]

- ✓ Ejercicios de operaciones aritméticas con suma de fracciones, resta de fracciones y multiplicación de fracciones (Ver Figura 3.7).

$$\frac{1}{7} + \frac{6}{7} = \underline{\quad}$$

Figura 3.7: Suma de Fracciones

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Construcción del Agente Pedagógico**

El agente pedagógico en el módulo tutor imitará la función del educador, sin necesidad de una intervención directa de los tutores humanos, consta de cuatro procesos básicos:

i. Definición del problema agente

El objetivo fundamental que tiene, es de seleccionar los contenidos, técnicas, estrategias y métodos adecuados que se usaran para enseñar al estudiante, además este podrá ver su nivel de aprendizaje.

ii. Adquisición y representación del contenido

Para la adquisición y representación del conocimiento se toma en cuenta las percepciones, las acciones, la meta y el ambiente en que se desenvuelve el agente, a continuación se describe su estructura de componentes (Ver Tabla 3.1).

AGENTE PEDAGÓGICO

PERCEPCIONES	ACCIONES	METAS	AMBIENTE
<p>Percibe en el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Agrado por seguir. ➤ Respuestas del estudiante a través del teclado. ➤ Error. ➤ Salir del tutorial. ➤ Perfil del estudiante. ➤ Métodos, estrategias. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contenidos mínimos. ➤ Muestra ejercicios con estrategias creativas de aprendizaje. ➤ Puntualiza aspectos importantes del progreso (como por ejemplo: Felicitaciones, motivaciones, etc.) 	<p>Ayudar a través del TutorMath a los estudiantes con problemas de aprendizaje de las matemáticas, utilizando métodos y estrategias creativas adecuadas.</p>	<p>Estudiantes, otros usuarios.</p>

Tabla 3.1: Componentes del Agente Pedagógico

Fuente: [Elaboración Propia]

iii. Diseño del agente pedagógico

El agente pedagógico percibe su ambiente mediante sensores y actúa a través de sus efectores (Ver Figura 3.8).

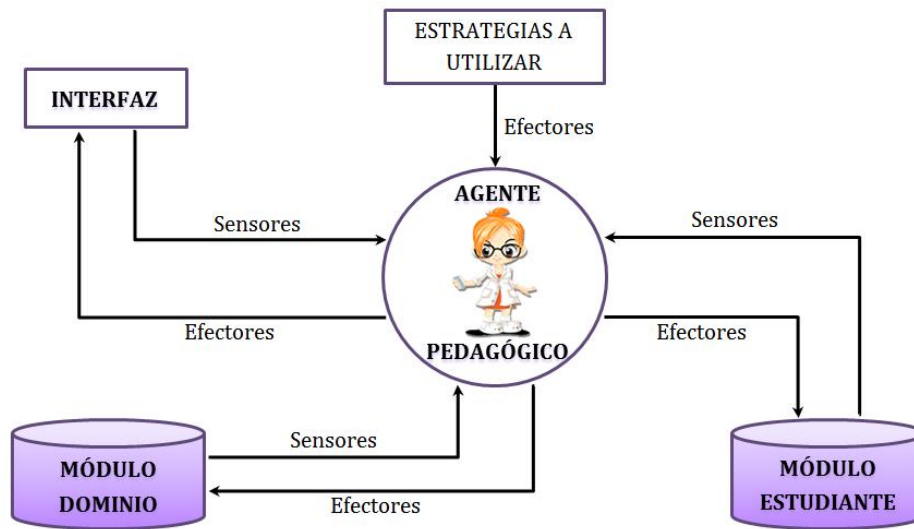


Figura 3.8: Arquitectura del Agente

Fuente: [Elaboración Propia]

El siguiente algoritmo será utilizado en el agente pedagógico de TutorMath, el cual describe la forma de evaluación del estudiante, por ejemplo, si el estudiante en la prueba elaborada saca una nota de 51 o más puntos, podrá avanzar al siguiente nivel, caso contrario no podrá avanzar hasta aprobar la prueba.

```

if estudiante termina la lección then
  se muestra las preguntas then
    if ($nota <= 50)
      estudiante no pasa al siguiente nivel
    else
      if ($nota >= 51)
        estudiante pasa al siguiente nivel
      end if
    end if
  end if
end if

```

iv. Base de conocimientos y motor de inferencia del agente pedagógico

La base de conocimientos del agente pedagógico contiene información en cuanto a las matemáticas, en sí contiene estrategias que utiliza para llevar adelante el proceso de aprendizaje del estudiante. Verifica los conocimientos previos del estudiante que se evalúa mediante una prueba de conocimientos antes de hacer uso del sistema tutor inteligente TutorMath

3.2.1.2. MÓDULO ESTUDIANTE

Este módulo se emplea para representar la comprensión del estudiante en cualquier momento durante la sesión del tutor, este módulo contiene amplia información acerca del estudiante, de tipo personal y de tipo pedagógico, que le permite determinar en todo momento su nivel de conocimiento (Ver acápite 2.4.1.2).

Este módulo es importante para establecer el estado del estudiante, al momento de iniciar en el TutorMath, el sistema registra sus datos personales, diagnostica sus conocimientos previos, almacena sus éxitos y errores que tuvo en el desarrollo del proceso.

El módulo estudiante interactúa con el módulo tutor y módulo dominio, como se muestra a continuación (Ver Figura 3.9).

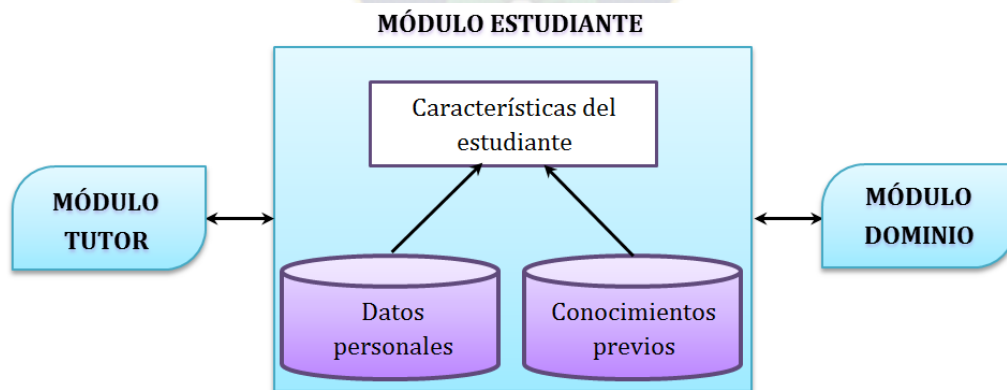


Figura 3.9: Arquitectura del Módulo Estudiante

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Datos personales**

Se realiza una recolección de información para poder hacer uso del TutorMath, como por ejemplo: nombres, apellido paterno, apellido materno, carnet, edad, dirección, teléfono (Ver Tabla 3.2), los cuales se almacenan en una base de datos, también se hace un análisis sobre sus características de aprendizaje para realizar la selección de los niveles de actuación y los materiales didácticos que se presentará.

DATOS PERSONALES

Nombres	Nombre del estudiante
Paterno	Apellido paterno del estudiante
Materno	Apellido materno del estudiante
C.I.	Cédula de identidad
Edad	Edad del estudiante
Dirección	Dirección del estudiante
Teléfono	Teléfono del estudiante

Tabla 3.2: Datos Personales del Estudiante

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Conocimientos previos**

✓ **Conocimientos previos del estudiante**

Para poder conocer de manera inicial cuánto sabe el estudiante sobre el dominio (contenido de los niveles), el tutor inteligente presenta en primera instancia una prueba al estudiante, a través de esta prueba podremos

conocer el nivel de conocimiento del estudiante para su primer ingreso al TutorMath.

✓ **Historial de conocimientos**

Las bases adquiridas por el estudiante en el tiempo de interacción con el tutor inteligente (Ver Tabla 3.3).

PROCESO	CARACTERÍSTICAS
Ingreso al TutorMath	Registro de la cantidad de ingresos del estudiante al TutorMath.
Evaluaciones	Registro de la cantidad de intentos en la resolución de las evaluaciones.
Notas de evaluaciones	Registro de las notas obtenidas en cada evaluación

Tabla 3.3: Datos del Estudiante en el Historial de Conocimientos

Fuente: [Elaboración Propia]

3.2.1.3. MÓDULO DOMINIO

El módulo dominio posee el conocimiento de la materia de matemáticas (Ver acápite 2.4.1.3), el cual tiene información respecto a la utilización correcta de:

- Los números
- Operaciones básicas
- Ejemplos
- Ejercicios

La información está almacenada en una base de conocimientos, la misma que se utiliza a requerimiento del tutor y el estudiante (Ver Figura 3.10).

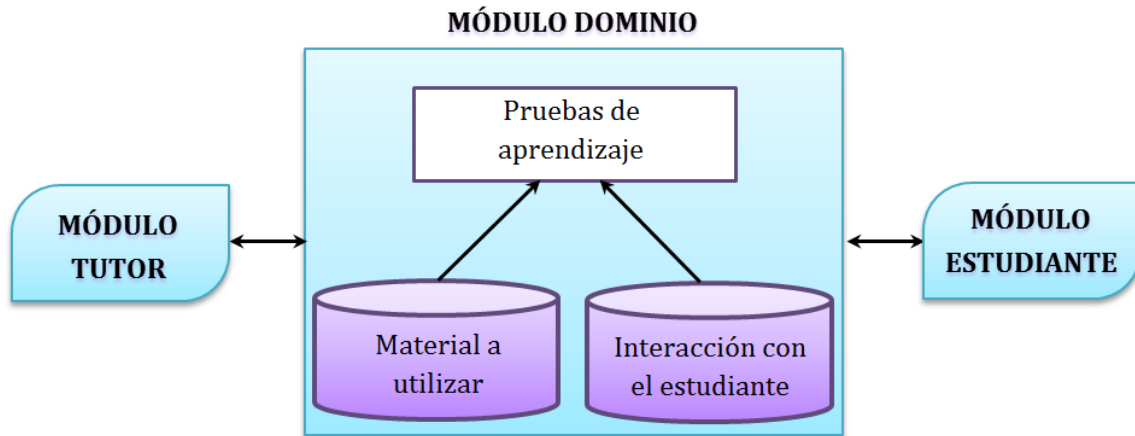


Figura 3.10: Arquitectura del Módulo Dominio

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Pruebas de aprendizaje**

Después de la exposición de los temas a tratar, el tutor evaluará todos los elementos integrantes del proceso desarrollado

Como en un caso los números, luego de la enseñanza de cada número, TutorMath presenta una prueba que consiste en reconocer los números.

➤ **Material a utilizar**

El material a utilizar debe ser atrayente a la vista de los estudiantes, ya que con éste es con quien se aprenderá los temas.

Imágenes de números y diferentes figuras didácticas, como ser los números atractivos (Ver Figura3.11).



Figura 3.11: Los Números

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Interacción con el estudiante**

Mediante el agente pedagógico quien interactúa con el estudiante, podremos conectar al estudiante con el tutor.

Además para motivar el interés de los estudiantes, se contará con diferentes niveles, así de esta manera se logrará el interés de éste (Ver Figura 3.12).

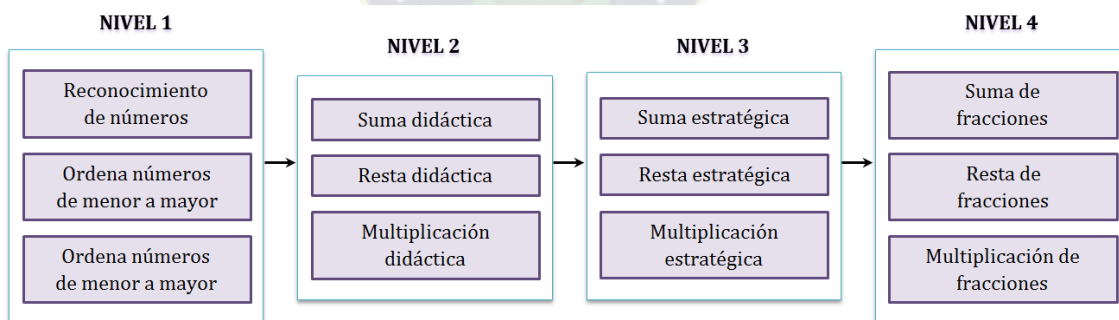


Figura 3.12: Niveles de TutorMath

Fuente: [Elaboración Propia]

3.2.1.4. INTERFAZ

El módulo interfaz es el encargado de la comunicación del estudiante con el tutor o módulo pedagógico. Éste interactúa con el estudiante, primeramente determinado del registro de sus datos personales, luego en la sesión del proceso de aprendizaje por intermedio del agente pedagógico (Ver acápite 2.4.1.4).

Al interactuar el agente pedagógico con el estudiante, hace que la interfaz sea dinámica, ya que durante la sesión de aprendizaje éste enseña un determinado tema y anima al estudiante cuando éste realiza la prueba respectiva.

➤ **Diseño de la interfaz**

Para el diseño de la interfaz, se lleva a cabo la elaboración de la estructura de las pantallas que conforman el TutorMath, donde se detalla el funcionamiento de cada una de éstas, permitiendo así una mejor interacción con el usuario.

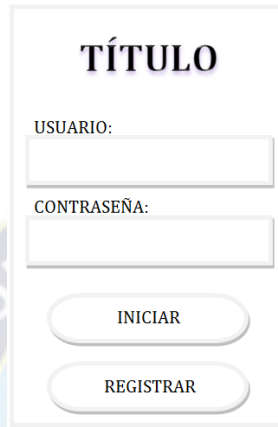
Pantalla principal (bienvenida), está compuesta por el título o nombre del prototipo y un botón de inicio (Ver Figura 3.13).



Figura 3.13: Prototipo de Interfaz, Pantalla Principal

Fuente: [Elaboración Propia]

Autenticación, esta pantalla está compuesta por usuario, contraseña y dos botones, permite el ingreso al sistema, si no está registrado entonces se registra o crea un nuevo usuario (Ver Figura 3.14).

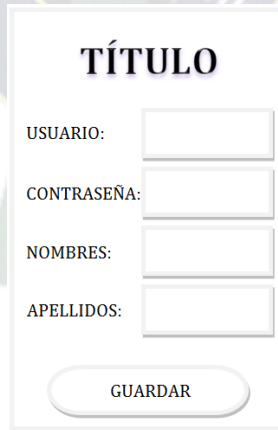


The image shows a login form titled "TÍTULO". It contains two input fields: "USUARIO:" and "CONTRASEÑA:". Below the fields are two buttons: "INICIAR" and "REGISTRAR".

Figura 3.14: Prototipo de Interfaz, Ingreso al Sistema

Fuente: [Elaboración Propia]

Registro de nuevo usuario, el cual está compuesto por usuario nuevo, contraseña nueva, datos personales del usuario y un botón (Ver Figura 3.15).



The image shows a registration form titled "TÍTULO". It contains four input fields: "USUARIO:", "CONTRASEÑA:", "NOMBRES:", and "APELLIDOS:". Below the fields is a single button: "GUARDAR".

Figura 3.15: Prototipo de Interfaz, Nuevo Usuario

Fuente: [Elaboración Propia]

Prueba de conocimientos, compuesta por un ejercicio el cuál determinará el nivel de conocimiento inicial del usuario, y dos botones (Ver Figura 3.16).



Figura 3.16: Prototipo de Interfaz, Prueba de Conocimientos

Fuente: [Elaboración Propia]

Contenido de temas, en ésta pantalla se muestran los temas del nivel correspondiente (Ver Figura 3.17).

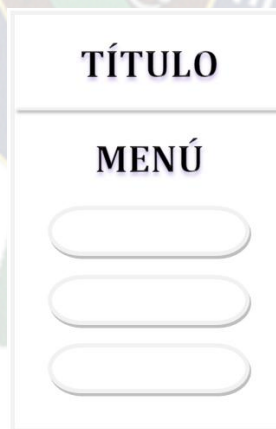
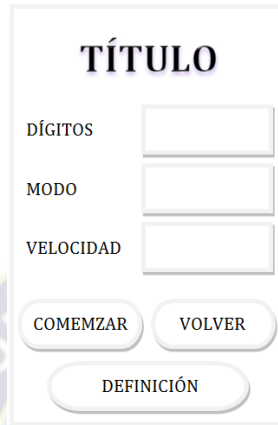


Figura 3.17: Prototipo de Interfaz, Contenido de Temas

Fuente: [Elaboración Propia]

Tema seleccionado, ésta pantalla está compuesta por un menú del tema correspondiente y tres botones (Ver Figura 3.18).



TÍTULO

DÍGITOS

MODO

VELOCIDAD

COMEMZAR VOLVER

DEFINICIÓN

Figura 3.18: Prototipo de Interfaz, Tema Seleccionado

Fuente: [Elaboración Propia]

3.3. DESARROLLO DEL TUTOR EDUCATIVO

En el presente trabajo, como ya se mencionó, se utilizará la metodología de ingeniería de software educativo. En este punto se tratará el desarrollo de software que contempla una serie de fases o etapas (Ver acápite 2.2.2).

3.3.1. ETAPA DE ANÁLISIS

En esta fase o etapa se realizará el análisis de posibles causas de los problemas detectados y de las soluciones alternativas, además que resulta interesante y atrayente el hecho de que la aplicación presentada en esta propuesta contiene características que se adaptan a las necesidades presentadas por los estudiantes de matemáticas del nivel primario, sumando a esto el uso de herramientas tecnológicas y medios interactivos que pueden ayudar a fortalecer el proceso de aprendizaje (Ver acápite 2.2.3.1).

3.3.1.1. ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

En este punto, se hace el siguiente análisis de problemas y sus respectivas alternativas de solución, éstas se muestran en la tabla a continuación (Ver Tabla 3.4):

ANÁLISIS DEL PROBLEMA	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN
Mal desempeño del estudiante en las pruebas, porque el educador no dispone de tiempo suficiente para apoyar a cada uno de ellos.	Desarrollar el sistema tutor inteligente, con el cual el estudiante pueda aprender de manera independiente.
Poca tecnología aplicada al aprendizaje de las matemáticas en escuelas.	Aplicar la tecnología, recursos y herramientas informáticas en el área del aprendizaje.
Bajo rendimiento estudiantil en las pruebas, debido a la falta de interés y gusto del niño por aprender las matemáticas.	Con el desarrollo del sistema tutor inteligente el estudiante tiene una alternativa de aprendizaje motivador.
Estudiantes con dificultades de aprendizaje en las matemáticas, debido a que el ritmo de aprendizaje no es homogéneo.	Con el sistema tutor inteligente el estudiante puede volver a repasar un tema y así el aprendizaje y el rendimiento será más efectivo.

Tabla 3.4: Análisis de Problemas y Alternativas de Solución

Fuente: [Elaboración propia]

3.3.2. ETAPA DE DISEÑO

El diseño se construye en función directa de los resultados de la etapa de análisis, es importante hacer explícitos los datos que caracterizan el entorno del software educativo a diseñar (Ver acápite 2.2.3.2).

3.3.2.1. ENTORNO DEL DISEÑO

El entorno del diseño se define respondiendo a las preguntas planteadas anteriormente (Ver Tabla 3.5).

PREGUNTA	RESPUESTA
¿A quién se dirige el TutorMath?	A estudiantes que tienen dificultades con el aprendizaje de las matemáticas.
¿Qué características tienen sus destinatarios?	Los estudiantes son de una escuela fiscal, su edad comprende entre 7 a 9 años, su nivel de aprendizaje no es homogéneo.
¿Qué área de contenido y unidad de instrucción se beneficia con el estudio del TutorMath?	A estudiantes del nivel primario en el área de las matemáticas.
¿Qué problemas se pretende resolver con el TutorMath?	Se pretende resolver los siguientes problemas: <ul style="list-style-type: none">➤ No se cuenta con tecnología actualizada.➤ Mala asimilación del contenido (temas).

- Bajo rendimiento en pruebas realizadas.
- Estudiantes con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas.

¿Bajo qué condiciones se espera que los destinatarios usen el TutorMath?

Podrán utilizar bajo las siguientes condiciones:

- Tener alguna dificultad con el aprendizaje de las matemáticas.
- Conocimiento básico en la manipulación del computador y de un móvil.

Tabla 3.5: Preguntas y Respuestas para el Entorno del Diseño

Fuente: [Elaboración propia]

➤ **Estructura del entorno del diseño**

A partir del entorno del diseño se definen los aspectos que se tomarán en cuenta para el desarrollo de la estructura del TutorMath (Ver Tabla 3.6).

ASPECTOS	CARACTERÍSTICAS
Usuarios	Estudiantes
Área del contenido	Reconocimiento de números
	Ordenar números

	Suma, resta y multiplicación didácticas
	Suma, resta y multiplicación estratégicas
	Suma, resta y multiplicación de fracciones
Necesidad educativa	Apoyo del aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de primaria
Herramientas (programas) para el desarrollo del TutorMath	Android
	Core i3 o superior
Equipo y soporte lógico	Memoria RAM de 4 GB
	Lector de CD o DVD

Tabla 3.6: Estructura del Entorno del Diseño

Fuente: [Elaboración propia]

3.3.2.2. DISEÑO EDUCATIVO

Éste debe resolver las interrogantes que se refieren al enlace, contenido y tratamiento que debe ser capaz de apoyar al software educativo.

3.3.2.3. DISEÑO DE COMUNICACIÓN

Es donde se maneja la interacción entre el usuario y máquina, se denomina interfaz (Ver Figura 3.19).



Figura 3.19: Usuario y Máquina

Fuente: [Elaboración Propia]

3.3.2.4. DISEÑO COMPUTACIONAL

Con base a las necesidades se establece qué funciones es deseable que cumpla el software educativo en apoyo de sus usuarios.

3.3.3. ETAPA DE DESARROLLO

Una vez definido la arquitectura del sistema tutor inteligente para el aprendizaje de las matemáticas con estrategias creativas “TutorMath”, y la construcción de un modelo de agente pedagógico se construye el prototipo (Ver acápite 2.2.3.3).

Para esta etapa hacemos uso del lenguaje unificado de modelado

➤ **Casos de Uso**

En este punto identificaremos a los actores, diagrama de casos de uso y su descripción.

✓ **Identificación de actores**

Los actores del tutor representan las funciones del TutorMath y cómo será usada por los usuarios, en este caso nuestros usuarios serán los estudiantes.

Los actores se describen en términos de casos de uso, éstos corresponden a los procesos del TutorMath. Para el presente trabajo se han identificado dos actores.

El primer actor identificado es el estudiante (Ver Tabla 3.7).

ACTOR 1	DESCRIPCIÓN
Estudiante	Este actor representa a los estudiantes de 7 a 9 años que interactúan con el sistema en el proceso de aprendizaje.

Tabla 3.7: Descripción del Actor Estudiante

Fuente: [Elaboración Propia]

El segundo actor identificado es el agente pedagógico (Ver Tabla 3.8).

ACTOR 2	DESCRIPCIÓN
Agente Pedagógico	Este actor representa al tutor del estudiante, es el que enseña y apoya al estudiante en el proceso de aprendizaje.

Tabla 3.8: Descripción del Actor Agente Pedagógico

Fuente: [Elaboración Propia]

✓ Diagrama de Casos de Uso

El diagrama de casos de uso corresponde a los procesos generales del sistema (Ver Figura 3.20).

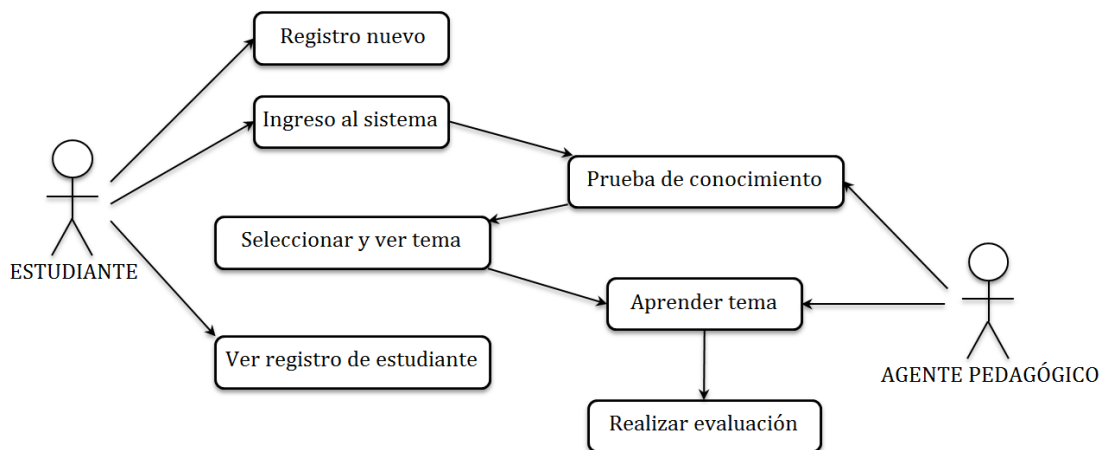


Figura 3.20: Diagrama de Casos de Uso General del Sistema

Fuente: [Elaboración Propia]

✓ **Descripción de Casos de Uso**

Caso de uso 01: Registro de nuevo estudiante al sistema (Ver Tabla 3.9).

Caso de uso:	01
Resumen:	Registro nuevo
Actor:	Estudiante
Descripción	El estudiante realiza el llenado de datos correspondiente para ingresar al sistema
Precondición:	Estudiante registrado
Post condición:	Estudiante ingresa al sistema
Escenario Principal:	✓ Introducir datos personales, usuario y contraseña

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar los datos introducidos ✓ Se valida la información del estudiante ✓ Ingresar al sistema
Flujo alternativo:	El estudiante no llena todos los campos
Autor:	Soledad Adriana Conde Medina

Tabla 3.9: Descripción de Caso de Uso, Registro Nuevo

Fuente: [Elaboración Propia]

Caso de uso 02: Ingreso del estudiante al sistema (Ver Tabla 3.10).

Caso de uso:	02
Resumen:	Ingreso al sistema
Actor:	Estudiante
Descripción	El estudiante ingresa datos
Precondición:	El estudiante ya está registrado
Post condición:	El estudiante ingresa al sistema
Escenario Principal:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ingresar usuario y contraseña ✓ Los datos son verificados ✓ El estudiante ingresa al sistema

Flujo alternativo:	El estudiante no puede ingresar al sistema y debe volver a introducir datos correctamente
Autor:	Soledad Adriana Conde Medina

Tabla 3.10: Descripción de Caso de Uso, Ingreso al Sistema

Fuente: [Elaboración Propia]

Caso de uso 03: Prueba de conocimientos del estudiante (Ver Tabla 3.11).

Caso de uso:	03
Resumen:	Realiza una prueba de conocimientos
Actor:	Estudiante, agente pedagógico
Descripción	El estudiante realiza esta prueba para ver su nivel de conocimientos
Precondición:	El estudiante ingresa al sistema
Post condición:	El estudiante ingresa a un tema según su nivel de conocimiento
Escenario Principal:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observa el contenido de la prueba de conocimientos ✓ Realiza la prueba de conocimientos ✓ La prueba es verificada y analizada para definir el nivel del estudiante

Flujo alternativo:	El estudiante es clasificado en un nivel de aprendizaje y tiene acceso a dicho nivel
Autor:	Soledad Adriana Conde Medina

Tabla 3.11: Descripción de Caso de Uso, Prueba de Conocimientos

Fuente: [Elaboración Propia]

Caso de uso 04: Seleccionar y ver tema (Ver Tabla 3.12).

Caso de uso:	04
Resumen:	Seleccionar y ver tema
Actor:	Estudiante
Descripción	El estudiante realiza la selección de temas que el tutor pone a su disposición
Precondición:	El estudiante ingresa al sistema
Post condición:	El tutor pone a disposición del estudiante los temas
Escenario Principal:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observa el menú de temas disponibles según su nivel ✓ Revisa el menú de temas ✓ Selecciona un tema
Flujo alternativo:	El estudiante tiene a disposición el contenido del tema seleccionado

Autor:

Soledad Adriana Conde Medina

Tabla 3.12: Descripción de Caso de Uso, Selección de Tema

Fuente: [Elaboración Propia]

Caso de uso 05: El estudiante aprenderá el tema (Ver Tabla 3.13).

Caso de uso:	05
Resumen:	Aprender tema
Actor:	Estudiante, agente pedagógico
Descripción	El estudiante tiene acceso al tema seleccionado, éste cuenta con un ejemplos, prácticas, definiciones
Precondición:	El estudiante selecciona un tema
Post condición:	El tutor enseña al estudiante el contenido propuesto
Escenario Principal:	<ul style="list-style-type: none">✓ Observa el contenido del tema✓ Revisa el tema✓ Revisa las actividades del tema
Flujo alternativo:	El estudiante tiene a disposición el contenido del tema
Autor:	Soledad Adriana Conde Medina

Tabla 3.13: Descripción de Caso de Uso, Aprendiendo un Tema

Fuente: [Elaboración Propia]

Caso de uso 06: El estudiante realizará la evaluación (Ver Tabla 3.14).

Caso de uso:	06
Resumen:	Realizar evaluación
Actor:	Estudiante, agente pedagógico
Descripción	Después de aprender el tema seleccionado el estudiante realiza la evaluación del mismo tema
Precondición:	El estudiante aprende el contenido del tema
Post condición:	Los datos de la evaluación son guardados en el registro del estudiante
Escenario Principal:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observa y analiza el contenido de la evaluación ✓ Realiza la evaluación
Flujo alternativo:	El estudiante selecciona otro tema
Autor:	Soledad Adriana Conde Medina

Tabla 3.14: Descripción de Caso de Uso, Realizar Evaluación

Fuente: [Elaboración Propia]

Caso de uso 07: El estudiante puede ver sus registros (Ver Tabla 3.15).

Caso de uso:	07
Resumen:	Ver registro

Actor:	Estudiante
Descripción	El estudiante puede ver su registro de datos personales como también el registro de notas
Precondición:	El estudiante ingresa al sistema
Post condición:	El estudiante puede ver a detalle todos sus registros
Escenario Principal:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Selecciona la opción ver registro de estudiante ✓ Observa y revisa su registro
Flujo alternativo:	El estudiante puede volver al inicio del sistema
Autor:	Soledad Adriana Conde Medina

Tabla 3.15: Descripción de Caso de Uso, Ver Registro de Estudiante

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Diagrama de Secuencia**

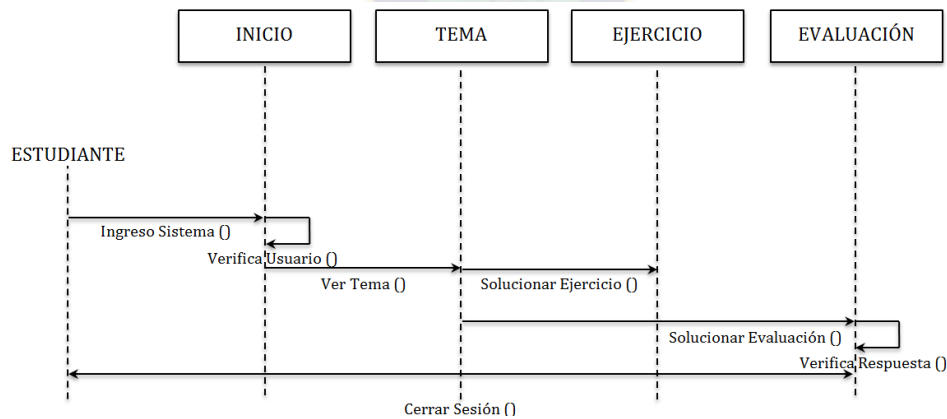


Figura 3.21: Diagrama Secuencia del Sistema

Fuente: [Elaboración Propia]

3.3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INTERFAZ

➤ Bienvenida

Esta es la pantalla de inicio y de bienvenida del sistema tutor inteligente TutorMath (Ver Figura 3.22).

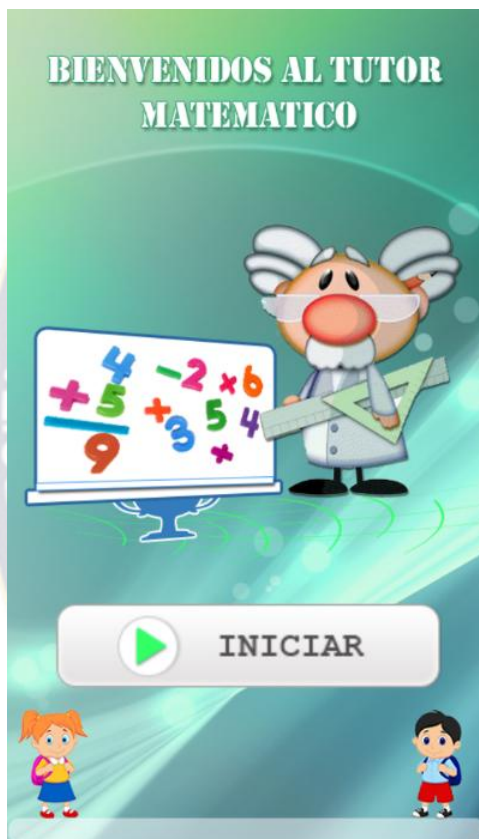


Figura 3.22: Pantalla de Bienvenida

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ Ingreso del usuario

Esta es la pantalla donde el estudiante podrá ingresar sus datos, vale mencionar que el estudiante ya existe (Ver Figura 3.23).

FORMULARIO DE AUTENTICACION

USUARIO:

CONTRASEÑA:

INGRESAR

REGISTRAR

Figura 3.23: Pantalla de Ingreso

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Registro de estudiante nuevo**

Esta pantalla muestra el formulario de registro para estudiantes nuevos (Ver Figura 3.24).

FORMULARIO DE REGISTRO

Usuario:

Contraseña:

Nombres:

Apellidos:

GUARDAR

Figura 3.24: Pantalla de Registro

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Prueba de conocimientos**

Luego del registro del estudiante, se accede a la pantalla de la prueba de conocimientos

Éste determina en qué nivel de conocimiento se encuentra el estudiante (Ver Figura 3.25).



Figura 3.25: Pantallas de Prueba de Conocimientos

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Contenido de un nivel**

Esta pantalla muestra el nivel correspondiente de acuerdo a la prueba de conocimientos realizada (Ver Figura 3.26).



Figura 3.26: Pantallas de Temas de cada Nivel

Fuente: [Elaboración Propia]

➤ **Contenido de Tema**

Esta pantalla muestra los temas del nivel correspondiente (Ver Figura 3.27).



Figura 3.27: Pantallas de Temas

Fuente: [Elaboración Propia]

3.3.4. PRUEBA PILOTO

En esta etapa es imprescindible realizar ciertas validaciones (efectuadas por expertos) de los prototipos durante la etapa de diseño y prueba uno a uno los módulos desarrollados a medida que estos están funcionales (Ver acápite 2.2.3.4).

3.3.5. PRUEBA DE CAMPO

Una vez realizada la prueba piloto habiendo hecho las correcciones necesarias se realiza la prueba de campo (Ver acápite 2.2.3.5), es decir, se comprueba si efectivamente la aplicación satisface las necesidades y cumple con la funcionalidad requerida.



CAPÍTULO IV

PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo, una vez desarrollado el tutor educativo, se procede a realizar la fase de pruebas, el cual consiste en desarrollar un plan o estrategia para obtener información para alcanzar el objetivo de estudio y para contestar la interrogante de conocimiento que se ha planteado y principalmente para analizar la certeza de la formulación de la hipótesis de la investigación.

En probabilidad y estadística, la distribución t de student es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida, cuando el tamaño de la muestra es pequeño.

Considerando la hipótesis planteada en el primer capítulo, tenemos:

“El Sistema Tutor Inteligente con estrategias creativas, dirigido a los estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años, permite mejorar de manera efectiva el rendimiento del aprendizaje de las matemáticas en más de un 70%”.

De ésta hipótesis planteada se identificó:

Variable independiente: Sistema Tutor Inteligente para el apoyo del aprendizaje de las matemáticas.

Variable dependiente: Aprendizaje de las matemáticas en estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años.

4.2. DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En este punto se procede a demostrar de la hipótesis planteada.

4.2.1. EVALUACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

Variable dependiente: Aprendizaje de las matemáticas en estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años.

Para evaluar la variable dependiente se utilizará la prueba t de student, que es una distribución muestral o poblacional de la diferencia de medias. Esta distribución se identifica por los grados de libertad que constituye el número de valores elegidos libremente. Son determinantes ya que indican que valor debemos esperar, dependiendo del tamaño de los grupos que se comparan (Ver acápite 2.11.4).

La prueba t de student, sirve para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias, para lo cual se realizan los siguientes pasos:

- Sujeto de estudio.
- Tamaño de la muestra.
- Descripción del proceso.

4.2.1.1. SUJETO DE ESTUDIO

Los sujetos de estudio de la investigación, corresponden a estudiantes de 2do, 3ro y 4to curso del nivel primario, de 7 a 9 años de edad, pertenecientes a la escuela fiscal “Elodia de Lijerón” ubicado en Villa Copacabana, en la ciudad de La Paz - Bolivia, ésta consta con un total de 158 estudiantes, para éste se muestran las siguientes características:

- Estudiante regular inscrito en la escuela.
- Estudiante que curse 2do, 3ro, 4to de primaria.

El estudio se realiza observando y evaluando a dos grupos de estudiantes:

- El primer grupo de estudiantes, son los que no utilizaron el tutor, pues aprendieron con el educador (grupo de control).
- El segundo grupo de estudiantes, aprendieron utilizando el tutor (grupo experimental).

4.2.1.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para obtener una muestra probabilística representativa, asumiendo que la población objetivo es grande pasamos a determinar ésta, usando las siguientes relaciones.

Tamaño provisional de la muestra:

$$n' = \frac{s^2}{v^2} = \frac{\text{varianza de la muestra}}{\text{varianza de la población}} \dots\dots\dots(1)$$

Tamaño óptimo de la muestra:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} \dots\dots\dots(2)$$

Dónde:

n' = Tamaño de la muestra sin ajustar

n = Tamaño de la muestra

s^2 = Varianza de la muestra

v^2 = Varianza de la población

σ = Error estándar

N = Tamaño de la población

Hallamos la varianza de la muestra en términos de la probabilidad y la varianza de la población en función de la desviación estándar, tenemos:

$$s^2 = p(1 - p) = 0.95(1 - 0.95) = 0.95(0.05) = 0.0475$$

$$v^2 = \sigma^2 = 0.05^2 = 0.0025$$

Reemplazando en la relación (1) se tiene:

$$n' = \frac{s^2}{v^2} = \frac{0.0475}{0.0025} = 19, \text{ tamaño provisional de la muestra.}$$

Ahora n' reemplazamos en la relación (2), tenemos:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} = \frac{19}{1 + \frac{19}{158}} = \frac{19}{1 + 0.12} = \frac{19}{1.12} = 16.96 \cong 17$$

Entonces el tamaño de la muestra es de $n = 17$. Para la presente investigación se necesita una muestra de 17 estudiantes para ambos grupos.

4.2.1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El diseño experimental utilizado, es de pre-prueba y post-prueba, para ello se selecciona una muestra de 17 estudiantes, empleando el método de selección aleatoria o al azar.

Primero se realiza una pre-prueba (pre-test) antes del uso del tutor, conocido también como la prueba inicial. Posteriormente se realizó una post-prueba (post-test) después del uso del tutor.

Es necesario mencionar que a ambos grupos se les evaluó, primeramente con una pre-prueba (antes del uso del TutorMath) o prueba inicial.

Luego de la aplicación del TutorMath, se realizó una evaluación final, es decir una post-prueba tanto a los estudiantes del grupo de control (los que no usaron el TutorMath), como

también al grupo experimental (el que usó el TutorMath), esto para observación y para comparar el incremento o decremento del rendimiento académico de los estudiantes de los dos grupos.

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos de la pre-prueba y post-prueba realizado al grupo de control (Ver Tabla 4.1).

ESTUDIANTE	PRE-PRUEBA	POST-PRUEBA	DIFERENCIA
E ₁	57	68	11
E ₂	77	80	3
E ₃	35	36	1
E ₄	57	60	3
E ₅	28	28	0
E ₆	35	47	12
E ₇	57	64	7
E ₈	50	50	0
E ₉	53	55	2
E ₁₀	64	71	7
E ₁₁	57	57	0
E ₁₂	51	60	9
E ₁₃	74	84	10
E ₁₄	48	50	2
E ₁₅	30	42	12
E ₁₆	64	71	7
E ₁₇	35	38	3
TOTAL			89
PROMEDIO			5.24

Tabla 4.1: Pre-prueba y Post-prueba, Grupo de Control

Fuente: [Elaboración Propia]

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos de la pre-prueba y post-prueba realizado al grupo experimental (Ver Tabla 4.2).

ESTUDIANTE	PRE-PRUEBA	POST-PRUEBA	DIFERENCIA
E ₁	64	78	14
E ₂	57	58	1

E ₃	55	70	15
E ₄	64	85	21
E ₅	21	50	29
E ₆	28	50	22
E ₇	71	78	7
E ₈	50	64	14
E ₉	53	54	1
E ₁₀	55	71	16
E ₁₁	82	100	18
E ₁₂	31	42	11
E ₁₃	48	51	3
E ₁₄	71	72	1
E ₁₅	80	100	20
E ₁₆	57	92	35
E ₁₇	58	72	14
TOTAL			242
PROMEDIO			14.24

Tabla 4.2: Pre-prueba y Post-prueba, Grupo Experimental

Fuente: [Elaboración Propia]

4.2.1.4. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS H_0 Y H_1

H_0 : “El Sistema Tutor Inteligente con estrategias creativas, dirigido a los estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años, no permite mejorar de manera efectiva el rendimiento del aprendizaje de las matemáticas en más de un 70%”.

H_1 : “El Sistema Tutor Inteligente con estrategias creativas, dirigido a los estudiantes del nivel primario, de 7 a 9 años, permite mejorar de manera efectiva el rendimiento del aprendizaje de las matemáticas en más de un 70%”.

Nivel de confianza: 0.05

El valor de t de student se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Dónde:

\bar{x}_1 = Es la media aritmética del grupo experimental

n_1 = Tamaño de muestra del grupo experimental

S_1^2 = Es la distribución estándar del grupo experimental

Y dónde:

\bar{x}_2 = Es la media aritmética del grupo de control

n_2 = Tamaño de muestra del grupo de control

S_2^2 = Es la distribución estándar del grupo de control

Los resultados que se obtuvieron, son los siguientes:

$$\bar{x}_1 \text{ (grupo experimental)} = 14.24$$

$$S_1^2 = 95.07$$

$$\bar{x}_2 \text{ (grupo de control)} = 5.24$$

$$S_2^2 = 19.19$$

Reemplazando los datos, se tiene:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{14.24 - 5.24}{\sqrt{\frac{95.07}{17} + \frac{19.19}{17}}} = 3.47$$

Los grados de libertad:

$$gl = (n_1 + n_2) - 2 = (1 + 17) - 2 = 32$$

Ahora que tenemos todos los resultados veamos en la tabla de la distribución t de student para evaluar nuestros resultados (Ver Anexo C), se busca el valor en el cual vamos a comparar, en el que calculamos basándonos en el nivel de confianza elegido de 0.05 y los grados de libertad que es igual a 32, los niveles de confianza adquieren el significado de: 0.05 significa que los grupos difieren significativamente entre un 95 % habiendo un 5 % de posibilidad de error (Ver Tabla 4.3).

VALOR OBTENIDO DE “t”	GRADOS DE LIBERTAD	NIVEL DE CONFIANZA 0.05	OBSERVACIÓN
3.47	32	1.6939	3.47 > 1.6939

Tabla 4.3: Nivel de Confianza

Fuente: [Elaboración Propia]

Como el valor obtenido $t = 3.47$, es superior al valor de la tabla en un nivel de confianza de 0.05 ($3.47 > 1.6939$).

Entonces, la conclusión es que se acepta la hipótesis de investigación H_1 y se rechaza la hipótesis nula H_0 , lo que significa que existe un incremento de aprendizaje cuando se usa el sistema tutor inteligente.

4.2.2. EVALUACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

La variable independiente se evalúa mediante la escala Likert, éste sirve para medir el impacto del sistema tutor inteligente, para lo cual se elabora un conjunto de encuestas, dicha prueba consta de 15 preguntas.

4.2.2.1. SUJETO DE ESTUDIO

El estudio que se realiza, es para evaluar la variable independiente, ésta se hace a los educadores del área de las matemáticas.

4.2.2.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Considerando que la población de estudio es pequeña, se toma como muestra a la totalidad que es de cuatro educadores $i = 4$.

4.2.2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Para realizar el proceso se siguió los siguientes pasos:

- Manipularon el TutorMath.
- Contestaron las preguntas, éstas fueron contestadas individualmente.
- Se usó la escala de cuatro parámetros:
 - i. Malo
 - ii. Regular
 - iii. Bueno
 - iv. Muy bueno

Sea: el total de personas encuestadas $i = 1, \dots, 4$, la puntuación en la escala de Likert se obtiene sumando los valores obtenidos respecto a cada pregunta, denominado también escala aditiva.

La forma de evaluar es ejemplificada en la persona P_1 , tal como se especifica a continuación:

$$\text{Preguntas con respuestas muy bueno:} \quad 7 \times 4 = 28$$

$$\text{Preguntas con respuestas bueno:} \quad 5 \times 3 = 15$$

$$\text{Preguntas con respuestas regular:} \quad 1 \times 2 = 2$$

$$\text{Preguntas con respuestas malo:} \quad 2 \times 1 = 2$$

$$\text{Total:} \quad 47$$

Entonces:

$$x_1 = \frac{\text{puntuación total}}{\text{número total de preguntas}} = \frac{47}{15} = 3.13$$

Cuyo porcentaje es:

$$x_1 = \frac{3.13}{4} \times 100 = 78.25 \%$$

Lo que indica que el encuestado califica al sistema tutor inteligente con un 78.25 % de aceptabilidad.

Aplicando el proceso a cuatro encuestados, los resultados según la escala de Likert, será:

$$p_t = \frac{\sum x_i}{t_e} = \frac{12.33}{4} = 3.0825$$

Dónde:

$$p_t = \frac{3.0825}{4} \times 100 = 77.0625$$

El grado de aceptabilidad del sistema tutor inteligente, por parte de los encuestados que realizaron el llenado de la encuesta, establece de manera general su aceptación en el uso de ésta herramienta.

Entonces, el porcentaje de calificación del TutorMath es de 77%.

4.2.2.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Luego la escala utilizada determina que existe una actitud muy favorable en la aceptación al sistema tutor inteligente para el aprendizaje de las matemáticas (Ver Figura 4.1).

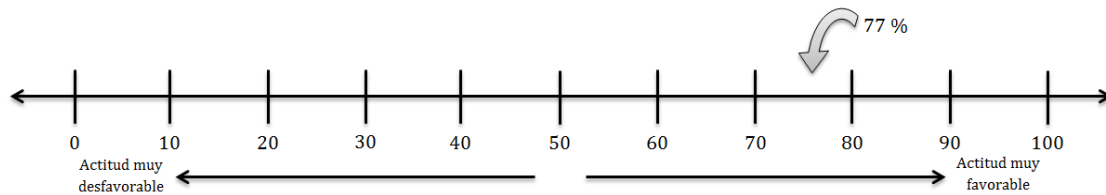


Figura 4.1: Actitud Favorable hacia el TutorMath

Fuente: [Elaboración Propia]

Los resultados del sistema tutor inteligente para el aprendizaje de las matemáticas obtuvieron un 77% de aceptabilidad, lo que significa que el tutor es aceptable por parte de los educadores.

4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS VARIABLES

A continuación veremos los resultados y se hará el análisis de las variables.

➤ **Variable independiente**

La variable independiente obtuvo una actitud favorable de los educadores hacia el tutor, porque aplicando la escala de Likert se alcanzó al 77% de puntaje, el cual se encuentra en el rango de 51 a 100 puntos de aceptabilidad.

➤ **Variable dependiente**

Realizada la evaluación de la variable dependiente, mediante las pre-pruebas y post-pruebas a los dos grupos, aplicando la prueba estadística t de student se obtuvo el valor de $t = 3.47$, este resultado se compara con el valor encontrado en la tabla.

Para un nivel de confianza 0.05 y grados de libertad 32 es igual a 1.6939, se observa que el valor t obtenido es mayor al de la tabla ($3.47 > 1.6939$).

Luego esto muestra que hay un incremento en el rendimiento académico de los estudiantes del nivel primario, es decir que la aceptabilidad de parte de los estudiantes y educadores hacia el tutor es muy buena.

Esta aceptabilidad se puede observar en la siguiente tabla (Ver Tabla 4.4):

NOMBRE DE LA VARIABLE	INSTRUMENTO	INDICADOR	VALOR	RESULTADO
Sistema Tutor Inteligente para el apoyo del aprendizaje de las matemáticas.	Escala de Likert	Grado de aceptabilidad	Porcentual	77%
Aprendizaje de las matemáticas	Prueba t de student	% aprovechamiento	Normal	($3.47 > 1.6939$)

en estudiantes
del nivel
primario, de 7 a
9 años.

Tabla 4.4: Resultados de las Variables

Fuente: [Elaboración Propia]

Con los resultados obtenidos de manera general en la prueba del tutor inteligente, se puede concluir que esta herramienta es un apoyo al aprendizaje de las matemáticas ya que se mostró un incremento del 77% de aceptabilidad en el aprendizaje de las matemáticas para estudiantes del nivel primario.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Después de plantear el problema, diseñar, desarrollar y probar el sistema tutor inteligente para el aprendizaje de las matemáticas, se hace una síntesis de los resultados obtenidos durante la investigación.

- La construcción del modelo sistema tutor inteligente para el aprendizaje de las matemáticas con estrategias creativas, logrando potenciar los procesos cognitivos del niño al momento de interactuar con el tutor, permitiendo resolver los problemas de aprendizaje con recursos didácticos y creativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- El sistema tutor inteligente y agentes inteligentes son parte de la inteligencia artificial, el cual nos da un apoyo significativo en la educación, ya que ésta incentiva a mejorar el rendimiento del aprendizaje computarizado en nuestro medio.
- Respecto a la hipótesis planteada, se llegó a demostrar que el sistema tutor inteligente para el apoyo del aprendizaje de las matemáticas obtuvo un porcentaje de aceptabilidad de 77%, por lo tanto éste ayuda a mejorar el rendimiento de los estudiantes en el área de las matemáticas.
- La etapa experimental permitió demostrar la hipótesis de la investigación, utilizando los instrumentos e la escala de Likert y la t de student para medir las variables.

5.2. RECOMENDACIONES

- De acuerdo al alcance de la tecnología moderna, los docentes deben contar con herramientas de enseñanza con sistemas tutoriales.
- El estudio de agentes inteligentes tiene una gran variedad de aplicaciones, se recomienda analizar la teoría de multiagentes en el área educativa.
- Utilizar una metodología adecuada para el diseño del prototipo de un sistema tutor inteligente, para investigaciones futuras.
- Aplicar agentes pedagógicos para otras áreas y mejorar sus aplicaciones.
- Se recomienda implementar más métodos de enseñanza-aprendizaje dentro del tutor, para que de esta manera el estudiante tenga mayor probabilidad de expandir en mayor y mejor manera sus conocimientos.





BIBLIOGRAFÍA



- Aguilar, W. (24 de Diciembre de 2011). Gobierno promulga el Presupuesto General del Estado. *La Prensa*.
- Félix, G. (enero de 2013). *Academia.edu*. Recuperado el 18 de Febrero de 2014, de http://www.academia.edu/7066128/Director_Ejecutivo_de_APEC
- Fernández Aedo, R. R., Server García, P. M., & Carballo, R. E. (2006). Aprendizaje con nuevas tecnologías paradigma emergente. ¿Nuevas modalidades de aprendizaje? *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*.
- Galvis. (1994). *Ingeniería de Software Educativo*. Unidades.
- Gómez R., Galvis A. y Mariño O. (s/f). Ingeniería de Software Educativo con Modelaje Orientado por Objetos: *Un medio para desarrollar micromundos interactivos*. Consultado el día 14 de octubre de 2008 de la Word Wide, Web: http://www.ribiecol.org/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=94&Itemid=15
- González, Juan 2002: *Agentes Pedagógicos, el profesor Tutor como agente educativo*. Disponible en: [http:// www.rieoei.org/deloslectores/4099Mendoza.pdf](http://www.rieoei.org/deloslectores/4099Mendoza.pdf)
- Grupo2Informática. (Julio de 2011). Recuperado el 03 de Marzo de 2014, de <http://grupo2informatica.wordpress.com/>
- Hernández (1989). El Proceso Enseñanza-Aprendizaje <http://www.infor.uva.es/~descuder/docencia/pd/node24.html>, citado en 19 de septiembre de 2013.

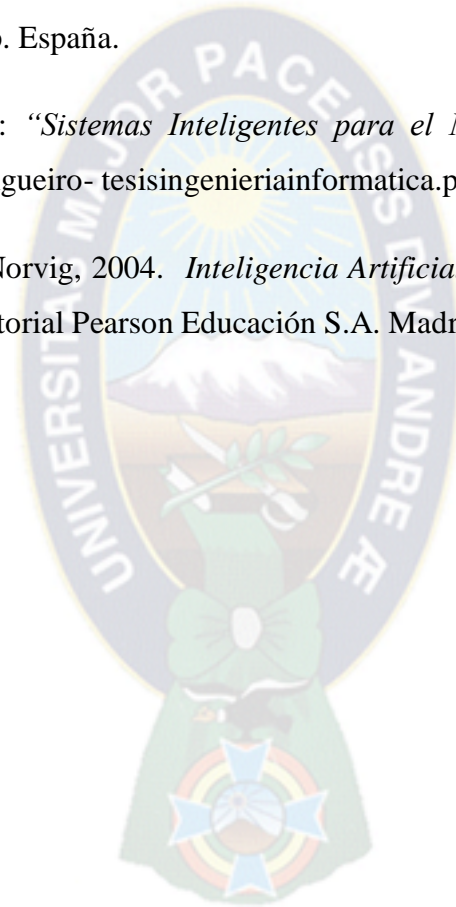
Pajares Martin Sanz Gonzalo, 2006. *Inteligencia Artificial del Conocimiento*, 1ra. Primera Edición, Omega Grupo Editor, México.

Pizarro, R. A. (Marzo de 2012). *Academia.du*. Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Magisters/Tecnologia_Informatica_Aplicada_en_Educacion/Tesis/Pizarro.pdf

Reich Elaine y Knight Kevin, 1996. *Inteligencia Artificial*, Segunda Edición, Editorial McGraw Hill. Imp. España.

Salgueiro, Fernando 2005: “*Sistemas Inteligentes para el Modelo del Tutor*”, <http://laboratorios.fi.uba.ar/lsi/salgueiro-tesisingenieriainformatica.pdf>.

Stuart J. Russell & Peter Norvig, 2004. *Inteligencia Artificial un Enfoque Moderno*, 2da. Edición 2004, Editorial Pearson Educación S.A. Madrid – España.

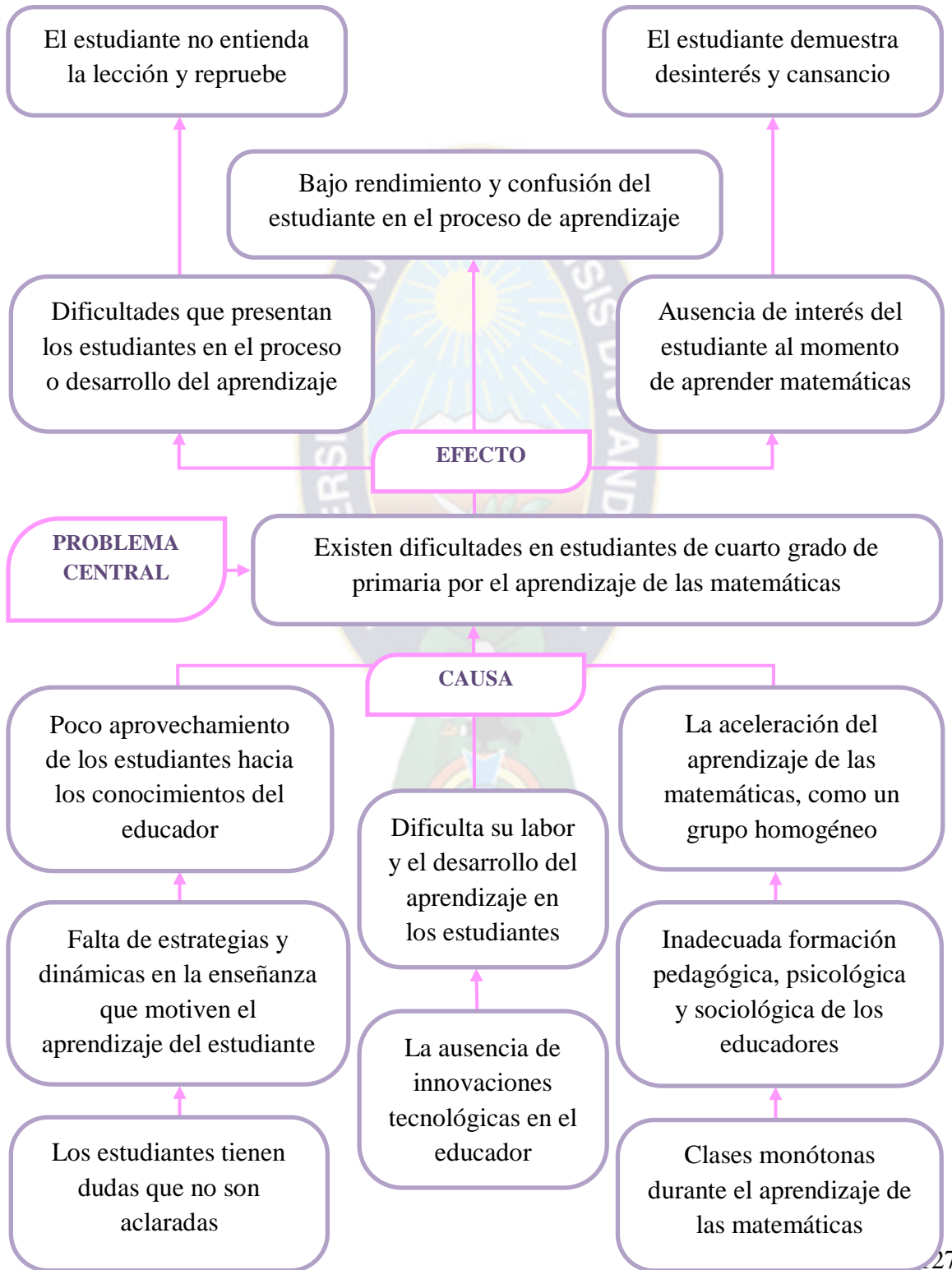




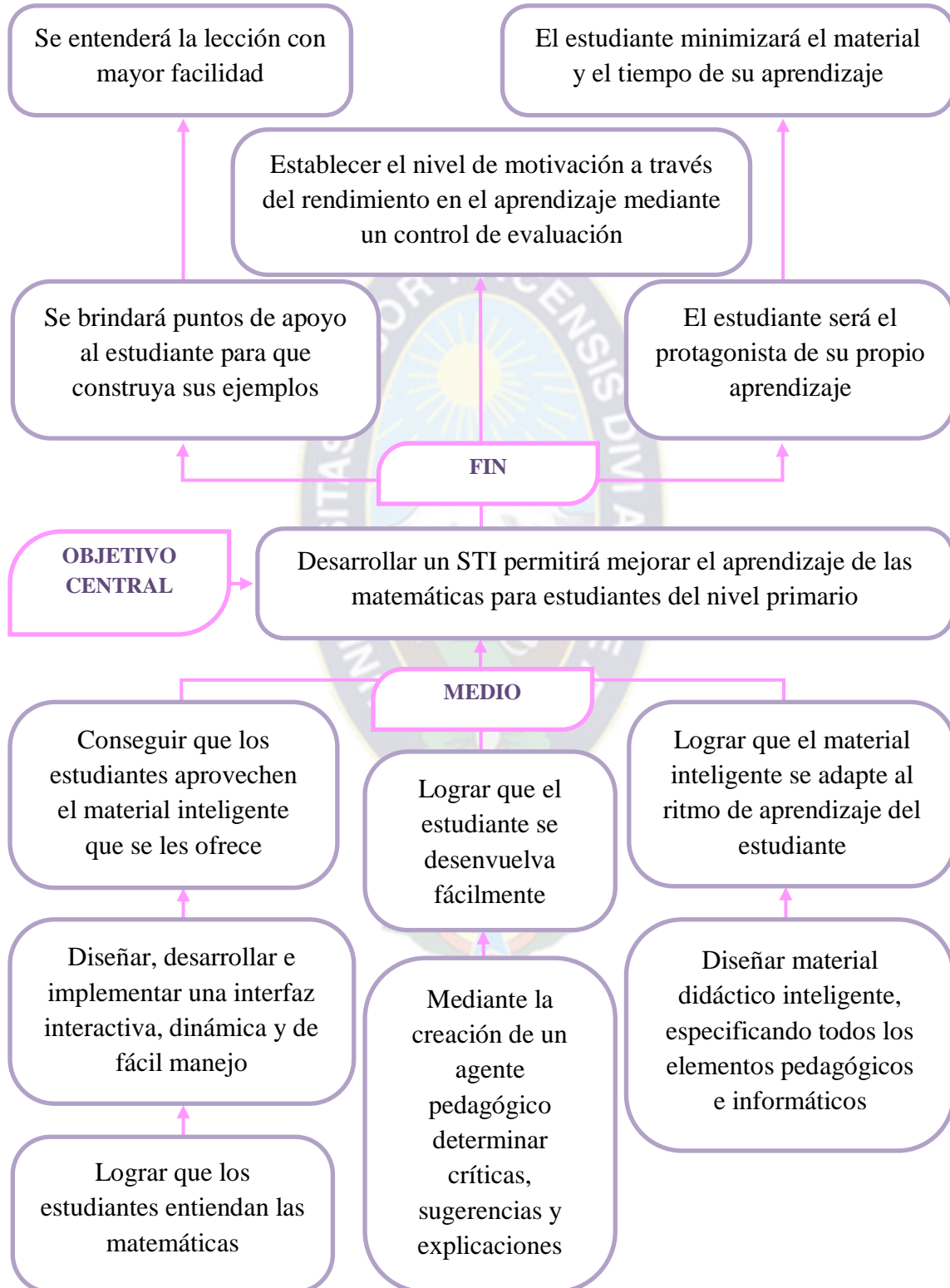
ANEXOS



ANEXO A – ÁRBOL DE PROBLEMAS



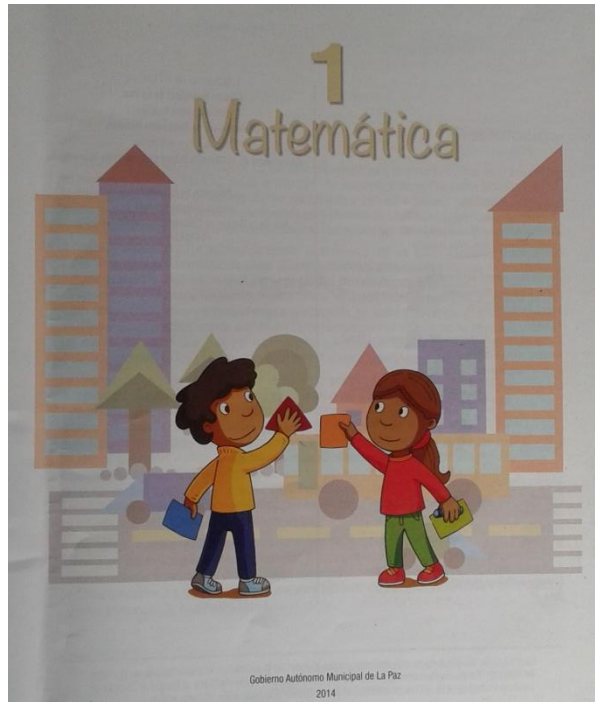
ANEXO B – ÁRBOL DE OBJETIVOS

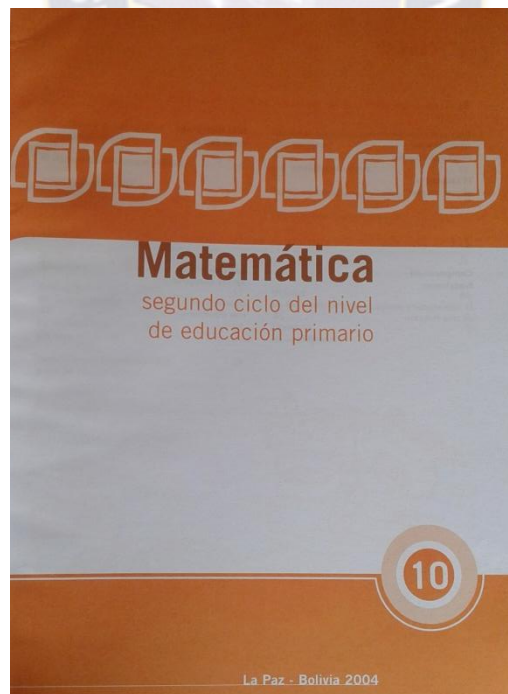


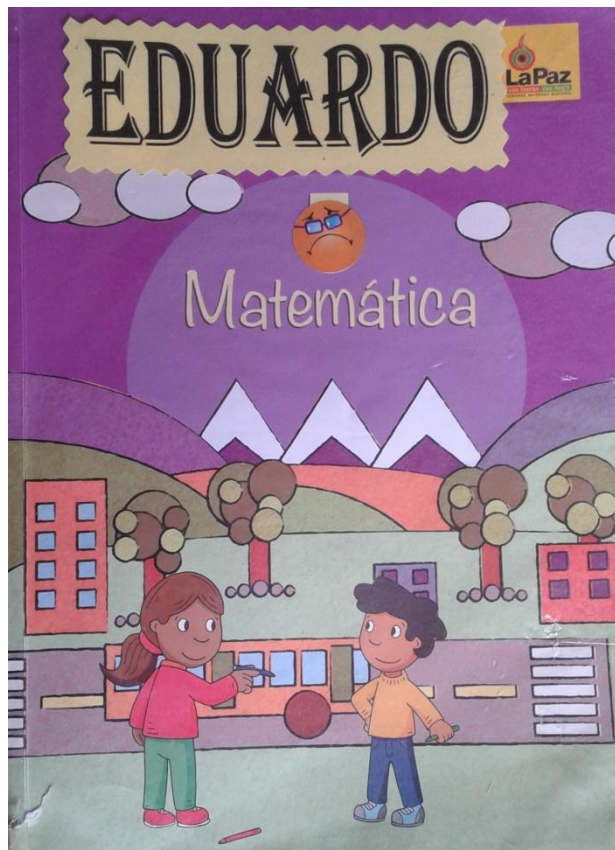
ANEXO C – MARCO LÓGICO

RESUMEN NARRATIVO DE OBJETIVOS	INDICADOR VERIFICABLE OBJETIVAMENTE (IVO)	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<p>FIN</p> <p>Contribuir con el problema del aprendizaje de las matemáticas.</p>	<p>La mejora del aprendizaje en estudiantes de cuarto grado de primaria.</p>	<p>El educador usará el software para complementar el aprendizaje del estudiante.</p>	<p>El presente trabajo se implementará una vez terminado el software en una escuela fiscal.</p>
<p>PROPÓSITO</p> <p>Mejora la calidad de la educación primaria.</p>	<p>Se quiere alcanzar el mejoramiento de aprendizaje en más del 70%.</p>	<p>El educador puede revisar los objetivos que se han alcanzado exitosamente.</p>	<p>Puede que el software tenga alguna falencia pero se solventará al instante (riesgos que ocurren para que la tesis llegue a la meta).</p>
<p>COMPONENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Escuelas primarias. ➤ Currícula de cuarto grado de primaria. ➤ Educadores. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Escuelas fiscales ➤ Grado será cuarto de primaria ➤ Profesores y directores del área. 	<p>El educador o evaluador encontrará la información necesaria y fidedigna en cada uno de los componentes.</p>	<p>La tesis será planteada a escuelas fiscales de la ciudad de La Paz – Bolivia.</p>
<p>ACTIVIDADES</p> <p>Las necesarias para producir cada componente detallado.</p>	<p>La mencionada tesis no cuenta con un presupuesto estimado ya que será un aporte a la educación.</p>	<p>Elaboración propia.</p>	<p>El trabajo se implementará en una escuela fiscal.</p>

ANEXO D – LIBROS DEL CONTENIDO DE LA MATERIA









ANEXO E - TABLA PARA LA DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800