

Agentes Inteligentes para adaptar la presentación de contenidos para cursos de educación en línea



Trabajo de Grado

**Yuly Margarita Botina Muñoz
Jaime Adalberto López Vivas**

Director: Msc. Miguel Ángel Niño Zambrano

Universidad del Cauca

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Grupo de I+D en Tecnologías de la Información
Departamento de Sistemas
Popayán, Marzo de 2006**

Nota de Aceptación

Firma Presidente del Jurado

Firma de Jurado

Firma de Jurado

Popayán, 25 de Abril de 2006

Dedicatoria

*A Dios por permitirme estar en este mundo,
A mi madre por su amor, esfuerzo y paciencia,
A mis hermanas por su amor, colaboración y sabios
consejos,
A Gaby por haber sido parte de este mundo,
A Luisa María por ser un ángel inspirador y fuente de
muchas alegrías
A mi abuela Carmen por su apoyo, entusiasmo y
buenos deseos,
A todos mis tíos y primos por su colaboración y
compañía,
Al Ingeniero Efraín Solano por sus consejos, aportes
y colaboración,
A mis amigas y compañeros de estudio por su
constante compañía y alegría.*

Yuly B.

*Especialmente a mi madre y mi abuela por no
dejarme desfallecer en los momentos más duros de
mi vida.*

*A mis amigos que compartieron, alegraron,
disfrutaron conmigo mis triunfos, me apoyaron en la
derrotas y estuvieron conmigo durante todo el
transcurso de mi carrera Carlos, Cristian, Jaime,
Lisandro, Jimmy, Felipe, Daniel, Tello y Juan Gabriel.*

A mi esposa Diana, por su amor y comprensión.

Jaime L.

Agradecimientos

Por el apoyo que recibimos durante todo el desarrollo de este trabajo queremos expresar agradecimientos a:

MIGUEL ANGEL NIÑO ZAMBRANO, Magíster en Informática y director del trabajo, por su valiosa colaboración y orientación durante todo el proceso de investigación.

CARLOS ALBERTO COBOS LOZADA, Magíster en Informática, por su apoyo desinteresado y disposición en todo el desarrollo del proyecto.

JUAN CARLOS VILDAL ROJAS, Doctor en Ciencias de la Computación, quien siempre estuvo dispuesto a orientarnos con su experiencia y conocimiento.

JOHANA, CAROLINA, JAIME MUÑOZ, LISANDRO, CESAR, CARLOS, DIEGO y JAIME SALAZAR, compañeros del proyecto Unicauca Virtual Fase 2, quienes nos animaron, apoyaron, compartieron y colaboraron, no solo en el proyecto sino también en toda nuestra carrera.

Y finalmente a todas las personas que de una u otra forma nos ofrecieron su ayuda en el momento más oportuno.



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I MARCO TEORICO.....	6
1.1 EDUCACIÓN	6
1.1.1 Conceptos.....	6
1.1.2 Objetivos	6
1.1.3 Formas	7
1.1.4 Estrategias de Enseñanza - Aprendizaje	7
1.1.4.1 Tipos de Estrategias de Aprendizaje.....	9
1.1.4.2 Clasificación de las Estrategias de Aprendizaje en el ámbito educativo	9
1.1.4.3 Por qué enseñar estrategias de aprendizaje.....	11
1.1.5 Nuevos enfoques de enseñanza - aprendizaje.....	11
1.1.5.1 Modelos de Estilos de Aprendizaje.....	12
1.1.5.2 Modelos y sus estilos de aprendizaje.....	14
1.1.5.2.1 Estilos de aprendizaje del Modelo de Felder y Silverman	14
1.1.5.2.2 Estilos de Aprendizaje del Modelo de la Programación Neurolingüística	15
1.1.5.2.3 Estilos de Aprendizaje del Modelo de CHAEA.....	17
1.1.5.2.4 Estilos de Aprendizaje del Modelo de las Inteligencias Múltiples	17
1.1.5.2.5 Estilos de Aprendizaje del Modelo de los Cuadrantes Cerebrales.....	19
1.1.5.2.6 Estilos de Aprendizaje del Modelo de Kolb.....	20
1.2 E-LEARNING.....	22
1.2.1 Componentes de los procesos de E-learning.....	23
1.2.2 Ventajas del E-Learning.....	23
1.2.3 Desventajas del E-learning	24
1.2.4 Algo de Historia	24
1.2.5 Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA).....	25
1.2.5.1 Adaptatividad	25
1.2.5.2 Arquitectura de los Sistemas Hipermedia Adaptativos	26
1.2.5.3 Tipos de Adaptación.....	26
1.2.5.4 Métodos de Adaptación.....	27
1.2.6 Sistema Tutor Inteligente (STI)	27
1.2.6.1 Componentes fundamentales de un STI.....	28
1.2.6.2 Funcionamiento de un STI	29
1.2.6.3 Educación en Línea apoyada en Sistemas Tutores Inteligentes	30
1.2.7 Sistema Administrador de Aprendizaje (LMS).....	32
1.2.8 Sharable Content Object Reference Model - SCORM.....	32
1.2.8.1 ¿Qué es SCORM?.....	32
1.2.8.2 Para que sirve SCORM.....	33
1.2.8.3 Principales especificaciones de SCORM	33
1.2.8.4 ¿Qué es SCO?	34
1.2.8.5 Para qué sirve un SCO.....	34
1.3 MODELOS DE INGENIERIA DEL SOFTWARE PARA APOYAR EL E-LEARNING	35
1.3.1 Agentes Inteligentes.....	35
1.3.1.1 ¿Qué es un Agente?.....	35



1.3.1.2	Arquitecturas de Agentes.....	36
1.3.1.2.1	Arquitecturas para Agentes Deliberativos	36
1.3.1.2.2	Arquitecturas para Agentes Reactivos	36
1.3.1.2.3	Arquitectura de Red de Agentes	36
1.3.1.2.4	Arquitecturas para Agentes Híbridos.....	36
1.3.2	Metodologías y Estándares para el desarrollo de Agentes Inteligentes.....	37
1.3.2.1	Metodología MAS-CommonKADS.....	37
1.3.2.1.1	Modelos de MAS-CommonKADS.....	37
1.3.2.1.2	Fases de desarrollo de MAS-CommonKADS.....	39
1.3.2.2	Foundation for Intelligent and Physical Agents - FIPA.....	39
1.3.2.2.1	Especificaciones de FIPA.....	39
1.3.2.2.3	Arquitectura Abstracta de FIPA.....	40
1.3.2.3	Agent Unified Modelling Language - AUML	41
CAPITULO II MODELO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO		43
2.1	MODELO CONCEPTUAL.....	43
2.2	MODELO METODOLÓGICO	47
2.2.1	Adaptación de la presentación.....	50
2.2.2	Secuenciación de objetos de contenido	50
2.2.2.1	Terminología y conceptos de Secuenciación.....	50
2.2.2.2	Modelo de definición de secuenciación.....	51
CAPITULO III DESCRIPCION DEL MÓDULO DEL SISTEMA TUTOR INTELIGENTE CON AGENTES INTELIGENTES		54
3.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	54
3.1.1	Agentes de Interfaz.....	55
3.1.2	Agentes de acceso a datos	55
3.1.3	Agentes adaptadores	56
3.1.4	Agentes Monitores.....	57
3.1.5	Arquitectura del Sistema Multiagente.....	59
CAPITULO IV ETAPA DE ANÁLISIS		61
4.1	CAPTURA DE REQUERIMIENTOS.....	61
4.1.1	Cliente – Estudiante	61
4.1.2	Administrador.....	61
4.1.3	Profesor.....	62
4.1.4	Sistema	62
4.2	CASOS DE USO	62
4.2.1	Actores.....	62
4.2.2	Escenarios	63
4.2.3	Funciones Básicas.....	63
4.3	DIAGRAMA GENERAL DE CASOS DE USO	63
4.3.1	Caso de uso: Entrar al Sistema.....	64
4.3.2	Caso de uso: Gestionar Modelos de Aprendizaje.....	65
4.3.3	Caso de uso: Armar estructura de contenidos personal.....	66
4.3.4	Caso de uso: Visualizar contenidos personalizados	68
4.4	MODELO LÓGICO DE DATOS	69
4.4.1	Modelo Relacional que gestiona la entrada al sistema.....	69
4.4.2	Modelo Relacional que gestiona los modelos de aprendizaje.....	70
4.4.3	Modelo Relacional que gestiona la personalización de la estructura de contenidos.....	71
4.5	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE AGENTES.....	74
4.5.1	Conceptualización.....	74



4.5.1.1	Identificación y descripción de los actores	74
4.5.1.2	Identificación y descripción de los casos de uso.....	74
4.5.2	Modelo de Agente.....	76
4.5.3	Modelo de Tareas.....	76
4.5.4	Modelo de Agente.....	80
4.5.4.1	Identificación y descripción de los agentes.....	80
4.5.5	Modelo de Coordinación.....	82
4.5.5.1	Identificación de las conversaciones.....	82
4.5.5.2	Descripción de las conversaciones.....	82
4.5.6	Modelo de Comunicación.....	83
4.5.7	Modelo de Organización Multiagente.....	83
4.5.7.1	Identificación de relaciones de herencia.....	83
4.5.7.2	Identificación de objetos del entorno	84
4.5.8	Modelo de la Experiencia.....	84
4.5.8.1	Identificación y descripción del esquema del modelo	84
CAPITULO V ETAPA DE DISEÑO		87
5.1	ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN	87
5.1.1	Capa de Lógica de Presentación.....	88
5.1.2	Capa de Lógica de Negocio	89
5.1.3	Capa de Lógica de Servicios.....	89
5.2	ARQUITECTURA DEL MÓDULO DEL STI APOYADO EN AGENTES INTELIGENTES	90
5.3	CASOS DE USO	92
5.3.1	Diseño del Caso de Uso: Entrar al Sistema.....	92
5.3.1.1	Caso de uso real.....	93
5.3.2	Diseño del Caso: Armar estructura de contenidos personal.....	95
5.3.2.1	Caso de uso real.....	95
5.3.3	Diseño del Caso: Visualizar contenidos personalizados.....	103
5.3.3.1	Caso de uso real.....	103
5.4	MODELO FISICO	106
5.4.1	Modelo Físico de la base de datos que gestiona la entrada al sistema.....	106
5.4.2	Modelo Físico de la base de datos que gestiona los modelos de aprendizaje.....	107
5.4.3	Modelo Físico de la base de datos que gestiona la personalización de la estructura de contenidos	108
CAPITULO VI ETAPA DE CONSTRUCCIÓN		110
6.1	PLATAFORMA O API PARA LOS AGENTES	110
6.1.1	Construcción de la Plataforma o API de agentes en VS.Net.....	111
6.1.1.1	FIPA-ACL.....	111
6.1.1.2	Una clase Agente Básica.....	112
6.1.1.3	Comportamientos	112
6.1.1.4	Contenedor de agentes	112
6.1.1.5	Runtime – Entorno de Ejecución.....	113
6.2	VISTA DE DESPLIEGUE DE LOS MÓDULOS DEL STI.....	113
6.3	VISTA DE IMPLEMENTACIÓN	114
6.4	IMPLEMENTACIÓN	116
CAPITULO VII ETAPA DE PRUEBAS.....		118
7.1	PRUEBA DE FUNCIONALIDAD	118
7.1.1	Formato Encuesta	118
7.1.2	Resultados obtenidos.....	120
7.1.3	Problemas presentados	126



CAPITULO VIII INTEGRACIÓN	127
8.1 PROYECTOS INTEGRADOS A LA SOLUCIÓN	128
8.2 PROBLEMAS PRESENTADOS Y SOLUCIONES PLANTEADAS AL MOMENTO DE INTEGRAR	129
CAPITULO IX RESULTADOS OBTENIDOS	130
CAPITULO X CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
10.1 CONCLUSIONES.....	132
10.2 RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFIA	134



LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Componentes básicos de un Sistema Hipermedia Adaptativo	26
Figura 2.	Componentes fundamentales de un STI	28
Figura 3.	Objeto Reusable de Aprendizaje y sus bienes	34
Figura 4.	Modelos de MAS-CommonKADS.....	38
Figura 5.	Arquitectura Abstracta de FIPA	40
Figura 6.	Modelo Conceptual (Conceptos y relaciones)	44
Figura 7.	Proceso general de adaptatividad del contenido.....	48
Figura 8.	Interacción del estudiante con la estructura de contenidos.....	49
Figura 9.	Proceso de monitoreo de los agentes.....	49
Figura 10.	Ejemplo de Estructura de contenidos, clúster, actividades y recursos	51
Figura 11.	Modulo del STI con Agentes agrupados por comportamiento.....	54
Figura 12.	Entrada del Estudiante al Sistema	55
Figura 13.	Adaptación de contenidos mediante recursos	57
Figura 14.	Proceso de Monitoreo de una actividad	58
Figura 15.	Proceso de monitoreo de los indicadores	59
Figura 16.	Estructura organizativa de la sociedad Multiagente	59
Figura 17.	Arquitectura Interna del Agente.....	60
Figura 18.	Diagrama de casos de uso del Administrador	63
Figura 19.	Diagrama de casos de uso del Profesor	64
Figura 20.	Diagrama de casos de uso del Estudiante	64
Figura 21.	Casos de uso del Estudiante que hacen parte del Sistema de Agentes.....	75
Figura 22.	Modelo de Tareas – Vista gráfica.....	76
Figura 23.	Modelo de coordinación.	83
Figura 24.	Modelo de organización - Herencia	84
Figura 25.	Arquitectura de la aplicación	87
Figura 26.	Capa de Lógica de Presentación	88
Figura 27.	Capa de Lógica del Negocio.....	89
Figura 28.	Capa de Lógica de Servicios.....	89
Figura 29.	Arquitectura General del STI del Macroyecto de Unicauca Virtual Fase II.....	90
Figura 30.	Screen Shot de Entrar al Sistema para los usuarios: administrador y estudiante.....	92
Figura 31.	Screen Shot de Armar estructura de contenidos personal	95
Figura 32.	Screen Shot de visualizar contenidos personalizados.....	103
Figura 33.	Arquitectura de la Plataforma de agentes en .Net.....	113
Figura 34.	Vista de despliegue del Sistema	114
Figura 35.	Vista de Implementación.....	115
Figura 36.	Screen Shot del Test del modelo de Felder y Silverman	119
Figura 37.	Reporte de Estilos de aprendizaje para el Curso de Introducción a la Informática.....	122
Figura 38.	Arquitectura integrada del Sistema	127
Figura 39.	Control de código fuente.....	128



LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Conceptos de Estilos de Aprendizaje. (Citados en Alonso y Gallego, 1994).....	14
Tabla 2.	Estilos de Aprendizaje del Modelo de Felder y Silverman. (Tomado de [FEL])	15
Tabla 3.	Comportamiento según el Modelo de la Programación Neurolingüística. [ROB01] [PER01] .	16
Tabla 4.	Estilos de aprendizaje: Modelo de CHAEA. Tomado de [CHAEA].....	17
Tabla 5.	Inteligencias Múltiples: definición y actividades asociadas. Tomado de [INTE].....	19
Tabla 6.	Los cuatro cuadrantes del modelo Herrmann. [FOL94] y [CHA95].....	20
Tabla 7.	Estilos de Aprendizaje: Modelo de Kolb.....	22
Tabla 8.	Métodos de Adaptación	27
Tabla 9.	Tipos de Actividad	47
Tabla 10.	Indicadores	47
Tabla 11.	Descripción de los modos de control de secuenciación. (tomado de [SCORM-SN]).....	52
Tabla 12.	Relación “Estudiante – Estilos” para el modelo Programación neuro-lingüística.....	56
Tabla 13.	Estado indicadores por tipo de actividad	58
Tabla 14.	Funciones básicas.....	63
Tabla 15.	Análisis del caso de uso Entrar al Sistema.....	65
Tabla 16.	Diagrama General del Caso de uso Gestionar Modelos de Aprendizaje	66
Tabla 17.	Análisis del caso de uso Armar estructura de contenidos personal.....	67
Tabla 18.	Análisis del caso de uso Visualizar contenidos personalizados.....	69
Tabla 19.	Modelo Relacional que gestiona la entrada al sistema	70
Tabla 20.	Modelo Relacional que gestiona los modelos de aprendizaje.....	71
Tabla 21.	Modelo Relacional que gestiona la personalización de la estructura de contenidos	73
Tabla 22.	Identificación de actores activos en el sistema	74
Tabla 23.	Caso de uso Visualizar contenidos personalizados – Sistema de Agentes.....	75
Tabla 24.	Caso de uso Desarrollar contenidos personalizados – Sistema de Agentes	75
Tabla 25.	Tarea - Personalización del proceso enseñanza / aprendizaje.....	76
Tabla 26.	Tarea – Solicitar identificación	77
Tabla 27.	Tarea – Buscar Session.....	77
Tabla 28.	Tarea – Obtener Datos	77
Tabla 29.	Tarea – Buscar Perfil.....	78
Tabla 30.	Tarea – Ponderar Datos	78
Tabla 31.	Tarea – Obtener Perfil.....	78
Tabla 32.	Tarea – Adaptar presentación	79
Tabla 33.	Tarea – Construir árbol instruccional.....	79
Tabla 34.	Tarea – Buscar recursos asociados al perfil	79
Tabla 35.	Tarea – Monitorear.....	79
Tabla 36.	Tarea – Buscar indicador	80
Tabla 37.	Tarea – Almacenar datos.....	80
Tabla 38.	Agente de Interfaz	81
Tabla 39.	Agente Perfil	81
Tabla 40.	Agente adaptador de contenido	81
Tabla 41.	Agente monitor de contenido	82
Tabla 42.	Agente monitor de indicadores	82
Tabla 43.	Diseño del caso de uso Entrar al Sistema.....	94



Tabla 44.	<i>Diseño del caso de uso Armar estructura de contenidos personal</i>	102
Tabla 45.	<i>Diseño del caso de uso Visualizar contenidos personalizados</i>	105
Tabla 46.	<i>Modelo Físico de la base de datos que gestiona la entrada al sistema</i>	106
Tabla 47.	<i>Modelo Físico de la base de datos que gestiona los modelos de aprendizaje</i>	107
Tabla 48.	<i>Modelo Físico que gestiona la personalización de la estructura de contenidos</i>	109
Tabla 49.	<i>Lista de Performativas – clase ACLMessage</i>	111
Tabla 50.	<i>Lista de Propiedades - clase ACLMessage</i>	112
Tabla 51.	<i>Delegados y eventos – Comportamiento del agente</i>	112
Tabla 52.	<i>Lista de acciones del agente - comportamiento</i>	112
Tabla 53.	<i>Atributos privados de los agentes – contenedor de agentes</i>	112
Tabla 54.	<i>Propiedades públicas de los agentes – contenedor de agentes</i>	112
Tabla 55.	<i>Atributos privados de los agentes – Runtime</i>	113
Tabla 56.	<i>Métodos públicos de los agentes – Runtime</i>	113
Tabla 57.	<i>Miembros del Coordinador de Agentes</i>	116
Tabla 58.	<i>Miembros de Agente Perfil</i>	116
Tabla 59.	<i>Miembros de Agente Adaptador</i>	117
Tabla 60.	<i>Miembros de Agente Interfaz</i>	117
Tabla 61.	<i>Miembros de Agente Monitor de Contenido</i>	117
Tabla 62.	<i>Clasificación de los estudiantes mediante encuesta</i>	119
Tabla 63.	<i>Estudiantes de Informática I – Ingeniería Electrónica</i>	121
Tabla 64.	<i>Datos recolectados de los estilos de aprendizaje de los estudiantes según la encuesta</i>	122
Tabla 65.	<i>Datos Recolectados – Herramienta del Profesor</i>	123
Tabla 66.	<i>Resultados Pregunta 2 – Encuesta</i>	124
Tabla 67.	<i>Resultados Pregunta 3 – Encuesta</i>	124
Tabla 68.	<i>Resultados Pregunta 4 – Encuesta</i>	125
Tabla 69.	<i>Resultados Pregunta 5 – Encuesta</i>	125



INTRODUCCIÓN

La educación es tan importante en la formación del hombre que no falta en ninguna sociedad ni en ningún momento de la historia. En toda sociedad por primitiva que sea, encontramos que el hombre se educa, que la educación es parte importante de su desarrollo social e individual.

Sin embargo, algunas veces la educación se asocia con un lugar, “la escuela”, y no con “el proceso continuo que permite al educando apropiarse críticamente de los saberes, las competencias, actitudes y destrezas necesarios para comprender la realidad, penetrarla, valorar su universo simbólico y darle sentido a los eventos y circunstancias de su cotidianidad”. [PLAN05]

Esta es una de las razones por las cuales la educación no se limita al aula escolar ni a lo propuesto por un currículo. Desborda los límites de la escuela y copa todos los espacios y ambientes de la sociedad. Dado que la educación no sólo aumenta la capacidad productiva de la persona sino que le posibilita el crecimiento espiritual, la capacidad de amar, de jugar, de gozar, de relacionarse con los otros, de integrarse, de crecer colectivamente y de construir ciudadanía. [PLAN05]

Lo anterior obliga a plantear estrategias y a emprender acciones que apoyen y/o fomenten la calidad y/o cobertura educativa. En procura de dichos propósitos, los sistemas educativos y las instituciones educativas deben establecer condiciones que impulsen, ayuden, implanten y aseguren un cambio tanto en el proceso de enseñanza-aprendizaje como en las tres partes (profesor o docente, estudiantes y el contenido u objeto de conocimiento) que intervienen en él.

Por lo general en las instituciones educativas ocurre que el profesor se basa en pautas tradicionales de aprendizaje pero no en algún conocimiento específico del aprendizaje, expone sus conocimientos al o a los estudiantes, mediante diversos medios, técnicas y herramientas de apoyo; siendo él, la fuente del conocimiento. Los medios más utilizados son orales y escritos. Las técnicas van desde la exposición, el apoyo en otros textos (cuentos, narraciones), técnicas de participación y dinámicas de grupos. Las herramientas habituales son tiza, pizarra, lápiz, papel, libros de texto.

La situación anterior aún se vivencia en el sistema educativo colombiano, y en nuestro caso en la educación formal en el Departamento del Cauca, en donde el modelo de enseñanza y aprendizaje más utilizado en la educación superior es de carácter transmisionista¹ o tradicional, el cual cuenta

¹La Enseñanza transmisionista, se originó con anterioridad a los años sesenta y presenta como centro de la educación al profesor. En él, se centra el conocimiento, la toma de decisiones y el poder en general. La actividad propuesta al estudiante es la asimilación del discurso del profesor. La programación está centrada en contenidos ya elaborados y ordenados de acuerdo con la lógica de la disciplina científica y no de la mente de los estudiantes (Pedagogía por



con el problema de la pobre atención que se le presta al proceso de enseñanza y aprendizaje del estudiante, reduciendo la efectividad de su aprendizaje, también involucra dependencia, conformismo, rechazo a ser uso de la autonomía, rechazo a la divergencia, secuenciación de contenidos de temas y de actividades de forma mecánica, aditiva, rígida y lineal, debido a que no se tiene en cuenta el perfil del estudiante, es decir, el ritmo de aprendizaje individual, sino el ritmo de aprendizaje del grupo o de algunos estudiantes.

Por lo anterior es importante buscar un cambio en el proceso de enseñanza-aprendizaje como en las partes que intervienen en él (profesor, estudiantes y el contenido u objeto de conocimiento), y es aquí donde el presente proyecto ofrece una modalidad de educación acorde al individuo, a sus necesidades y forma de aprendizaje; en la cual el profesor actúa como “facilitador” y nexo entre el conocimiento y los estudiantes. Dado que hay un proceso de enseñanza y tantos procesos de aprendizaje como estudiantes involucrados.

En los últimos tiempos se han desarrollado diversas teorías de aprendizaje [CHE01] [GAR00] [JEN94] [CHA02] [CAS01] que pueden ofrecer información valiosa al profesor acerca de actividades relacionadas con lo que él debe saber sobre el aprendizaje. Cada teoría representa principios generales y resume observaciones sobre la conducta general del ser humano. La teoría debe orientar el pensamiento, sistematizar principios, resolver problemas y generar nuevas expresiones o tendencias de investigación en lo que se refiere al proceso de aprendizaje. La explicación que brinde de la conducta humana dependerá de sus bases filosóficas, el tipo de información, antecedentes o puntos de vista que podría llegar a recoger.

En la actualidad se utiliza la tecnología para mejorar la calidad de la educación tradicional en combinación con las teorías de aprendizaje desarrolladas. El presente proyecto trabaja en dicha idea, planteando una modalidad de educación basado en la heterogeneidad de los estudiantes en su proceso educativo, mediante una de las modalidades de educación a distancia, como lo es la educación en línea.

Aunque hoy en día la educación en línea no está muy difundida y/o aceptada, el impacto que tiene el uso de diversas tecnologías de telecomunicación en los procesos educativos es positivo. Con la educación en línea, se busca romper muchas barreras que impiden el acceso al conocimiento, los beneficios se reportan en economía de tiempo; en mayor individualización a las necesidades específicas de cada usuario; en facilitar el aprendizaje de contenidos gracias a una mayor conexión audiovisual, sensorial y secuencial de los temas de materias estudiadas; en acortar distancias geográficas; en la interacción del estudiante con la experiencia de aprendizaje; en otras ventajas que tiene para el proceso educativo el uso adecuado de tecnologías. Dado que es una forma de estimular la participación activa del estudiante en el aprendizaje.

De acuerdo a lo planteado en los dos párrafos anteriores, para la realización de este proyecto se efectuó el estudio de los conceptos relacionados con las teorías de aprendizaje, enfocándonos en los modelos y estilos de aprendizaje [CHE01] [GAR00] [JEN94] [CHA02] [CAS01], estrategias de enseñanza-aprendizaje, adaptatividad, objetos de contenido compartible (SCO) y modelos de referencia de objetos de contenido compartible (SCORM) [ADL01] y el paradigma de Agentes Inteligentes [WOO95]. Teniendo en cuenta estos conceptos se propone un método de enseñanza personalizada a través de un Sistema Tutor inteligente (STI) apoyado en agentes inteligentes, con el objetivo de ofrecer a los usuarios (profesores, estudiantes) una experiencia de educación en línea personalizada, en la cual los contenidos del curso se plantean de acuerdo al interés, la

Contenidos). Se presenta una dependencia hacia el manejo del conocimiento dependiendo del libro texto (Textocentrismo). [MORA].



preferencia, el estilo y el ritmo de aprendizaje del estudiante como individuo y no según el ritmo y estilo de aprendizaje de otros estudiantes.

El STI adaptará la presentación de los contenidos de cursos en línea, mediante conceptos como los modelos y estilos de aprendizaje con los que se pretende ofrecer un aprendizaje más efectivo al permitir analizar el trabajo cognitivo de los estudiantes y su conducta frente al aprendizaje, conceptos que son difícilmente aplicables en la clase tradicional. El STI se apoya en el paradigma de agentes, que permite la percepción del ambiente virtual para reaccionar ante cambios de éste o en ausencia de ellos tomando sus propias decisiones haciendo posible la personalización del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por estas razones, este proyecto de grado ofrece una alternativa de solución a los problemas mencionados, a través de la ejecución de los siguientes objetivos.

Objetivo General

- Desarrollar un modelo que integre conceptos como estilos de aprendizaje y adaptatividad de aplicaciones y contenidos en un entorno de educación en línea, para lo cual se desarrollará un módulo de un Sistema Tutor Inteligente (STI) apoyado en Agentes Inteligentes que adapte la presentación de los contenidos de cursos en línea, para asistir a los estudiantes en su proceso de enseñanza y aprendizaje en el marco de Unicauca Virtual².

Objetivos Específicos

- Definir un modelo conceptual y metodológico que permita utilizar herramientas software como los STI y conceptos pedagógicos como los estilos de aprendizaje para el apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de un entorno de educación en línea.
- Desarrollar un módulo de un STI basado en agentes inteligentes que permita la ejecución y el monitoreo de estrategias de enseñanza y aprendizaje personalizadas para cada estudiante, así como un mecanismo que permita realimentar el perfil del estudiante con el propósito de aplicar así nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje.
- Implementar el módulo teniendo en cuenta la funcionalidad según los usuarios:
Permitir al profesor:
 - Definir las estrategias básicas³ de enseñanza y aprendizaje para la divulgación de contenidos de un curso en línea.
 - Escoger las actividades a monitorear en los estudiantes, a través de la selección de un conjunto adecuado de indicadores predefinidos en la herramienta.Permitir al estudiante:
 - Visualizar los contenidos de acuerdo a su perfil y la estrategia seleccionada por el STI.Permitir a los usuarios visualizar reportes relacionados con el estado del curso.
- Desarrollar el módulo utilizando Microsoft Visual Studio .NET como software de desarrollo en una arquitectura de tres niveles, así⁴:
 - Un conjunto de Interfaces para la interacción entre usuarios y la aplicación.

² <http://www.uv.unicauca.edu.co>.

³ Se refiere a secuenciación de contenidos, teniendo en cuenta elementos conceptuales, instruccionales, didácticos y además el perfil del estudiante en el sistema de educación en línea.

⁴ Se escoge la tecnología .NET y Oracle 10g, debido a que el módulo se debe integrar con los desarrollos de Unicauca Virtual Fase II y en este proyecto se encuentra la justificación de su elección.



- Una colección de servicios Web que soporten la lógica de los procesos que llevan a cabo cada uno de los usuarios del sistema.
- Una base de datos relacional en Oracle 10g que permita dar persistencia a la información manejada por el módulo.
- Validar los resultados asociados al modelo⁵ conceptual, metodológico y al módulo del STI a través de una prueba de funcionalidad⁶, tomando un tema del curso Introducción a la Informática del programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Cauca.
- Integrar la herramienta Software a la fase II del macroproyecto Unicauca Virtual.

Además, con la realización de este proyecto se aporta al Departamento de Sistemas de la Universidad del Cauca, información y experiencia académica relacionada con el análisis, diseño y construcción de Sistemas Multi-Agentes (SMA) que posibiliten la exploración de un nuevo paradigma que permita el desarrollo de sistemas que gocen de autonomía, flexibilidad y comportamiento social, como principales características; beneficiándose de ésta manera Unicauca tanto de la experiencia adquirida como de la utilización de la herramienta software a través de Unicauca Virtual. Los principales aportes obtenidos a partir de la ejecución del proyecto se presentan en capítulo referente a los Resultados Obtenidos.

A lo largo del presente documento se abordan los conceptos teóricos y prácticos que se necesitaron para llevar a cabo el proyecto. El documento se encuentra organizado en doce partes como se explica a continuación:

Introducción

Este capítulo da una visión general del trabajo desarrollado, los objetivos que cumple y una ubicación del contexto en general.

Capítulo I: Marco Teórico

Este capítulo contiene las bases teóricas sobre las cuales se encuentra enmarcado el proyecto, ellas contemplan: educación, e-learning, modelos y estilos de aprendizaje, estrategias de enseñanza-aprendizaje, educación en línea apoyada en STI y Agentes Inteligentes. Además la descripción de las tecnologías y estándares para la implementación de agentes inteligentes y para la utilización de recursos digitales y objetos de contenido compartible.

Capítulo II: Modelo Conceptual y Metodológico

En este capítulo se presenta el modelo conceptual desarrollado, que integra la utilización de los modelos y estilos de aprendizaje, estrategias de enseñanza-aprendizaje y como el STI toma esta información para realimentar los perfiles de los estudiantes y así establecer una adaptatividad en la presentación de contenidos e interacción con el estudiante.

Capítulo III: Descripción del módulo del Sistema Tutor Inteligente con Agentes Inteligentes

Este capítulo contiene información relacionada con el uso del paradigma de agentes inteligentes en el STI construido.

Capítulo IV: Etapa de Análisis

Plantea el análisis de las diferentes funcionalidades que hacen parte de la solución. Para el desarrollo del análisis, se presentan los diferentes diagramas (Casos de Uso, Secuencia y Clases),

⁵ El Modelo Conceptual y Metodológico se validarán a través de la publicación de un artículo o en un evento.

⁶ Consiste en una prueba simple que validará la adaptatividad de los contenidos en conjunto con los estilos de aprendizaje y las estrategias básicas.



en los cuales se modela el comportamiento y la interacción entre los usuarios y el sistema, a partir de los casos de uso fundamentales en el STI.

Capítulo V: Etapa de Diseño

En este capítulo se plantea la arquitectura sobre la cual se basa el desarrollo de la aplicación. Se presentan los diagramas de Casos de Uso, Secuencia y Clases, necesarios para entender el diseño de la aplicación, a través de cada una de las capas que componen la arquitectura.

Capítulo VI: Etapa de Construcción

Este capítulo explica cómo los elementos planteados en el diseño son llevados a código, mediante la descripción del ambiente computacional desarrollado para soportar el STI apoyado en agentes inteligentes.

Capítulo VII: Etapa de Pruebas

Este capítulo describe en qué consiste y cómo se desarrolla la prueba de funcionalidad, así como los resultados de la misma como forma de validación del módulo del STI apoyado en Agentes Inteligentes, aplicada a un tema específico del curso Introducción a la Informática.

Capítulo VIII: Integración

En este capítulo se explica como el software del módulo del STI apoyado en agentes inteligentes está actualmente integrado y cómo se logró dicha integración con otros proyectos que hace parte del macroproyecto Unicauca Virtual Fase II.

Capítulo IX: Resultados Obtenidos

Este capítulo presenta los productos y principales aportes obtenidos a partir de la ejecución del presente proyecto.

Capítulo X: Conclusiones y Recomendaciones

Esta parte describe las conclusiones a las cuales se llegó una vez culminado el desarrollo del proyecto. También contiene las respectivas recomendaciones para futuros trabajos en esta temática.

Bibliografía

Este capítulo indica la bibliografía de los documentos utilizados.



CAPITULO I

MARCO TEORICO

En esta sección se presentan las bases conceptuales más importantes que brindan una idea general del Sistema Tutor Inteligente apoyado en Agentes Inteligentes para adaptar la presentación de contenidos para cursos de educación en línea.

1.1 EDUCACIÓN

La educación a través del conocimiento es la posibilidad más cierta de desarrollo social y humano de un pueblo y del hombre como individuo, dado que por medio de la educación se crea y/o fomenta la multidimensionalidad inteligente, afectiva, lúdica, histórico-cultural de hombres y mujeres.

1.1.1 Conceptos

- La educación es el medio privilegiado por el cual la sociedad contribuye al desarrollo intelectual, físico, ético, afectivo, moral y estético de los individuos; prepara para el trabajo productivo y para el disfrute de los bienes materiales, espirituales y culturales; sirve para mejorar la calidad de vida; y forma para la defensa de los recursos naturales y la preservación del ambiente. [PLAN05]
- La educación es un proceso continuo que permite al educando apropiarse críticamente de los saberes, las competencias, actitudes y destrezas necesarios para comprender la realidad, penetrarla, valorar su universo simbólico y darle sentido a los eventos y circunstancias de su cotidianidad. No se limita al aula escolar ni a lo propuesto por un currículo. Desborda los límites de la escuela y ocupa todos los espacios y ambientes de la sociedad. [PLAN05]

1.1.2 Objetivos

- La educación debe contribuir en forma eficaz y sistemática a la profundización de la democracia, la participación ciudadana, la construcción de una cultura de convivencia y respeto de los derechos humanos y a la conquista de la paz. [PLAN05]
- El proceso educativo, inspirado en la vida misma, será integral y estará centrado en el desarrollo de las potencialidades y los talentos de la persona. Cultivará la capacidad de aprender a aprender, la creatividad, la autonomía, el espíritu crítico y reflexivo y el trabajo en



equipo. Fomentará un pensamiento más diferenciador que generalizador, más indagante que concluyente, más proactivo que reactivo. [PLAN05]

- El aprendizaje será universal: comprometido con el enriquecimiento del acervo cultural, del país; abierto al aprovechamiento y disfrute de otras culturas y saberes; promoverá el desarrollo de habilidades para la apropiación, transformación y generación de conocimiento, y para que la investigación científica y el desarrollo tecnológico se conviertan en las bases de un desarrollo equitativo y sostenible. [PLAN05]

1.1.3 Formas

En Colombia la educación está constituida en diversas modalidades: la formal, la no formal, la informal y las modalidades de atención educativa a poblaciones especiales, como la educación de adultos, la educación de los grupos étnicos, la educación para personas con limitaciones o capacidades excepcionales, la educación campesina y rural y la educación para la rehabilitación social.

En la modalidad de educación formal, la institución escolar es la piedra angular. Es en este ámbito en el cual se materializarán buena parte de los objetivos, metas y acciones del Plan de Desarrollo Educativo. La educación formal está organizada de tal manera que conduce a la expedición de títulos académicos y abarca los siguientes niveles progresivos: educación preescolar, educación básica (primaria y secundaria), educación media y educación superior.

Los otros tipos de educación, se imparten sin dependencia de períodos de secuencia regulada y no conduce a grados ni a títulos, son orientados mediante programas tales como: la formación profesional que imparte el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), la educación infantil que atiende el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y los programas educativos a través de la radio, los canales públicos locales y regionales.

1.1.4 Estrategias de Enseñanza - Aprendizaje

Las estrategias de enseñanza-aprendizaje se forman como parte de la respuesta del individuo a las demandas de su entorno. Son herramientas cognitivas que resultan particularmente útiles a cada sujeto para completar una tarea específica. Las estrategias de enseñanza-aprendizaje varían según la tarea específica que se debe realizar. Por ejemplo, para desempeñar determinada tarea podemos necesitar un martillo, para otro trabajo nos hace falta un destornillador y unos alicates. Las herramientas se pueden asemejar a las diferentes estrategias que necesitamos en cada ocasión. Y continuando con esta analogía, las distintas herramientas pueden ser guardadas y archivadas para utilizarlas en futuras tareas, también nuestro repertorio de estrategias puede almacenarse y utilizarse en tareas posteriores.

El concepto de estrategia de enseñanza-aprendizaje, como tal, ha sido objeto de múltiples interpretaciones, de modo que no existe una única definición. No obstante, es posible identificar concepciones alternativas que si bien compiten, tienen la importancia de complementarse, algunas de ellas son:

- Weinstein (1985) utiliza la expresión estrategias de aprendizaje para identificar una serie de competencias que los investigadores y los prácticos han postulado como necesarias, o útiles, para el aprendizaje efectivo y la retención de la información, y su uso posterior.



Estas competencias incluyen estrategias cognitivas de *procesamiento de información*, como estrategias para organizar y elaborar la información entrante y hacerla más significativa; *estrategias activas de estudio*, como la toma de notas o la preparación del examen, y estrategias de *apoyo*, es decir, técnicas para organizar el tiempo de estudio, superar la ansiedad de ejecución y dirigir la atención a la tarea de aprendizaje que se tiene entre manos. Además, hay otro nivel de estrategias llamadas meta-cognitivas que los estudiantes pueden utilizar para controlar el procesamiento de información.

- Derry y Murphy (1986) señalan que por estrategia de aprendizaje se significa el conjunto de actividades mentales empleadas por el individuo, en una situación particular de aprendizaje, para facilitar la adquisición de conocimiento. Así, están dentro del dominio de las estrategias cognitivas, una familia más amplia de capacidades, que permiten a los estudiantes ejercer el control ejecutivo sobre cómo piensan en situaciones de solución de problemas.
- Snowman (1986) ha distinguido entre estrategias de aprendizaje, y tácticas de aprendizaje. Una estrategia de aprendizaje es un plan general que se formula para tratar una tarea de aprendizaje; y una táctica es una habilidad más específica que se usa al servicio de la estrategia o plan general.
- Danserau (1985) define las estrategias de aprendizaje como un conjunto de procesos o pasos que pueden facilitar la adquisición, almacenamiento y/o utilización de la información. Y distingue entre estrategias primarias, que operan sobre el material de texto (comprensión y memoria), y de apoyo que se usan para mantener un estado mental adecuado para el aprendizaje (estrategias de concentración).
- Schmeck (1988) indica que el aprendizaje es un subproducto del pensamiento, la huella dejada por nuestros pensamientos. Aprendemos pensando, y la calidad del resultado del aprendizaje viene determinada por la calidad de nuestros pensamientos. Las estrategias de aprendizaje más efectivas son aquellas que tienen un impacto mayor sobre nuestros procesos de pensamiento. Así, trazar una raya por debajo de un texto es menos eficaz que restablecer el significado de una frase con las propias palabras.
- Weinstein y Mayer (1986) definen las estrategias como conocimientos o conductas que influyen los procesos de codificación y facilitan la adquisición y recuperación de nuevo conocimiento. Citan expresamente la repetición, elaboración y organización.
- Las estrategias de enseñanza o *estrategias docentes* son procedimientos o arreglos que los profesores o agentes de enseñanza utilizan de forma flexible y estratégica, para promover la mayor cantidad y calidad de aprendizajes significativos en los alumnos. Debe hacerse un uso inteligente, adaptativo e intencional de ellas, con la finalidad de prestar la ayuda pedagógica adecuada a la actividad constructiva de los estudiantes. [DIAZ02].

Según [BEL02], conviene tener en cuenta que una estrategia es fundamentalmente una secuencia de actividades, más que un simple suceso. Esto significa, entre otras cosas, que los estudiantes necesitan adquirir los procesos componentes y una rutina para organizar esos procesos, y esto explica la frecuencia de respuestas no estratégicas y la complejidad de entrenar actividades estratégicas que mantener y transferir.

Un rasgo importante de cualquier estrategia es que está en gran medida bajo el control del estudiante. Esto es, aunque ciertas subrutinas pueden ser aprendidas hasta el punto de la



automaticidad, las estrategias son generalmente deliberadas, planificadas, conscientemente comprometidas en actividades.

Paris y otros (1983) llaman a las estrategias habilidades bajo consideración. Esto significa que las estrategias requieren recursos atencionales que no son ilimitados, y que las estrategias pueden ser examinadas, informadas y modificadas. Para que una actividad sea considerada estratégica debe ser seleccionada por el estudiante de entre actividades alternativas, y debe ser intentada para alcanzar una meta. De esta manera, se destaca el carácter intencional y propositivo de las estrategias.

Las diversas definiciones expuestas ponen de relieve dos notas importantes a la hora de establecer el concepto de estrategia. En primer lugar, que se trata de actividades u operaciones mentales que realiza el estudiante para mejorar el aprendizaje. En segundo lugar, que la estrategia tiene un carácter intencional o propositivo, e implica, por lo tanto, un plan de acción. Por otra parte, las estrategias están al servicio de los procesos de los que difieren por su carácter operativo, funcional y abierto frente al carácter encubierto de los procesos. Además, las estrategias se distinguen claramente de las tácticas o técnicas de estudio que son actividades específicas, más ligadas a la materia y siempre orientadas al servicio de una o varias estrategias. (Bernad, 1987, 1990; Román, 1991; Pérez y Beltrán, 1991; Genovard y Gotzens, 1990).

1.1.4.1 Tipos de Estrategias de Aprendizaje

Kirby [KIR84] distinguía entre dos tipos de estrategias de aprendizaje:

- **Macroestrategias:** genéricas, relacionadas con factores emocionales y motivacionales, influenciadas por las diferencias individuales como estilo e inteligencia, menos sensibles a la instrucción directa.
- **Microestrategias:** orientadas a tareas específicas, relacionadas con conocimiento y habilidades concretas, cercanas al desempeño y sensibles a la instrucción directa.

1.1.4.2 Clasificación de las Estrategias de Aprendizaje en el ámbito educativo

Se han identificado cinco tipos de estrategias generales en el ámbito educativo [MON94]. Las tres primeras ayudan al estudiante a elaborar y organizar los contenidos para que resulte más fácil el aprendizaje (procesar la información), la cuarta está de apoyo al aprendizaje para que éste se produzca en las mejores condiciones posibles y, por último, la quinta está destinada a controlar la actividad mental del estudiante para dirigir el aprendizaje.

Estrategias de ensayo

Son aquellas que implican la repetición activa de los contenidos (diciendo, escribiendo), o centrarse en partes claves de él. Tales como: repetir términos en voz alta, reglas mnemotécnicas, copiar el material objeto de aprendizaje, tomar notas literales, el subrayado.

Estrategias de elaboración

Implican hacer conexiones entre lo nuevo y lo familiar. Por ejemplo: parafrasear, resumir, crear analogías, tomar notas no literales, responder preguntas (las incluidas en el texto o las que pueda formularse el estudiante), describir como se relaciona la información nueva con el conocimiento existente.



Estrategias de organización

Agrupan la información para que sea más fácil recordarla. Implican imponer estructura al contenido de aprendizaje, dividiéndolo en partes e identificando relaciones y jerarquías. Incluyen ejemplos como: resumir un texto, esquema, subrayado, cuadro sinóptico, red semántica, mapa conceptual, árbol ordenado.

Estrategias de apoyo o afectivas

Estas estrategias, no se dirigen directamente al aprendizaje de los contenidos. La misión fundamental de estas estrategias es mejorar la eficacia del aprendizaje mejorando las condiciones en las que se produce. Incluyen: establecer y mantener la motivación, enfocar la atención, mantener la concentración, manejar la ansiedad, manejar el tiempo de manera efectiva, etc.

Estrategias de control de la comprensión

Estas son las estrategias ligadas a la *Metacognición*. Implican permanecer consciente de lo que se está tratando de lograr, seguir la pista de las estrategias que se usan y del éxito logrado con ellas y adaptar la conducta en concordancia.

Entre las estrategias metacognitivas están: la planificación, la regulación y la evaluación.

- ***Estrategias de planificación.***

Son aquellas mediante las cuales los estudiantes dirigen y controlan su conducta. Son, por tanto, *anteriores a que los estudiantes realicen ninguna acción*. Se llevan a cabo actividades como:

- Establecer el objetivo y la meta de aprendizaje.
- Seleccionar los conocimientos previos que son necesarios para llevarla a cabo.
- Descomponer la tarea en pasos sucesivos.
- Programar un calendario de ejecución.
- Prever el tiempo que se necesita para realizar esa tarea, los recursos que se necesitan, el esfuerzo necesario.
- Seleccionar la estrategia a seguir.

- ***Estrategias de regulación, dirección y supervisión.***

Se utilizan *durante la ejecución de la tarea*. Indican la capacidad que el estudiante tiene para seguir el plan trazado y comprobar su eficacia. Se realizan actividades como:

- Formularles preguntas.
- Seguir el plan trazado.
- Ajustar el tiempo y el esfuerzo requerido por la tarea.
- Modificar y buscar estrategias alternativas en el caso de que las seleccionadas anteriormente no sean eficaces.

- ***Estrategias de evaluación.***

Son las encargadas de verificar el proceso de aprendizaje. Se llevan a cabo *durante y al final del proceso*. Se realizan actividades como:

- Revisar los pasos dados.
- Valorar si se han conseguido o no los objetivos propuestos.
- Evaluar la calidad de los resultados finales.
- Decidir cuando concluir el proceso emprendido, cuando hacer pausas, la duración de las pausas, etc.



1.1.4.3 Por qué enseñar estrategias de aprendizaje

Ante una misma clase, hay estudiantes que aprenden más que otros. ¿Qué es lo que distingue a los estudiantes que aprenden bien de los que lo hacen mal?. Existen muchas diferencias individuales entre los estudiantes que causan estas variaciones. Una de ellas es la capacidad del estudiante para usar las estrategias de aprendizaje:

Por tanto, enseñar estrategias de aprendizaje a los estudiantes, es garantizar el aprendizaje: *el aprendizaje eficaz*, y fomentar su independencia, (*enseñarle a aprender a aprender*).

Por otro lado, una actividad necesaria en la mayoría de los procesos de aprendizaje es que el estudiante se interese en estudiar. El conocimiento de estrategias de aprendizaje por parte del estudiante influye directamente en que el estudiante sepa, pueda y quiera estudiar.

- **SABER:** el estudio es un trabajo que debe hacer el estudiante, y que se pueda apoyar en métodos que faciliten su eficacia. Esto es lo que pretenden las estrategias de aprendizaje: que se llegue a alcanzar el máximo rendimiento con menor esfuerzo y más satisfacción personal.
- **PODER:** para poder estudiar se requiere un mínimo de capacidad o inteligencia. Está demostrado que esta capacidad aumenta cuando se explota adecuadamente. Y esto se consigue con las estrategias de aprendizaje.
- **QUERER:** ¿es posible mantener la motivación del estudiante por mucho tiempo cuando el esfuerzo (mal empleado por falta de estrategias) resulta insuficiente?. El uso de buenas estrategias garantiza que el estudiante conozca el esfuerzo que requiere una tarea y que utilice los recursos para realizarla. Consigue buenos resultados y esto produce que (al conseguir más éxitos) esté más motivado.

El motivo de involucrar en el proyecto la noción de estrategias de enseñanza-aprendizaje, no es simplemente con el fin de aportar al estudiante una serie de recursos para salir airoso en algunas tareas determinadas del currículo y asegurar así un éxito en las lecciones. Las estrategias de enseñanza-aprendizaje hacen referencia, más bien, a operaciones o actividades mentales que facilitan y desarrollan los diversos procesos de aprendizaje escolar. A través de las estrategias podemos procesar, organizar, retener y recuperar el material informativo que tenemos que aprender, a la vez que planificamos, regulamos y evaluamos esos mismos procesos en función del objetivo previamente trazado o exigido por las demandas de la tarea.

1.1.5 Nuevos enfoques de enseñanza - aprendizaje

La escuela comienza a ser entendida y valorada como el ámbito de distintas transformaciones culturales, como escenario de preparación para la vida en sociedad, como espacio de construcción de responsabilidad y autonomía en exploraciones libres de conocimiento cultural, de métodos y estrategias para enfrentar problemas de interés que propendan por una educación no lineal y repetitiva sino más bien promotora de creatividad y originalidad [BEN98], un espacio de intermediación lógica entre la propia de la cotidianidad y la del saber académico tanto el de las ciencias, como las de las técnicas y las artes.

De esta manera, los propósitos de los sistemas educativos implican un cambio en las personas que van a adoptarlos. Este cambio es el aprendizaje. En este contexto, las instituciones educativas deben establecer condiciones que impulsen, ayuden, implanten y aseguren el aprendizaje. Asimismo, las actividades del docente deben estar relacionadas con lo que éste sabe sobre el



aprendizaje. Por lo general ocurre que los docentes se basan en pautas tradicionales de aprendizaje pero no en algún conocimiento específico del aprendizaje.

En los últimos tiempos se han desarrollado teorías de aprendizaje que pueden ofrecer información valiosa al docente. Cada teoría representa principios generales y resume observaciones sobre la conducta general del ser humano. La teoría debe orientar el pensamiento, sistematizar principios, resolver problemas y generar nuevas expresiones o tendencias de investigación en lo que se refiere al proceso de aprendizaje. La explicación que brinde de la conducta humana dependerá de sus bases filosóficas, el tipo de información, antecedentes o puntos de vista que podría llegar a recoger.

El propósito de las teorías de aprendizaje consiste en comprender e identificar el proceso de enseñanza-aprendizaje y a partir de este, tratar de describir métodos para que la educación sea más efectiva. Es en este último aspecto en el que principalmente se basa el diseño instruccional, que se fundamenta en identificar cuáles son los *métodos* que deben ser utilizados en el diseño del proceso de educación, y también en determinar en qué *situaciones* estos métodos deben ser usados.

Entre las teorías de aprendizaje que han contribuido al resurgimiento de la noción de enseñanza – aprendizaje, destacamos la de los modelos de estilos de aprendizaje.

1.1.5.1 Modelos de Estilos de Aprendizaje

Es importante diferenciar el término “Modelos de aprendizaje”, del término “Estilos de aprendizaje”. Aunque ambos se utilizan en conjunto para tratar una temática en común como es el mecanismo de enseñanza-aprendizaje en los seres humanos, cada término tiene su propio significado.

El concepto “**Modelos de aprendizaje**” hace referencia a la diversidad de concepciones teóricas que han abordado, explícita o implícitamente los diferentes “estilos de aprendizaje”. Todas ellas tienen su atractivo, y en todo caso cada quien la seleccionará según qué aspecto del proceso de aprendizaje le interese. Desde esta perspectiva, es importante utilizar los modelos de aprendizaje en la educación, como una alternativa para analizar el trabajo cognitivo de los estudiantes, pero en ningún caso como una herramienta para clasificar a las personas en categorías cerradas e inflexibles.

La expresión “**Estilos de aprendizaje**” se ha desarrollado en diferentes áreas como personalidad, comunicación, conocimiento, motivación, percepción, aprendizaje y comportamiento. En todos los casos se relaciona con las bases psicológicas y filosóficas referentes a la individualidad. Pero la variedad de uso de la expresión ha llevado también a una pluralidad de definiciones y terminologías lejos de un acuerdo y un consenso, de las cuales se pueden destacar:

“Los estilos de aprendizaje son la manera de pensar, la manera de procesar la información y la manera de aprender de cada estudiante individualmente”. [ALO94]

“Los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo las personas perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje”. [KEE88] recogida por [ALO94].

“El estilo de aprendizaje es la manera en la que un aprendiz comienza a concentrarse sobre una información nueva y difícil, la trata y la retiene”. [DUNN85].



Para la escuela psicológica de Programación Neurolingüística (PNL), el estilo de aprendizaje de cada persona, es “la manera preferida que cada uno tiene de captar, recordar, imaginar o enseñar un contenido determinado”.

Para Revilla [REV98], el término “estilo de aprendizaje” se refiere al hecho de que cada persona utiliza su propio método o estrategias a la hora de aprender. Aunque las estrategias varían según lo que se quiera aprender, cada uno tiende a desarrollar ciertas preferencias o tendencias globales, tendencias que definen un estilo de aprendizaje. Se habla de una tendencia general, puesto que, por ejemplo, alguien que casi siempre es auditivo puede en ciertos casos utilizar estrategias visuales.

Además, existen tres elementos psicológicos primarios que conforman el estilo:

- Un componente afectivo, el sentimiento,
- Un componente cognitivo, el conocer,
- Un componente de comportamiento, el hacer.

Estos elementos se estructuran según el propio estilo y reflejan el modo por el que una persona construye su proceso de aprendizaje. Esta dinámica que incluye el proceso vital del individuo, la construcción de un repertorio personal de estrategias de aprendizaje, combinadas con el estilo cognitivo, conforman el “estilo personal de aprendizaje”. De esta forma se configuran actitudes, destrezas, comprensión y nivel de competencia en el proceso de aprendizaje.

Cada persona aprende de manera distinta a las demás: utiliza diferentes estrategias, aprende con diferentes velocidades e incluso con mayor o menor eficacia incluso aunque tengan las mismas motivaciones, el mismo nivel de instrucción, la misma edad o estén estudiando el mismo tema. Sin embargo más allá de esto, es importante no utilizar los estilos de aprendizaje como una herramienta para clasificar a las personas en categorías cerradas, ya que la manera de aprender evoluciona y cambia constantemente.

La Tabla 1 presenta un resumen de conceptos de estilos de aprendizaje.

MATRIZ COMPARATIVA DE CONCEPTOS DE ESTILO DE APRENDIZAJE	
AUTORES	DEFINICION
R. Duna, K. Duna y G. Price (1979)	Manera por la cual 18 elementos diferentes que proceden de 5 estímulos básicos, afectan la habilidad de una persona para absorber y retener información.
Schmeck (1982)	Es el estilo cognitivo que un individuo manifiesta cuando se confronta con una tarea de aprendizaje
Gregorc (1979)	Consiste en comportamientos distintivos que sirven como indicadores de cómo una persona aprende y se adapta a un ambiente
Entwistle (1988)	Es el enfoque que el alumno procura para su proceso de aprendizaje: superficial, profundo y estratégico.
Money y Munford (1994)	La interiorización por parte de cada sujeto de una etapa determinada del ciclo de aprendizaje.
Smith (1988)	Modos característicos por los que un individuo procesa la información, siente y se comporta en las situaciones de aprendizaje.
Garza y Leventhal (1999)	Conductas que sirven como indicadores de la manera en que aprendemos y nos adaptamos al medio ambiente. Los estilos constituyen un fenómeno que implica lo cognoscitivo y la personalidad.
Keefe (1988)	Rasgos cognoscitivos, afectivos y filosóficos que sirven como



MATRIZ COMPARATIVA DE CONCEPTOS DE ESTILO DE APRENDIZAJE	
AUTORES	DEFINICION
Alonso, Gallego y Money (1994)	indicadores relativamente estables, de cómo las personas perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje.

Tabla 1. *Conceptos de Estilos de Aprendizaje. (Citados en Alonso y Gallego, 1994)*

1.1.5.2 Modelos y sus estilos de aprendizaje

Cada modelo de enseñanza–aprendizaje, tiene asociado diversos estilos de aprendizaje que buscan explicar el comportamiento humano frente al aprendizaje. El modelo de Kolb, por ejemplo, se refiere a los estilos activo, reflexivo, teórico y pragmático [ALO94 -104], mientras que otros tienen en cuenta los canales de ingreso de la información. En este último sentido se consideran los estilos visual, auditivo y kinestésico, siendo el marco de referencia, en este caso, la Programación Neurolingüística, una técnica que permite mejorar el nivel de comunicación entre docentes y estudiantes, mediante el empleo de frases y actividades que comprendan las tres vías de acceso a la información: visual, auditiva y táctil. [PER01]

Han intentado clasificar [ROB01] las diferentes teorías sobre estilos de aprendizaje a partir de un criterio que distingue entre la selección de la información (estilos visual, auditivo y kinestésico), procesamiento de la información (estilos lógico y holístico), y la forma de emplear la información (estilos activo, reflexivo, teórico y pragmático). Se debe tener en cuenta que en la práctica esos tres procesos están muy vinculados. Por ejemplo, el hecho de seleccionar la información visualmente, afectará la manera de organizarla o procesarla.

Hay modelos que enfatizan en el tipo de inteligencia de acuerdo a la concepción de inteligencias múltiples de Gardner, y en otros se tiene en cuenta la dominancia cerebral de acuerdo al modelo Herrmann (cuadrantes cortical izquierdo y derecho, límbico izquierdo y derecho).

Otro modelo es el de Felder y Silverman, que se califica como el modelo de las cuatro categorías bipolares, donde cada una se extiende entre dos polos opuestos: activo/reflexivo, sensorial/intuitivo, visual/verbal y secuencial/global.

A continuación se presentan algunos modelos y sus estilos de aprendizaje asociados.

1.1.5.2.1 Estilos de aprendizaje del Modelo de Felder y Silverman

El modelo de Felder y Silverman clasifica los estilos de aprendizaje a partir de cuatro dimensiones, las cuales están relacionadas con las respuestas que se obtengan a las siguientes preguntas. (Ver Tabla 2).

ESTILOS DE APRENDIZAJE DEL MODELO DE FELDER Y SILVERMAN		
Pregunta	Dimensión del Aprendizaje y Estilos	Descripción de los estilos
¿Qué tipo de información perciben preferentemente los estudiantes?	Dimensión relativa al tipo de información: sensitivos – intuitivos	Básicamente, los estudiantes perciben dos tipos de información: información externa o sensitiva a la vista, al oído o a las sensaciones físicas e información interna o intuitiva a través de memorias, ideas, lecturas, etc.
¿A través de qué modalidad sensorial es más efectivamente percibida la	Dimensión relativa al tipo de estímulos preferenciales: visuales – verbales	Con respecto a la información externa, los estudiantes básicamente la reciben en formatos visuales mediante cuadros, diagramas, gráficos, demostraciones, etc. o en formatos verbales mediante sonidos, expresión oral y



ESTILOS DE APRENDIZAJE DEL MODELO DE FELDER Y SILVERMAN		
Pregunta	Dimensión del Aprendizaje y Estilos	Descripción de los estilos
información cognitiva?		escrita, fórmulas, símbolos, etc.
¿Cómo progresa el estudiante en su aprendizaje?	Dimensión relativa a la forma de procesar y comprensión de la información: secuenciales – globales	El progreso de los estudiantes sobre el aprendizaje implica un procedimiento secuencial que necesita progresión lógica de pasos incrementales pequeños o entendimiento global que requiere de una visión integral.
¿Con qué tipo de organización de la información está más cómodo el estudiante a la hora de trabajar?	Dimensión relativa a la forma de trabajar con la información: activos – reflexivos.	La información se puede procesar mediante tareas activas a través de compromisos en actividades físicas o discusiones o a través de la reflexión o introspección.

Tabla 2. Estilos de Aprendizaje del Modelo de Felder y Silverman. (Tomado de [FEL])

1.1.5.2.2 Estilos de Aprendizaje del Modelo de la Programación Neurolingüística

Este modelo, también llamado visual-auditivo-kinestésico (VAK), toma en cuenta el criterio neurolingüístico, que considera que la vía de ingreso de la información (ojo, oído, cuerpo) o, si se quiere, el sistema de representación (visual, auditivo, kinestésico), resulta fundamental en las preferencias de quien aprende o enseña.

El sistema de representación visual es usado siempre que se recuerda imágenes abstractas (como letras y números) y concretas. El sistema de representación auditivo es el que permite oír en nuestra mente voces, sonidos, música. Cuando se recuerda una melodía o una conversación, o cuando se reconoce la voz de la persona que nos habla por teléfono se está utilizando el sistema de representación auditivo. Por último, cuando se recuerda el sabor de nuestra comida favorita, o lo que se siente al escuchar una canción se está usando el sistema de representación kinestésico.

La mayoría de nosotros utilizamos los sistemas de representación de forma desigual, potenciando unos e infra-utilizando otros.

A continuación se especifican las características de cada uno de estos tres sistemas.

Sistema de representación visual: los estudiantes visuales aprenden mejor cuando leen o ven la información de alguna manera. Por eso la gente que utiliza el sistema de representación visual tiene más facilidad para absorber grandes cantidades de información con rapidez.

Sistema de representación auditivo: cuando se recuerda utilizando el sistema de representación auditivo se hace de manera secuencial y ordenada. Los estudiantes auditivos aprenden mejor cuando reciben las explicaciones oralmente y cuando pueden hablar y explicar esa información a otra persona.

Sistema de representación kinestésico: cuando se procesa la información asociándola a nuestras sensaciones y movimientos, a nuestro cuerpo, se está utilizando el sistema de representación kinestésico.

El comportamiento del ser humano según el modelo de Programación Neurolingüística o sistema de representación preferido, puede ser sintetizado en la Tabla 3:



COMPORTAMIENTO SEGÚN EL MODELO DE PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA			
	VISUAL	AUDITIVO	KINESTESICO
Conducta	Organizado, ordenado, observador y tranquilo. Preocupado por su aspecto. Voz aguda, barbilla levantada. Se le ven las emociones en la cara.	Habla solo, se distrae fácilmente. Mueve los labios al leer. Facilidad de palabra. No le preocupa especialmente su aspecto. Monopoliza la conversación. Modula el tono y timbre de voz. Expresa sus emociones verbalmente.	Responde a las muestras físicas de cariño. Le gusta tocarlo todo. Se mueve y gesticula mucho. Sale bien arreglado de casa, pero en seguida se arruga, porque no para. Expresa sus emociones con movimientos.
Aprendizaje	Aprende lo que ve. Necesita una visión detallada y saber a donde va. Le cuesta recordar lo que oye.	Aprende lo que oye, a base de repetirse a si mismo paso a paso todo el proceso. Si se olvida de un solo paso se pierde. No tiene una visión global.	Aprende con lo que toca y lo que hace. Necesita estar involucrado personalmente en alguna actividad.
Lectura	Le gustan las descripciones, a veces se queda con la mirada pérdida, imaginándose la escena.	Le gustan los diálogos y las obras de teatro, evita las descripciones largas, mueve los labios y no se fija en las ilustraciones.	Le gustan las historias de acción, se mueve al leer. No es un gran lector.
Ortografía	No tiene faltas. "Ve" las palabras antes de escribirlas.	Comete faltas. "Dice" las palabras y las escribe según el sonido.	Comete faltas. Escribe las palabras y comprueba si "le dan buena espina".
Memoria	Recuerda lo que ve, por ejemplo las caras, pero no los nombres.	Recuerda lo que oye. Por ejemplo, los nombres, pero no las caras.	Recuerda lo que hizo, o la impresión general que eso le causo, pero no los detalles.
Imaginación	Piensa en imágenes. Visualiza de manera detallada	Piensa en sonidos, no recuerda tantos detalles.	Las imágenes son pocas y poco detalladas, siempre en movimiento.
Almacena la información	Rápidamente y en cualquier orden.	De manera secuencial y por bloques enteros (por lo que se pierde si le preguntas por un elemento aislado o si le cambias el orden de las preguntas).	Mediante la "memoria muscular".
Durante los periodos de inactividad	Mira algo fijamente, dibuja, lee.	Tararea para si mismo o habla con alguien.	Se mueve.
Comunicación	Se impacienta si tiene que escuchar mucho rato seguido. Utiliza palabras como "ver, aspecto..."	Le gusta escuchar, pero tiene que hablar ya. Hace largas y repetitivas descripciones. Utiliza palabras como "sonar, ruido".	Gesticula al hablar. No escucha bien. Se acerca mucho a su interlocutor, se aburre en seguida. Utiliza palabras como "tomar, impresión..."
Se distrae	Cuando hay movimiento o desorden visual, sin embargo el ruido no le molesta demasiado.	Cuando hay ruido.	Cuando las explicaciones son básicamente auditivas o visuales y no le involucran de alguna forma.
Actividades	Ver, mirar, imaginar, leer, películas, dibujos, videos, mapas, carteles, diagramas, fotos, caricaturas, diapositivas, pinturas, exposiciones, tarjetas, telescopios, microscopios, bocetos.	Escuchar, oír, cantar, ritmo, debates, discusiones, cintas audio, lecturas, hablar en público, telefonar, grupos pequeños, entrevistas.	Tocar, mover, sentir, trabajo de campo, pintar, dibujar, bailar, laboratorio, hacer cosas, mostrar, reparar cosas.

Tabla 3. Comportamiento según el Modelo de la Programación Neurolingüística. [ROB01] [PER01]



1.1.5.2.3 Estilos de Aprendizaje del Modelo de CHAEA

Este modelo atiende a dos dimensiones principales en el proceso de aprendizaje, que corresponden a los dos principales caminos a través de los que se aprende: el primero es cómo se percibe la nueva información, y el segundo es cómo se procesa lo que se percibe.

A continuación se presentan los estilos de aprendizaje asociados al modelo de CHAEA, su descripción y algunas de sus características: (ver Tabla 4)

ESTILOS DE APRENDIZAJE DEL MODELO DE CHAEA		
ESTILO DE APRENDIZAJE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Activo	Busca experiencias nuevas, son de mente abierta, nada escépticos y acometen con entusiasmo las tareas nuevas. Son muy activos, piensan que hay que intentarlo todo por lo menos una vez. En cuanto desciende la excitación de una novedad comienzan a buscar la próxima. Se crecen ante los desafíos que suponen nuevas experiencias, y se aburren con los largos plazos. Son personas muy de grupo que se involucran en los asuntos de los demás y centran a su alrededor todas las actividades	<ul style="list-style-type: none"> · Animador · Improvisador · Descubridor · Arriesgado · Espontáneo
Reflexivo	Antepone la reflexión a la acción y observa con detenimiento las distintas experiencias. Les gusta considerar las experiencias y observarlas desde diferentes perspectivas. Recogen datos, analizándolos con detenimiento antes de llegar a alguna conclusión. Son prudentes les gusta considerar todas las alternativas posibles antes de realizar un movimiento.	<ul style="list-style-type: none"> · Ponderado · Conciencioso · Receptivo · Analítico · Exhaustivo
Teórico	Enfoque lógico de los problemas, necesitan integrar la experiencia en un marco teórico de referencia. Enfocan los problemas de forma vertical escalonada, por etapas lógicas. Les gusta analizar y sintetizar. Son profundos en su sistema de pensamiento, a la hora de establecer principios, teorías y modelos. Para ellos si es lógico es bueno. Buscan la racionalidad y la objetividad huyendo de lo subjetivo y de lo ambiguo.	<ul style="list-style-type: none"> · Metódico · Lógico · Objetivo · Crítico · Estructurado
Pragmático	Su punto fuerte es la experimentación y la aplicación de ideas. Descubren el aspecto positivo de las nuevas ideas y aprovechan la primera oportunidad para experimentarlas. Les gusta actuar rápidamente y con seguridad con aquellas ideas y proyectos que les atraen. Tienden a ser impacientes cuando hay personas que teorizan. Su filosofía es "siempre se puede hacer mejor; si funciona es bueno".	<ul style="list-style-type: none"> · Experimentador · Práctico · Directo · Eficaz · Realista

Tabla 4. Estilos de aprendizaje: Modelo de CHAEA. Tomado de [CHAEA]

1.1.5.2.4 Estilos de Aprendizaje del Modelo de las Inteligencias Múltiples

Gardner define la inteligencia como una capacidad, cuando hasta hace poco era considerada algo innato e inamovible: se nacía inteligente o no, y la educación no podía cambiar esta situación.

Al definir la inteligencia como una capacidad, Gardner la convierte en una destreza que se puede desarrollar. No niega el componente genético, pero esas potencialidades se van a desarrollar de



una manera o de otra dependiendo del medio ambiente, de nuestras experiencias, de la educación recibida, etc.

Los ocho tipos de inteligencia identificados por Gardner, son: lógico-matemática, lingüístico-verbal, corporal-kinestésica, espacial, musical, interpersonal, intrapersonal y naturalista.

La mayoría de los individuos tenemos todas esas inteligencias, aunque cada una desarrollada de modo y a un nivel particular, producto de la dotación biológica de cada uno, de su interacción con el entorno y de la cultura imperante en su momento histórico. Las combinamos y las usamos en diferentes grados, de manera personal y única. [LAP01].

La Tabla 5 presenta la definición y actividades asociadas de cada una de las ocho inteligencias especificadas por Gardner.

MODELO DE LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES		
INTELIGENCIA	DEFINICIÓN	ACTIVIDADES ASOCIADAS
Lógico-matemática	Capacidad para usar los números de manera efectiva y de razonar adecuadamente. Incluye la sensibilidad a los esquemas y relaciones lógicas, las afirmaciones y las proposiciones, las funciones y otras abstracciones relacionadas. Se corresponde con el modo de pensamiento del hemisferio lógico y con lo que nuestra cultura ha considerado siempre como la única inteligencia.	Alto nivel de esta inteligencia se ve en científicos, matemáticos, contadores, ingenieros y analistas de sistemas, entre otros. Los niños que la han desarrollado analizan con facilidad planteamientos y problemas. Se acercan a los cálculos numéricos, estadísticas y presupuestos con entusiasmo. La utilizamos para resolver problemas de lógica y matemáticas. Es la inteligencia que tienen los científicos.
Lingüístico-verbal	Capacidad de usar las palabras de manera efectiva, en forma oral o escrita. Incluye la habilidad en el uso de la sintaxis, la fonética, la semántica y los usos pragmáticos del lenguaje (la retórica, la mnemónica, la explicación y el matelenguaje). Utiliza ambos hemisferios.	Alto nivel de esta inteligencia se ve en escritores, poetas, periodistas y oradores, entre otros. Está en los niños a los que les encanta redactar historias, leer, jugar con rimas, trabalenguas y en los que aprenden con facilidad otros idiomas. La tienen los escritores, los poetas, los buenos redactores.
Corporal-kinestésica	Capacidad para usar todo el cuerpo en la expresión de ideas y sentimientos, y la facilidad en el uso de las manos para transformar elementos. Incluye habilidades de coordinación, destreza, equilibrio, flexibilidad, fuerza y velocidad, como así también la capacidad Kinestésica y la percepción de medidas y volúmenes. Capacidad de utilizar el propio cuerpo para realizar actividades o resolver problemas.	Se manifiesta en atletas, bailarines, cirujanos y artesanos, entre otros. Se la aprecia en los niños que se destacan en actividades deportivas, danza, expresión corporal y/o en trabajos de construcciones utilizando diversos materiales concretos. También en aquellos que son hábiles en la ejecución de instrumentos. Es la inteligencia de los deportistas, los artesanos, los cirujanos y los bailarines.
Espacial	Capacidad de pensar en tres dimensiones. Permite percibir imágenes externas e internas, recrearlas, transformarlas o modificarlas, recorrer el espacio o hacer que los objetos lo recorran y producir o decodificar información gráfica. Consiste en formar un modelo mental del mundo en tres dimensiones.	Presente en pilotos, marinos, escultores, pintores y arquitectos, entre otros. Está en los niños que estudian mejor con gráficos, esquemas, cuadros. Les gusta hacer mapas conceptuales y mentales. Entienden muy bien planos y croquis. Es la inteligencia que tienen los marineros, los ingenieros, los cirujanos, los escultores, los arquitectos, o los decoradores.
Musical	Capacidad de percibir, discriminar, transformar y expresar las formas musicales. Incluye la sensibilidad al ritmo, al tono y al timbre.	Está presente en compositores, directores de orquesta, críticos musicales, músicos, luthiers y oyentes sensibles, entre otros. Los niños que la evidencian se sienten atraídos por los sonidos



MODELO DE LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES		
INTELIGENCIA	DEFINICIÓN	ACTIVIDADES ASOCIADAS
		de la naturaleza y por todo tipo de melodías. Disfrutan siguiendo el compás con el pie, golpeando o sacudiendo algún objeto rítmicamente. Inteligencia Musical es, naturalmente la de los cantantes, compositores, músicos, bailarines.
Interpersonal	Capacidad de entender a los demás e interactuar eficazmente con ellos. Incluye la sensibilidad a expresiones faciales, la voz, los gestos y posturas y la habilidad para responder. La inteligencia interpersonal está relacionada con nuestra capacidad de entender a los demás.	Presente en actores, políticos, buenos vendedores y docentes exitosos, entre otros. La tienen los niños que disfrutan trabajando en grupo, que son convincentes en sus negociaciones con pares y mayores, que entienden al compañero.
Intrapersonal	Capacidad de construir una percepción precisa respecto de sí mismo y de organizar y dirigir su propia vida. Incluye la autodisciplina, la autocomprensión y la autoestima.	Se encuentra muy desarrollada en teólogos, filósofos y psicólogos, entre otros. La evidencian los niños que son reflexivos, de razonamiento acertado y suelen ser consejeros de sus pares.
Naturalista	Capacidad de distinguir, clasificar y utilizar elementos del medio ambiente, objetos, animales o plantas. Tanto del ambiente urbano como suburbano o rural. Incluye las habilidades de observación, experimentación, reflexión y cuestionamiento de nuestro entorno.	La poseen en alto nivel la gente de campo, botánicos, cazadores, ecologistas y paisajistas, entre otros. Se da en los niños que aman los animales, las plantas; que reconocen y les gusta investigar características del mundo natural y del hecho por el hombre.

Tabla 5. *Inteligencias Múltiples: definición y actividades asociadas. Tomado de [INTE]*

1.1.5.2.5 Estilos de Aprendizaje del Modelo de los Cuadrantes Cerebrales

Basándose en los modelos de Sperry y de McLean, Ned Herrmann elaboró un modelo del cerebro compuesto por cuatro cuadrantes, que resultan del entrecruzamiento de los hemisferios izquierdo y derecho del modelo de Sperry, y de los cerebros límbico y cortical del modelo McLean.

Los cuatro cuadrantes representan cuatro formas distintas de operar, de pensar, de crear, de aprender y, en suma, de convivir con el mundo, dado que este modelo se centra en distinguir la forma cómo se procesa la información, debido que el cerebro humano se caracteriza por su capacidad de relacionar y asociar una gran cantidad de información que recibe continuamente y buscar pautas y crear esquemas que nos permitan entender el mundo que nos rodea, pero no todos seguimos el mismo procedimiento y la manera en que organicemos esa información afectará a nuestro estilo de aprendizaje.

Cada hemisferio procesa la información que recibe de distinta manera, es decir, hay distintas formas de pensamiento asociadas con cada hemisferio.

- Lógico.
- Holístico.

Según como se organice la información recibida, se puede distinguir entre:

- Hemisferio derecho
- Hemisferio izquierdo.

En la Tabla 6 se presentan los comportamientos, procesos y competencias asociados a cada uno de los cuatro cuadrantes cerebrales:



<p>1 CORTICAL IZQUIERDO (CI) - EL EXPERTO</p> <p>LOGICO BASADO EN HECHOS</p> <p>ANALITICO CUANTITATIVO</p> <p>Comportamientos: Frío, distante; pocos gestos; voz elaborada; intelectualmente brillante; evalúa, crítica; irónico; le gustan las citas; competitivo; individualista. Procesos: Análisis; razonamiento; lógica; rigor, claridad; le gustan los modelos y las teorías; colecciona hechos; procede por hipótesis; le gusta la palabra precisa. Competencias: Abstracción; matemático; cuantitativo; finanzas; técnico; resolución de problemas.</p>	<p>Cognitivo</p>	<p>4 CORTICAL DERECHO (CD) - EL ESTRATEGA</p> <p>HOLISTICO INTEGRADOR</p> <p>INTUITIVO SINTERIZADOR</p> <p>Comportamientos: Original; humor; gusto por el riesgo; espacial; simultáneo; le gustan las discusiones; futurista; salta de un tema a otro; discurso brillante; independiente. Procesos: Conceptualización; síntesis; globalización; imaginación; intuición; visualización; actúa por asociaciones; integra por medio de imágenes y metáforas. Competencias: Creación; innovación; espíritu de empresa; artista; investigación; visión de futuro.</p>
<p>Realista</p>		<p>Idealista</p>
<p>2 LIMBICO IZQUIERDO (LI) - EL ORGANIZADOR</p> <p>ORGANIZADO PLANEADOR</p> <p>SECUENCIAL DETALLADO</p> <p>Comportamientos: Introverso; emotivo, controlado; minucioso; maniático; monólogo; le gustan las fórmulas; conservador, fiel; defiende su territorio; ligado a la experiencia, ama el poder. Procesos: Planifica; formaliza; estructura; define los procedimientos; secuencial; verificador; ritualista; metódico. Competencias: Administración; organización; realización, puesta en marcha; conductor de hombres; orador; trabajador consagrado.</p>	<p>Visceral</p>	<p>3 LIMBICO DERECHO (LD) - EL COMUNICADOR</p> <p>INTERPERSONAL ESTETICO</p> <p>SENTIMIENTOS EMOCIONAL</p> <p>Comportamientos: Extroverso; emotivo; espontáneo; gesticulador; lúdico; hablador; idealista, espiritual; busca aquiescencia; reacciona mal a las críticas. Procesos: Integra por la experiencia; se mueve por el principio del placer; fuerte implicación afectiva; trabaja con sentimientos; escucha, pregunta; necesidad de compartir; necesidad de armonía; evalúa los comportamientos. Competencias: Relacional; contactos humanos; diálogo; enseñanza; trabajo en equipo; expresión oral y escrita.</p>

Tabla 6. Los cuatro cuadrantes del modelo Herrmann. [FOL94] y [CHA95]

1.1.5.2.6 Estilos de Aprendizaje del Modelo de Kolb

El modelo de estilos de aprendizaje elaborado por Kolb "**Experimental Learning**" [KOLB84] supone que para aprender algo se debe trabajar o procesar la información que se recibe.

Kolb dice que, por un lado, se puede partir:

- De una experiencia directa y concreta: estudiante activo.
- O bien de una experiencia abstracta, que es la que se tiene cuando se lee acerca de algo o cuando alguien nos lo cuenta: estudiante teórico.

Las experiencias que se tienen, concretas o abstractas, se transforman en conocimiento cuando se elaboran de alguna de estas dos formas:

- Reflexionando y pensando sobre ellas: estudiante reflexivo.
- Experimentando de forma activa con la información recibida: estudiante pragmático.

A continuación se presentan las características generales de los estilos de aprendizaje del modelo de Kolb. (Ver Tabla 7).



ESTILOS DE APRENDIZAJE DEL MODELO DE KOLB			
Estilos	Descripción	Características	Aprenden mejor y peor cuando
Activos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mente abierta, no escépticos, acometen con entusiasmo nuevas tareas. 2. Gente del aquí y ahora que les encanta vivir nuevas experiencias. Días llenos de actividad. Piensan que al menos una vez hay que intentarlo todo. Apenas desciende la excitación de una actividad, buscan una nueva. 3. Crecen ante los desafíos de nuevas experiencias, y se aburren con los largos plazos. 4. Son personas muy de grupo que se involucran en los asuntos de los demás y centran a su alrededor todas las actividades. 	<p>Los estudiantes activos se involucran totalmente y sin prejuicios en las experiencias nuevas. Disfrutan el momento presente y se dejan llevar por los acontecimientos. Suelen ser de entusiastas ante lo nuevo y tienden a actuar primero y pensar después en las consecuencias. Llenan sus días de actividades y tan pronto disminuye el encanto de una de ellas se lanzan a la siguiente. Les aburre ocuparse de planes a largo plazo y consolidar los proyectos, les gusta trabajar rodeados de gente, pero siendo el centro de las actividades.</p> <p>La pregunta que quieren responder con el aprendizaje es <i>¿Cómo?</i></p>	<p>Los activos aprenden mejor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando se lanzan a una actividad que les presente un desafío. 2. Cuando realizan actividades cortas y de resultado inmediato. 3. Cuando hay emoción, drama y crisis. <p>Les cuesta más trabajo aprender:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando tienen que adoptar un papel pasivo. 2. Cuando tienen que asimilar, analizar e interpretar datos. 3. Cuando tienen que trabajar solos.
Reflexivos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Su filosofía es la prudencia, no dejan piedra sin mover, miran bien antes de pasar. 2. Gustan considerar todas las alternativas posibles antes de cualquier movimiento. 3. Disfrutan observando la actuación de los demás, los escuchan y no intervienen hasta haberse adueñado de la situación. 4. Crean a su alrededor un clima algo distante y condescendiente. 	<p>Los estudiantes reflexivos tienden a adoptar la postura de un observador que analiza sus experiencias desde muchas perspectivas distintas. Recogen datos y los analizan detalladamente antes de llegar a una conclusión. Para ellos lo más importante es esa recogida de datos y su análisis concienzudo, así que procuran posponer las conclusiones todo lo que pueden. Son precavidos y analizan todas las implicaciones de cualquier acción antes de ponerse en movimiento. En las reuniones observan y escuchan antes de hablar, procurando pasar desapercibidos.</p> <p>La pregunta que quieren responder con el aprendizaje es <i>¿Por qué?</i></p>	<p>Los estudiantes reflexivos aprenden mejor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando pueden adoptar la postura del observador. 2. Cuando pueden ofrecer observaciones y analizar la situación. 3. Cuando pueden pensar antes de actuar. <p>Les cuesta más aprender:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando se les fuerza a convertirse en el centro de la atención. 2. Cuando se les apresura de una actividad a otra. 3. Cuando tienen que actuar sin poder planificar previamente.
Teóricos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enfocan los problemas vertical y escalonadamente, por etapas lógicas. 2. Tienden a ser perfeccionistas. 3. Integran hechos en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar. 4. Son profundos en su sistema de pensamiento cuando establecen principios, teorías y modelos. Si es lógico, es bueno. 5. Buscan la racionalidad y la objetividad huyendo de lo subjetivo y ambiguo. 	<p>Los estudiantes teóricos adaptan e integran las observaciones que realizan en teorías complejas y bien fundamentadas lógicamente. Piensan de forma secuencial y paso a paso, integrando hechos dispares en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar la información y su sistema de valores premia la lógica y la racionalidad. Se sienten incómodos con los juicios subjetivos, las técnicas de pensamiento lateral y las actividades faltas de lógica clara.</p> <p>La pregunta que quieren responder con el aprendizaje es <i>¿Qué?</i></p>	<p>Los estudiantes teóricos aprenden mejor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A partir de modelos, teorías, sistemas con ideas y conceptos que presenten un desafío. 2. Cuando tienen oportunidad de preguntar e indagar. <p>Les cuesta más aprender:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Con actividades que impliquen ambigüedad e incertidumbre. 2. En situaciones que enfatizen las emociones y los sentimientos. 3. Cuando tienen que actuar sin un fundamento teórico.
Pragmáticos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gusta de actuar rápidamente 	<p>A los estudiantes pragmáticos les</p>	<p>Los estudiantes pragmáticos</p>



ESTILOS DE APRENDIZAJE DEL MODELO DE KOLB			
Estilos	Descripción	Características	Aprenden mejor y peor cuando
	<p>y con seguridad con las ideas y proyectos que le atraen.</p> <p>2. Tienden a impacientarse cuando alguien teoriza.</p> <p>3. Pisan la tierra cuando hay que tomar una decisión o resolver un problema.</p> <p>4. Piensan que "siempre se puede hacer mejor; si funciona es bueno".</p>	<p>gusta probar ideas, teorías y técnicas nuevas, y comprobar si funcionan en la práctica. Les gusta buscar ideas y ponerlas en práctica inmediatamente, les aburren e impacientan las largas discusiones discutiendo la misma idea de forma interminable. Son básicamente gente práctica, apegada a la realidad, a la que le gusta tomar decisiones y resolver problemas. Los problemas son un desafío y siempre están buscando una manera mejor de hacer las cosas.</p> <p>La pregunta que quieren responder con el aprendizaje es <i>¿Qué pasaría si...?</i></p>	<p>aprenden mejor:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Con actividades que relacionen la teoría y la práctica.2. Cuando ven a los demás hacer algo.3. Cuando tienen la posibilidad de poner en práctica inmediatamente lo que han aprendido. <p>Les cuesta más aprender:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Cuando lo que aprenden no se relacionan con sus necesidades inmediatas.2. Con aquellas actividades que no tienen una finalidad aparente.3. Cuando lo que hacen no está relacionado con la 'realidad'.

Tabla 7. Estilos de Aprendizaje: Modelo de Kolb

Los distintos modelos sobre estilos de aprendizaje [CHE01] [GAR00] [JEN94] [CHA02] [CAZ01], que soporta e involucra el presente proyecto, ofrecen un marco conceptual que permite entender el comportamiento diario del estudiante en su proceso educativo, la forma en que esta aprendiendo y el tipo de acción que puede resultar más eficaz en un momento dado de su proceso de enseñanza-aprendizaje.

1.2 E-LEARNING

Una modalidad de educación que está tomando fuerza en los últimos tiempos, es la educación en línea o **E-learning**, dado que es una alternativa flexible y poderosa de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, que se apoya en Internet, el uso de contenidos ricos en multimedia y otras herramientas que facilitan la interacción y colaboración entre los estudiantes, profesores y otros actores que participan en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por medio de estas herramientas, la educación en línea permite al estudiante capacitarse en forma permanente aprendiendo a regular su propio ritmo de aprendizaje conciliando su tiempo de trabajo, de estudio, de socialización, de diversión y recreación, así como seleccionar por sí mismo las temáticas e información de su interés, de acuerdo con su propia necesidad, utilizando los diferentes medios de autoinstrucción y comunicación que ofrece el mundo moderno. La educación en línea puede ser utilizada de tres formas:

Como complemento a las actividades de clase, la educación en línea puede usarse para publicar documentos, como herramienta para comunicación asincrónica entre alumnos, buscando asistir al estudiante, tanto en la escuela como en forma remota o en casa.

Cuando se combina el aprendizaje en la educación en línea con sesiones de clase, se hace uso de ambas estrategias: educación presencial y a distancia, al mismo tiempo. Es una modalidad que pretende ser alternativa a las nuevas formas de educación generadas en los ambientes de aprendizaje electrónico que combina lo presencial con lo virtual, utilizando la multimedia.



Como alternativa a la enseñanza presencial propiciando un aprendizaje autónomo⁷ [MON97] y el estudio independiente del estudiante asumiéndose como sujeto de su propio aprendizaje, aprendiendo a aprender a través de un proceso de autogestión creciente del saber, en base a la autonomía, la responsabilidad y el compromiso frente a su propia formación. A cambio de ello logra una formación sin limitaciones de tiempo o espacio.

Dentro del presente proyecto, el término E-learning es asumido como:

- El aprendizaje basado en tecnología.
- La capacitación y formación de estudiantes y/o empleados usando materiales disponibles para Web a través del Internet, por medio de facilidades como flujo de audio y vídeo, presentaciones en PowerPoint, vínculos a información relativa al tema publicada en el Web, animación, libros electrónicos y aplicaciones para la generación y edición de imágenes.
- No todos los cursos enviados electrónicamente o disponibles en el Web son e-learning.

Más información acerca de las definiciones de E-learning, ver Anexo B.

1.2.1 Componentes de los procesos de E-learning

Los tres grandes componentes de los procesos de E-Learning son:

- Las tecnologías de soporte a los procesos de aprendizaje (redes, hardware, software y herramientas en forma general).
- Los contenidos o elementos contenedores de información y
- Las personas que interactúan en el proceso de aprendizaje y de soporte al aprendizaje.

1.2.2 Ventajas del E-Learning

El e-learning elimina barreras económicas, sociales, de tiempo y distancia, los individuos pueden tomar las propias riendas de su vida educativa, logrando así una maximización en el uso de los recursos humanos y financieros.

Algunas de las ventajas más importantes del E-Learning, son:

- **Mayor productividad:** el estudiante utiliza y distribuye su tiempo, aprende a su propio ritmo y enfoca su aprendizaje en temas de su interés.
- **Entrega oportuna:** la enseñanza por medio del E-Learning esta disponible para un gran número de personas interesadas en aprender.
- **Capacitación flexible:** El estudiante puede elegir el camino a seguir durante su aprendizaje.
- **Acceso y Flexibilidad:** Sin la obligación de ir a la escuela y con solo tener acceso a una computadora se abren las puertas de la educación que en otro tiempo permanecían cerradas. Venciendo las barreras como lo son las distancias y que consisten en el desplazamiento en ocasiones a lugares lejanos e incluso al exterior del país de origen, se vence el tiempo, y que en la actualidad no se cuenta con el suficiente para desarrollar una vida y a la vez seguir estudiando, tiene además materiales de primera y maestros de gran calidad y diversidad de pensamientos. [CAS01]

⁷ Aprendizaje autónomo Se define como aquella facultad que le permite al estudiante tomar decisiones que le conduzcan a regular su propio aprendizaje en función a una determinada meta y a un contexto o condiciones específicas de aprendizaje (Monereo, C y Castelló, M;1997).



- **Costos:** En la actualidad el costo de e-learning disminuye y gana terreno al estudio tradicional, se necesita actualmente una inversión pero con el tiempo sin lugar a dudas y conforme llegue a más personas será más barata. [CAS01]
- **Visión Global:** Trabajar en línea en comunidades de aprendizaje de diferentes partes del país y del mundo, plantea la posibilidad de resolver los problemas con una visión más amplia. Para los alumnos es importante fomentar la internacionalización y convivencia con otras culturas. [CAS01]
- **Autoestudio:** Una cualidad de la enseñanza virtual es estimular el Autoestudio. El alumnado está acostumbrado a que se le diga lo que viene en el examen y en la educación virtual se convierte en el “centro del proceso de enseñanza” es responsable de su propio desarrollo y el maestro es un facilitador. La responsabilidad, la interacción con la tecnología, la disciplina, el orden, las alternativas a un problema y la iniciativa, son otras cualidades que permite la educación virtual. [CAS01]

1.2.3 Desventajas del E-learning

Algunas de las desventajas que presenta el e-learning se deben en parte a la resistencia al cambio y a la aceptación de este tipo de educación, entre ellas se encuentran:

- **Economía:** Aunque es considerada una ventaja del E-learning, la accesibilidad representa también una enorme desventaja, sobre todo en países donde la mayoría de la población vive en la pobreza.
- **Cultura:** En muchas partes del mundo, todavía se tiene la mentalidad de que para aprender hay que ir a la escuela, sentarse y escuchar a los profesores. [CAS01]
- **Empleo:** Uno de los grandes cuestionamientos al E-Learning es si los encargados de contratar a los futuros profesionales valorarán de igual manera a los egresados de las aulas de una institución, que a los graduados de una universidad virtual. [CAS01]
- **Motivación:** El hecho que el estudiante asuma la responsabilidad de su propio aprendizaje implica que, si no encuentra una motivación para seguir o el curso no está bien diseñado, opte por abandonar su proceso educativo. [CAS01]

1.2.4 Algo de Historia

La educación a distancia creó las bases para el desarrollo del E-Learning, el cual viene a resolver algunas dificultades en cuanto a tiempo, sincronización de agendas, asistencia y viajes, problemas típicos de la educación tradicional.

A finales de los años 50, se encuentran las raíces de la enseñanza asistida por computador en las grandes universidades americanas. Un ejemplo de estos trabajos iniciales es el proyecto PLATO de la universidad de Illinois en EEUU. Con el advenimiento de los microcomputadores, a finales de los 70, estos sistemas se extendieron a las pequeñas universidades adquiriendo la denominación de CBT (Computer Based Training). Paralelamente, en el área de Inteligencia Artificial se comenzaron a construir CBTs que intentaban simular el razonamiento o lógica humana y a finales de los 70 surgió una nueva rama en la cual los investigadores intentaban desarrollar Sistemas Tutores Inteligentes (STI) de enseñanza asistida por computador.

Los STIs son un paso adelante a los CBTs, dado que poseen ciertas características “inteligentes” en relación a la capacidad de adaptación a las características de aprendizaje y conocimiento de los distintos estudiantes y además se diferencian en cuestiones muy importantes, desde los mismos objetivos para los que son creados. Un software educativo tradicional se crea para satisfacer una necesidad particular y son específicos para el dominio, temas, y características del grupo de estudiantes a los cuales va dirigido, utilizando la mejor tecnología disponible en ese momento. En



contraste, un STI desea modelar y representar un conjunto de principios instruccionales lo suficientemente generales para ofrecer una instrucción efectiva a través de un conjunto de tareas de enseñanza. Por ello, los STIs están fuertemente relacionados a la psicología cognitiva del aprendizaje, es decir el “cómo” es realizado el aprendizaje por el estudiante.

Otras áreas de investigación que ayudan a fomentar los sistemas de enseñanza a través del Internet, son: los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA), que nacen de los sistemas hipermedias y de los STI, con el objetivo fundamental de incrementar la funcionalidad de hiperespacios extensos (Internet), mediante el acceso personalizado a la información por parte del usuario. Por otro lado, los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS, por su sigla en inglés) en conjunto con el modelo de referencia SCORM y los recursos digitales SCO, dado que integran los desarrollos de tecnología de los grupos como [IMS], [AICC], [ARIADNE], [IEEE], dentro de un solo modelo de referencia para especificar aplicaciones consistentes que pueden ser usadas por la comunidad de e-learning.

A continuación se presenta información más detallada de los sistemas anteriormente mencionados.

1.2.5 Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA)

Los SHA son una nueva área de investigación dentro de las interfaces basadas en la adaptación al usuario, persiguen el objetivo fundamental de incrementar la funcionalidad del hipermedia clásico mediante el acceso personalizado a la información.

La interfaz de estos sistemas se basa en un modelo genérico de información y en el modelo del usuario que es un registro de su progreso en la estructura de información, de esta forma el SHA construye un modelo con los objetivos, preferencias y el conocimiento de un usuario particular y usa esta información para adaptar la presentación de la información según sus características y necesidades.

Un SHA puede definirse como todo sistema hipertexto e hipermedia que refleja algunas características del usuario en un modelo y aplica este modelo en adaptar varios aspectos visibles del sistema al usuario.

Según Benyon [BEN94], un Sistema Hipermedia Adaptativo es “aquel que, basado en el conocimiento, altera automáticamente aspectos de funcionalidad e interacción para lograr acomodar las distintas preferencias y requerimientos de sus distintos usuarios.”

Aunque existen distintas definiciones que buscan explicar que es un Sistema Hipermedia Adaptativo o Sistema Adaptativo, todas coinciden en que un SHA es un sistema que debe adaptarse a la gente y no lo contrario.

El presente proyecto, adopta la definición de SHA propuesta por Brusilovsky [BRA99], quien define un Sistema Hipermedia Adaptativo como aquel que construye para cada usuario un modelo de objetivos, preferencias y conocimientos. Utiliza este modelo a través de la interacción para adaptarse a las necesidades del usuario.

1.2.5.1 Adaptatividad

Para definir “adaptatividad” primero hay que diferenciarla del concepto de “adaptabilidad”, dado que se tiende a definir y/o entender una en función de la otra.

Según Oppermann [OPP97]:

- “**Adaptabilidad**” es la posibilidad de permitir al usuario, cambiar ciertos parámetros del sistema y adaptar de esta manera su comportamiento, mientras que
- “**Adaptatividad**” es la capacidad del sistema de adaptarse al usuario *automáticamente*, basándose en las suposiciones que el sistema realiza de las necesidades del usuario.

1.2.5.2 Arquitectura de los Sistemas Hipermedia Adaptativos

Según la formalización realizada en [BRA99] y [WU01] los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) utilizan tres componentes básicos para lograr la adaptatividad: (ver Figura 1)

- **El modelo del Usuario:** describe la información del usuario que un SHA almacena en un registro permanente. Esta información incluye una representación del estado del conocimiento adquirido por el estudiante y un registro de los temas de contenidos que ha revisado (nodos de las estructuras de contenidos).
- **El modelo del Dominio:** describe cómo se enlaza y estructura la información.
- **El modelo de Adaptación** (en el caso educativo es el modelo del Profesor o modelo Pedagógico): está compuesto por reglas pedagógicas que definen cómo se combinan el modelo del Dominio y el modelo del Usuario para proveer de adaptación al sistema.

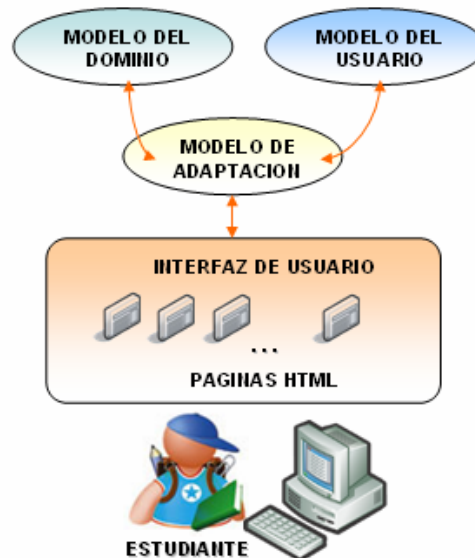


Figura 1. Componentes básicos de un Sistema Hipermedia Adaptativo

1.2.5.3 Tipos de Adaptación

En combinación con los tres componentes básicos de un SHA, se puede efectuar tres tipos de adaptación [BRU02]:

- **Adaptación del contenido:** el sistema selecciona y despliega aquella información que considera más relevante para el usuario.
- **Adaptación de la presentación:** tiene que ver con la forma en que el contenido de una página de información se presenta al usuario de acuerdo con sus objetivos e intereses, esto se realiza mediante la adaptación o generación dinámica de las páginas de información.



- **Adaptación de la navegación:** se refiere a la manera de guiar al usuario en la información, limitando su espacio de búsqueda y evitando que se pierda. Esto se logra mediante la adaptación de los enlaces a la página siguiente para guiar al usuario de forma particular.

1.2.5.4 Métodos de Adaptación

En cualquier sistema hipertexto hay dos aspectos susceptibles de adaptación: la estructura de enlaces y la información contenida en las páginas. Así, los métodos de adaptación utilizados por los SHA se pueden clasificar en dos grupos, según permitan adaptar la navegación o la presentación de la información ofrecida por el sistema. (Ver Tabla 8).

ADAPTACIÓN DE LA PRESENTACIÓN	
Explicación Adicional	Proporcionar información adicional (ejemplos, ilustraciones, comentarios, etc.) para aquellos usuarios que la necesiten.
Explicación de Prerrequisitos	Incluir información sin la que el usuario no comprendería el resto de la página. Permite compensar la falta de un conocimiento requerido.
Explicación Comparativa	Incluir información sobre otros conceptos conocidos por el usuario que están relacionados con el concepto descrito en la página actual.
Variables	La misma información es presentada a cada usuario con distinto nivel de especialización, idioma, etc.
Ordenación	La información de la página es ordenada de acuerdo con algún criterio, que dependerá de la meta y otras características del usuario.

ADAPTACIÓN DE LA NAVEGACION	
Consejo global	Sugerir un camino de navegación global: un conjunto de páginas y el orden de lectura.
Consejo Local	Sugerir la siguiente página a visitar.
Soporte global de orientación	Mostrar una vista de la estructura de enlaces completa y la posición actual del usuario, indicando partes visitadas, deseables y prohibidas.
Soporte local de orientación	Mostrar parte de la estructura de enlaces, normalmente uno o dos niveles arriba o debajo de la página actual.
Vistas personalizadas	Vista de la estructura de enlaces orientada a la meta del usuario.

Tabla 8. Métodos de Adaptación

En el presente proyecto el método de adaptación utilizado es la adaptación de la presentación por medio de la explicación de prerrequisitos y ordenación.

1.2.6 Sistema Tutor Inteligente (STI)

Un Sistema Tutor Inteligente es “aquel sistema capaz de ayudar al estudiante en el aprendizaje de diversos conocimientos” [SELF90]. Según Burns y Capps [POL88], estos sistemas surgieron de la aplicación de la Inteligencia Artificial en la educación y vinieron a sustituir a la tradicional enseñanza asistida por computador.

Los STI deben presentar tres características que denotan inteligencia. El sistema debe:

- Ser capaz de hacer inferencias sobre el dominio y resolver problemas que estén en su esfera de actuación.
- Ser capaz de ayudar al estudiante.
- Favorecer estrategias pedagógicas que minimicen la diferencia entre el aprendiz y el especialista.

1.2.6.1 Componentes fundamentales de un STI

La Figura 2 presenta los cuatro componentes principales de un STI:

- **Modelo del estudiante.**
- **Modelo pedagógico.**
- **Modelo didáctico y**
- Una **interfaz** con la que interactúa el usuario.

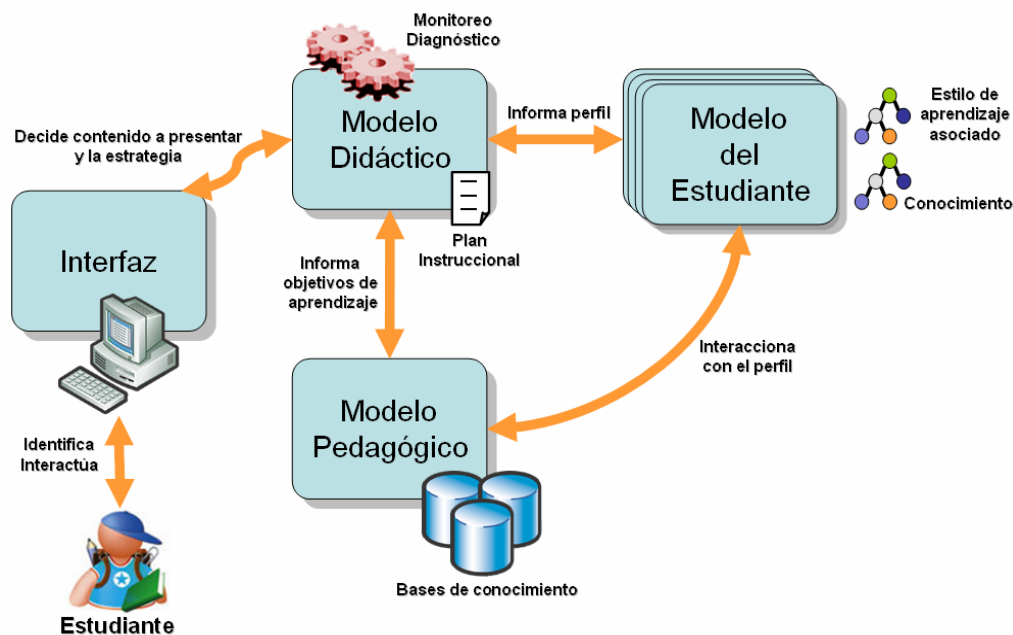


Figura 2. Componentes fundamentales de un STI

- **Módulo "Modelo del estudiante":** contiene el cuerpo de conocimientos que caracteriza al usuario y lo representan desde perspectivas diferentes como: los aspectos psico-sociológicos característicos que condicionan el proceso de aprendizaje, el conocimiento que éste tiene sobre el dominio del tema a tratar y las destrezas y habilidades mínimas que debe tener para realizar una tarea. Este módulo además, debe ser capaz de recoger el comportamiento evolutivo del estudiante durante el trabajo en diferentes sesiones y modelar el estado mental del estudiante, es decir, "lo que sabe y lo que no sabe" y a partir de esto adaptar el sistema sobre la base de sus respuestas. Al ser este módulo el que representa el estado cognitivo del estudiante.
- **Módulo "Modelo Pedagógico":** contiene la representación de conocimiento experto en los ámbitos relativos a procesos de evaluación, enseñanza-aprendizaje; aprendizaje humano y metodología de enseñanza. Será el *razonador*, dónde se almacenará la base de conocimiento y los mecanismos de resolución de problemas. Este módulo es el



responsable de dirigir la ejecución del módulo "Modelo Didáctico" teniendo en cuenta los datos ingresados desde el módulo "Modelo del Estudiante".

- **Módulo "Modelo Didáctico"**: cumple la función de *tutor* o profesor y contiene información para decidir qué tareas se le presentan al estudiante de acuerdo con los objetivos de aprendizaje que el "Módulo Pedagógico" deja establecidos y los mecanismos para corregir el modelo del estudiante. Es el encargado de generar los planes instruccionales de cada sesión. Este módulo es responsable de la activación del módulo "Interfaz".
- **Módulo "Interfaz"**: es el módulo que sirve de intermediario entre el sistema y el estudiante. Es importante que la interfaz sea amigable y fácil de usar, para que no se convierta en un obstáculo añadido en el proceso de aprendizaje del estudiante.

Dependiendo de la arquitectura del sistema, estos módulos se pueden encontrar organizados en diferentes formas. Pueden estar distribuidos y subdivididos en partes más pequeñas, funcionando como entidades, semi o completamente autónomas, que se comunican entre sí y actúan racionalmente de acuerdo a sus percepciones del exterior y del estado de su conocimiento.

Los componentes fundamentales de un STI se adaptaron para la construcción del STI del Macroproyecto de Unicauca Virtual Fase II del cual hace parte el presente proyecto, estableciendo como componentes del STI: el módulo "Modelo de Interfaz", el módulo "Modelo del Estudiante", el módulo "Modelo del Dominio" y el módulo "Modelo Tutor".

1.2.6.2 Funcionamiento de un STI

Los STI suelen basar su funcionamiento en un plan instruccional que dirige la sesión de enseñanza [CAR]. El plan instruccional está organizado en diferentes niveles:

- El primero de los niveles está constituido por una secuencia de "unidades básicas de aprendizaje" que representan los elementos en los que se organiza el conocimiento del dominio.
- El segundo nivel está constituido por una secuencia de "objetivos conceptuales" asociados a estas unidades de aprendizaje, que son las habilidades y capacidades cognitivas que el sistema planea que el estudiante debe conseguir a lo largo de la sesión.
- En el tercer nivel lo constituyen los "procesos cognitivos" que se corresponden con las actividades mentales que deben ocurrir en el estudiante.
- El cuarto nivel incluye los "eventos instruccionales", que son las condiciones externas que se han de dar para que se produzca el aprendizaje.
- El último nivel incluye las "acciones instruccionales" que se corresponden con las acciones que el estudiante/sistema llevan a cabo a lo largo de las sesiones de aprendizaje.

El ciclo general de funcionamiento de los STI es el siguiente: una vez que el sistema identifica al usuario, el modelo Didáctico activa el modelo del Estudiante correspondiente para organizar un plan de enseñanza adaptado al mismo. El modelo Didáctico construye un plan instruccional para dicho estudiante consultando el modelo Pedagógico y el modelo del Estudiante.

Del modelo Pedagógico se obtienen los conceptos a enseñar y en el modelo del Estudiante se consultan tanto el conocimiento que el sistema supone que tiene el estudiante como sus preferencias en cuanto al estilo de aprendizaje.

El plan instruccional a seguir se realiza con base en los objetivos conceptuales que el sistema pretende conseguir teniendo en cuenta el conocimiento y estilo de aprendizaje del estudiante.



Además, el plan contiene una secuencia de tareas de enseñanza que llevarán a la consecución de los objetivos propuestos. El modelo Didáctico comunica a la Interfaz que ponga en práctica las tareas planificadas, que pueden ser de demostración, explicación, refuerzo, motivación o evaluación, concretándolas a través de actividades o ejercicios que se suministran al estudiante.

Según se va desarrollando el plan, el propio modelo Didáctico, recibe, monitoriza, diagnostica y evalúa las respuestas del estudiante usando el conocimiento sobre el dominio y sobre el estudiante. Si tras la evaluación, el modelo Didáctico encuentra que el rendimiento del estudiante no es el esperado o que éste requiere diferentes contenidos, replanifica el plan instruccional para adaptarlo a las nuevas condiciones, en otro caso continúa con el plan preestablecido.

1.2.6.3 Educación en Línea apoyada en Sistemas Tutores Inteligentes

La modalidad de educación en línea se facilita a través de los STI al permitir alterar aspectos de su estructura, funcionalidad o interfaz con el objetivo de adaptarse a las necesidades de grupos de usuarios o usuarios individuales, y sus cambiantes necesidades a través del tiempo. Algunos de los sistemas que corroboran esta idea, son:

ELM-ART (Episodic Learner Adaptive Remote Tutor) [WEB97]

ELM-ART es un sistema tutorial del lenguaje LISP, disponible en Internet. Es un ambiente integrado de aprendizaje donde todos sus componentes se comunican, soportando programación basada en ejemplos, análisis inteligente de la solución, facilidades de depuración (compila instrucciones LISP). Usa técnicas de Hipermedia Adaptativa, soportando la reorganización adaptativa de los enlaces.

ELM-ART II es adaptativo porque se elige el siguiente mejor paso en el currículum presentado al estudiante. Los enlaces de las páginas HTML se anotan siguiendo la metáfora del semáforo, que usa distintos colores para indicar qué secciones se recomienda estudiar, cuáles se han aprendido ya o cuáles el estudiante todavía no se encuentra en condiciones de abordar. Este proceso de anotación se lleva a cabo siempre que se finaliza una unidad de aprendizaje revisando todos los conceptos que son prerrequisitos para esa unidad.

A diferencia de ELM-ART II, el presente STI con agentes inteligentes adapta los cursos de educación en línea basado en la información que obtiene el agente de interfaz a través de la interacción, la observación y la retroalimentación con el estudiante en su proceso educativo. Esta información a la vez enriquece el perfil del estudiante, el cual es consultado para estructurar la presentación personalizada del curso por medio de objetos de contenido compartible (SCO) e involucrando las estrategias de enseñanza-aprendizaje de acuerdo al estilo de aprendizaje del estudiante.

TANGOW (Task-based Adaptive learner Guidance On the Web) [TAN99]

El sistema TANGOW permite desarrollar cursos adaptativos para entornos Web, mediante la descripción de tareas y reglas docentes, que se utilizan en tiempo de ejecución, para guiar a los estudiantes durante el proceso de aprendizaje, de forma que a cada estudiante se le presentará un conjunto diferente de páginas HTML en función de su propio perfil, el cual incluye información personal como su edad, idioma seleccionado y preferencias con respecto a la estrategia de aprendizaje.

TANGOW usa árboles dinámicos para restringir el conjunto de tareas docentes que debe revisarse cuando se finaliza una tarea. Los documentos asociados a cada tarea son generados



dinámicamente y los requisitos para la activación de una regla pueden variar en función del perfil del estudiante, las acciones que haya realizado hasta el momento y la estrategia de enseñanza en uso. Además las páginas HTML son creadas desde cero, enlazando los elementos multimedia más apropiados para cada estudiante.

Al igual que TANGOW, el presente STI apoyado en agentes inteligentes facilita el desarrollo de cursos adaptativos basados en la información del perfil del estudiante, pero a diferencia de éste en el presente proyecto el perfil del estudiante incluye información relacionada con el modelo y estilo de aprendizaje más acorde con sus gustos, preferencias, habilidades, dificultades e intereses. Además la estrategia de enseñanza-aprendizaje es generada de acuerdo al perfil del estudiante, se usan árboles dinámicos para permitir adaptar/personalizar el árbol instruccional o de contenidos a través de objetos de aprendizaje de acuerdo al perfil del estudiante y a la estrategia de enseñanza-aprendizaje generada para el mismo.

El sistema AHA (Adaptive Hypermedia Architecture) [AHA98]

AHA permite la generación de cursos adaptativos para Web mediante la colocación de instrucciones condicionales en los documentos. Estas instrucciones actúan como filtros a la hora de decidir las porciones de cada documento que se muestran al estudiante. Con ello se pueden anotar, deshabilitar, ocultar y eliminar enlaces adaptativos. AHA mantiene un modelo simple del estudiante basado en el conocimiento o desconocimiento de cada concepto.

AHA permite una composición de páginas flexible, a base de *fragmentos* HTML de inclusión condicional. Los conceptos tienen tres atributos booleanos para indicar el estado del conocimiento del estudiante respecto de cada concepto: *conocido*, *leído* y *listo para ser leído*. Las relaciones entre conceptos tienen un parámetro que representa un estado (booleano) o una medida cuantitativa.

En el presente STI apoyado en agentes inteligentes, la presentación de cursos adaptativos se realiza por medio de objetos de aprendizaje a partir de: primero, la información que se tiene del perfil del estudiante y que es suministrada por el agente de interfaz a través de un conjunto de indicadores predefinidos, al interactuar, observar, retroalimentar y monitorear las actividades del estudiante durante su proceso de enseñanza-aprendizaje. Y segundo, de la estrategia de enseñanza-aprendizaje generada para ese estudiante de acuerdo a su perfil.

El Sistema Multiagente MAS-PLANG (MultiAgent System – PLANG) [MAS99]

MAS-PLANG fue desarrollado para transformar el entorno educativo virtual de las USD (“Unidades de Soporte a la Docencia”) [FAB00] en un sistema hipermedia adaptativo teniendo en cuenta estilos de aprendizaje. En MAS-PLANG las técnicas de adaptación están dirigidas a la selección personalizada de los materiales didácticos, las herramientas de navegación y las estrategias de navegación del entorno educativo de acuerdo al estilo de aprendizaje del estudiante. MAS-PLANG modela el estudiante mediante la interacción de sus agentes monitores, con los agentes del entorno del HabitatPro. [HAB01]

MAS-PLANG adopta el Modelo FLSM (Felder and Silverman Learning Style Model) [FEL98] para categorizar estudiantes de acuerdo a su habilidad para procesar, percibir, recibir organizar y entender la información.

A diferencia de MAS-PLANG, el STI apoyado en agentes inteligentes, se ha desarrollado para adaptar la presentación de contenidos para cursos de educación en línea, donde la técnica de adaptación abarca la secuenciación del contenido (también referida como tecnología de



planificación instruccional), cuyo objetivo es proporcionar al estudiante de un mayor ajuste e individualización de la secuencia de contenidos a aprender y de las tareas de aprendizaje (ejemplos, preguntas, problemas, etc.). En el presente proyecto el conocimiento sobre el estudiante se obtiene a través del agente de interfaz y su interacción con los agentes colaborativos desarrollados en el mismo sistema. Además STI apoyado en agentes inteligentes admite una amplia gama de modelos de aprendizaje que buscan explicar el comportamiento humano frente al aprendizaje y el tipo de acción que puede resultar más eficaz en un momento dado, para lo cual involucran los estilos de aprendizaje que permiten categorizar al estudiante según:

- Habilidades cognoscitivas (analítico, espacial, secuencia, memorística, ...)
- Percepción de la información (visual, auditiva y verbal).
- Como organiza la información recibida (hemisferio derecho, hemisferio izquierdo,...).

Mistral

La herramienta de autor **Mistral [SAL]**, para el desarrollo de cursos a distancia, que automatiza completamente el proceso de creación, mantenimiento, enseñanza-aprendizaje y administración de cursos a distancia, permitiendo construir tutores para varios tipos de dominios a partir de los requisitos identificados por el instructor, y basándose en la mismas tecnologías que los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) y los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI). Además permite incorporar el conocimiento para detectar y diagnosticar el grado de aprendizaje de un tema y la secuencia de actividades necesarios para reforzar el tema. En **Mistral** los estilos de aprendizaje se basan según el Inventario de Estilos de Aprendizaje de David Kolb.

A diferencia de **Mistral**, el presente proyecto por medio de los agentes inteligentes busca adaptar la presentación de contenidos para cursos de educación en línea. El grado de aprendizaje de un tema es monitoreado por el agente inteligente que se encarga de retroalimentar el perfil del estudiante y optar por una nueva estrategia de enseñanza y presentación del contenido cuando sea necesario. Además el presente STI no se centra en un modelo de estilo de aprendizaje en particular sino que permite trabajar con diversos modelos para garantizar que la utilización de un determinado estilo de aprendizaje sea efectiva, y así permitir al estudiante beneficiarse desarrollando nuevas formas de aprender.

1.2.7 Sistema Administrador de Aprendizaje (LMS)

LMS es la sigla de Learning Management System, la plataforma de formación o plataforma de e-learning. Estos sistemas integran los cursos y objetos de conocimientos, registran, evalúan y organizan a los usuarios y conectan actividades asincrónicas y sincrónicas. Un LMS es diseñado generalmente para ser utilizado por diferentes editores y proveedores. Generalmente no incluye posibilidades de autoría (creación de cursos propios), en su lugar, se centra en gestionar cursos creados por gran variedad de fuentes diferentes.

1.2.8 Sharable Content Object Reference Model - SCORM

1.2.8.1 ¿Qué es SCORM?

El Modelo de Referencia de Objetos de Contenido Compartible (Sharable Content Object Reference Model – SCORM, por sus siglas en inglés) representa el conjunto de especificaciones que permiten desarrollar, empaquetar y entregar materiales educativos de alta calidad en el lugar y momento necesarios. Los materiales se elaboran asegurándose del cumplimiento de cuatro principios:

- Reutilización.



- Accesibilidad.
- Interoperabilidad.
- Duración.

Existen varias versiones de SCORM (SCORM Versión 1.1 - Enero de 2001, SCORM Versión 1.2 - Octubre de 2001, SCORM 2004 – Enero de 2004), debido a que este está definido sobre un conjunto de especificaciones de otros organismos, y estos últimos evolucionan constantemente, produciendo actualizaciones en torno al framework descrito por ADL.

Los estándares y especificaciones en SCORM 2004 son:

- IEEE Data Model for Content Object Communication.
- IEEE ECMAScript Application Programming Interface for Content to Runtime Services Communication.
- IEEE Learning Object Metadata (LOM).
- IEEE Extensible Markup language (XML) Schema Binding for Learning Object Metadata Data Model.
- IMS Content Packaging.
- IMS Simple Sequencing.

Existen tres módulos bien diferenciados en el framework que propone ADL, sobre cada uno de ellos, ADL proporciona un libro que lo detalla, estos son: El Modelo de Agregación de Contenidos (Content Agregation Model - CAM), Ambiente de Ejecución (Run Time Environment – RTE) y Secuenciación y Navegación (Sequencing and Navigation – SN).

1.2.8.2 Para que sirve SCORM

Las especificaciones de SCORM, distribuidas por ADL, detallan cómo deben de publicarse los contenidos y usarse los metadatos (datos sobre los datos); también, incluyen las especificaciones para representar la estructura de los cursos por medio de XML y el uso de API (Application Programming Interface).

SCORM intenta reunir las mejores iniciativas de especificaciones y estándares en torno al E-Learning, tanto desde el punto de vista de descripción de los Metadatos como especificaciones sobre como manejar esta información para permitirle a los sistemas interoperar, reutilizar y obtener accesibilidad sobre contenido de aprendizaje en un entorno Web. Proporciona también un framework y una referencia de implementación detallada que permite a los sistemas cumplir con este objetivo.

1.2.8.3 Principales especificaciones de SCORM

Actualmente y en marco de la versión SCORM 2004(1.3) se agrupan las siguientes normativas:

- *Modelo de Agregación/Empaquetado y Metadata*: un conjunto de normas y vocabularios XML que permiten estructurar y describir los contenidos. Por medio de estas normas se facilita el transporte de contenidos entre distintas plataformas.

- *Entorno de tiempo de ejecución*: Esta norma especifica como se puede intercambiar la información entre los contenidos y los entornos de formación. El intercambio de información permite por ejemplo, guardar la puntuación de un estudiante en un ejercicio, almacenar el tiempo de estancia en una unidad.

- *Secuenciación*: Esta especificación describe por medio de unas etiquetas XML las reglas para controlar el flujo de las actividades educativas basándose en los resultados obtenidos por los estudiantes en sus interacciones con los contenidos didácticos. Esto permite reutilizar los mismos contenidos creando distintas secuencias de navegación, así como experiencias formativas basadas en los resultados formativos de cada estudiante. Por ejemplo si un estudiante aprueba la unidad A pasa a la unidad AB y sino a la unidad AC, esto permite crear contenidos casi 'inteligentes' y que actúen en función del progreso del estudiante

Para más información acerca de SCORM ver Anexo **B**.

1.2.8.4 ¿Qué es SCO?

Los objetos reusables de aprendizaje - Sharable Content Object (SCO por sus siglas en inglés), son recursos digitales que apoyan la educación y pueden reutilizarse constantemente.

De acuerdo con el modelo SCORM de ADL [ADL01], un SCO es la unidad mínima de contenido educativo a la que da seguimiento un sistema administrador del aprendizaje (LMS) por medio del ambiente de ejecución (RTE).

Físicamente, un SCO es una colección de uno o más bienes que son representaciones electrónicas de textos, imágenes, sonidos u otras piezas de datos que pueda ser entregadas a un usuario. (Ver Figura 3).

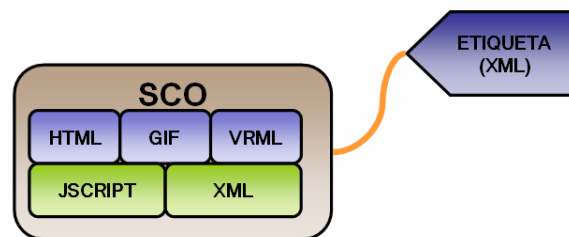


Figura 3. Objeto Reusable de Aprendizaje y sus bienes

1.2.8.5 Para qué sirve un SCO

La idea central de los objetos de aprendizaje recae en la posibilidad que los estudiantes y profesores puedan adaptar los recursos didácticos de acuerdo con sus propias necesidades, inquietudes y estilos de aprendizaje y enseñanza, proporcionando, de esa manera, una educación flexible y personalizada.

Conocer acerca de SCORM y SCO, proporcionó al presente proyecto la utilización de un estándar común de contenido educacional, la ventaja de contar con contenidos reutilizables y la facilidad de la adaptación del ritmo de aprendizaje al estudiante, al permitir el manejo de la presentación de contenidos (textos, animaciones, gráficos, vídeos, ...) de acuerdo a algún criterio que favorezca su proceso de aprendizaje, y la disponibilidad de las herramientas de aprendizaje independiente de límites de horarios o geográficos.

Para conocer más información acerca de SCO ver Anexo **B**.



1.3 MODELOS DE INGENIERIA DEL SOFTWARE PARA APOYAR EL E-LEARNING

En Ingeniería del Software, un modelo es una abstracción, es decir, una simplificación de la realidad. Un modelo simplifica la realidad que representa, suprimiendo detalles irrelevantes y reteniendo los aspectos esenciales. Un modelo representa cierta porción de la realidad.

Para el presente proyecto se emplearon aquellos modelos que favorecen el uso del E-learning por medio de un STI apoyado en agentes inteligentes.

1.3.1 Agentes Inteligentes

1.3.1.1 ¿Qué es un Agente?

A pesar que los agentes inteligentes se han convertido en un área tecnológica que crece rápidamente, aún no existe un acuerdo sobre qué es exactamente un agente. En nuestro estudio encontramos muchas definiciones:

- Algunas de estas se enfatizan en las características que poseen los agentes.
- Otras se basan en el hecho que los agentes se encuentran dotados de un conjunto de sensores, que le ayudan a percibir el estado actual del ambiente en el que están inmersos y un conjunto de efectores que le ayudan a modificar el estado actual de dicho ambiente.
- Otros autores adjudican características a los Agentes, en la mayoría de estas definiciones está presente la autonomía como característica principal, además mencionan el hecho que los agentes habitan determinado ambiente que puede ser estático o dinámico, existiendo la sociabilidad, lo que introduce la necesidad de comunicación de los agentes con otros agentes y también con el usuario humano.

Luego de la revisión de varias de las definiciones existentes acerca de agentes, a nuestro criterio, la que puede ser considerada como la más clara y completa, es la propuesta por Wooldridge y Jennings [WOO95], en la cual existen dos nociones de agente: *una débil y otra fuerte*:

Definición débil: ... un sistema computacional hardware o software que goza de las siguientes propiedades:

- *Autonomía*: los agentes operan sin una directa intervención de humanos u otros, y tienen cierto grado de control sobre sus acciones y su estado interno;
- *Habilidad social*: los agentes interactúan con otros agentes (y posiblemente con humanos) vía algún tipo de lenguaje de comunicación entre agentes;
- *Reactividad*: los agentes perciben su ambiente, (que puede ser el mundo físico, un usuario vía una interfaz gráfica, una colección de otros agentes, Internet, o tal vez todos estos combinados), y responden de una manera 'timely' a cambios que ocurren en él;
- *Proactividad*: los agentes no actúan simplemente en respuesta a su ambiente, son capaces de exhibir comportamiento oportunista, dirigido por objetivos, tomando iniciativas cuando sea apropiado.

Definición fuerte: un agente, además de las características anteriores tiene una o más de las siguientes características:

- *Nociones mentales*: un agente tiene creencias, deseos e intenciones.
- *Racionalidad*: un agente realiza acciones a fin de lograr objetivos.
- *Veracidad*: un agente no es capaz de comunicar información falsa de propósito.
- *Adaptabilidad o aprendizaje*.



Esta definición es la que adoptamos como base para todo el análisis posterior de los agentes.

1.3.1.2 Arquitecturas de Agentes

En este punto, se pretende reunir lo más concreto posible, varias de las arquitecturas de agentes desarrolladas hasta el momento y dar una idea de la esencia de cada una.

Antes de iniciar esta clasificación, es conveniente recordar la definición de arquitectura, según Ghezzi: "... definimos un diseño del software como una descomposición del sistema en módulos – descripción de qué hace cada módulo y la relación entre estos módulos. Tal descripción es a menudo llamada *arquitectura del software o estructura del software*" [GHE91], por tanto la arquitectura de un sistema, comprende: división del sistema en módulos, descripción de cada uno de ellos y la relación de los distintos módulos componentes entre sí.

Lo que lleva a plantearnos la pregunta: ¿Qué es una arquitectura de agentes?. "*Una metodología particular para construir agentes. Especifica cómo... el agente puede ser descompuesto en un conjunto de módulos componentes y cómo estos módulos pueden interactuar. El conjunto total de módulos y sus interacciones deben proveer una respuesta a la pregunta de cómo el dato monitoreado y el estado interno del agente determinan las acciones... y estados internos futuros.*" [MAE91].

Una vez definida que es una arquitectura de agentes, a continuación presentamos brevemente algunas de ellas.

1.3.1.2.1 Arquitecturas para Agentes Deliberativos

Wooldridge define una arquitectura de agente deliberativo, como aquella que "contiene un mundo representado explícitamente y un modelo lógico del mismo, en la cual las decisiones son hechas por medio de un razonamiento lógico, basado en concordancia de patrones y manipulación simbólica" [WOO95].

1.3.1.2.2 Arquitecturas para Agentes Reactivos

Una arquitectura para agente reactivo es aquella que no incluye ningún tipo de modelo simbólico central del mundo, y no utiliza razonamiento simbólico complejo.

1.3.1.2.3 Arquitectura de Red de Agentes

Pattie Maes ha desarrollado una arquitectura de agentes en la cual un agente se define como un conjunto de módulos de competencia [MAE91]. Cada módulo es especificado por el diseñador en términos de pre y post - condiciones, y un nivel de activación, que da una indicación real de la relevancia del módulo en una situación particular. Cuanto más alto es el nivel de activación de un módulo, hay mayor posibilidad que ese módulo influenciará el comportamiento del agente. Una vez especificado, un conjunto de módulos de competencia se compilan en una red de activación esparcida, en la cual los módulos se enlazan unos a otros de manera definida por las pre y post - condiciones. El resultado de la ejecución puede ser un comando a una unidad efectora, o tal vez el aumento del nivel de activación de un módulo sucesor.

1.3.1.2.4 Arquitecturas para Agentes Híbridos

Muchos investigadores [GEO87] [FUS92] [BUR92] han sugerido que ni un enfoque completamente deliberativo ni uno completamente reactivo es adecuado para construir agentes. Argumentaron el caso de sistemas híbridos, que intentan unir los enfoques deliberativos y reactivos.



El enfoque es construir un agente compuesto por dos subsistemas: uno deliberativo, que contiene un módulo simbólico del mundo, que desarrolla planes y efectúa decisiones de la manera propuesta por la inteligencia artificial simbólica; y uno reactivo, que es capaz de reaccionar a eventos que ocurren en el ambiente sin necesitar un razonamiento complejo. A menudo, al componente reactivo se le da cierto grado de precedencia sobre el deliberativo, al proveer una pronta respuesta a eventos ambientales importantes.

El tema de agentes es importante para el presente proyecto, dado que hace parte fundamental del mismo, por esta razón conocer que es un agente, cuales son sus propiedades o características más importantes y los tipos de arquitectura existentes, facilitan su proceso de análisis, diseño y construcción.

Para más información acerca del tema de agentes inteligentes ver Anexo B.

1.3.2 Metodologías y Estándares para el desarrollo de Agentes Inteligentes

1.3.2.1 Metodología MAS-CommonKADS

La metodología MAS-CommonKADS [IGLE98] incluye una estructura clara y completa para el desarrollo de sistemas multiagentes. Esta metodología se apropia de las características de las metodologías que no modelan conocimiento y agrega a su conjunto de modelos un modelo de la “Experiencia” que permite estructurar y representar el conocimiento de los agentes del sistema.

MAS-CommonKADS se fundamenta en siete modelos que cubren todos los aspectos trascendentales del desarrollo de sistemas multiagentes. Los modelos de MAS-CommonKADS son: modelo de organización, modelo de agente, modelo de tareas, modelo de la experiencia, modelo de coordinación, modelo de comunicación y modelo de diseño.

La metodología, coincide en diversos aspectos como la inclusión de diagramas UML para representar la información en las diversas instancias de las metodologías, modelos o etapas que se centran en el desarrollo de agentes, las tareas o actividades que estos llevan a cabo y la interacción entre los agentes del sistema.

A continuación se presenta una visión general de la metodología utilizada para el análisis, diseño y construcción de los agentes, describiendo brevemente sus modelos y su ciclo de desarrollo.

1.3.2.1.1 Modelos de MAS-CommonKADS

MAS-CommonKADS propone los siguientes modelos (ver figura 4) para el desarrollo de sistemas multiagente.

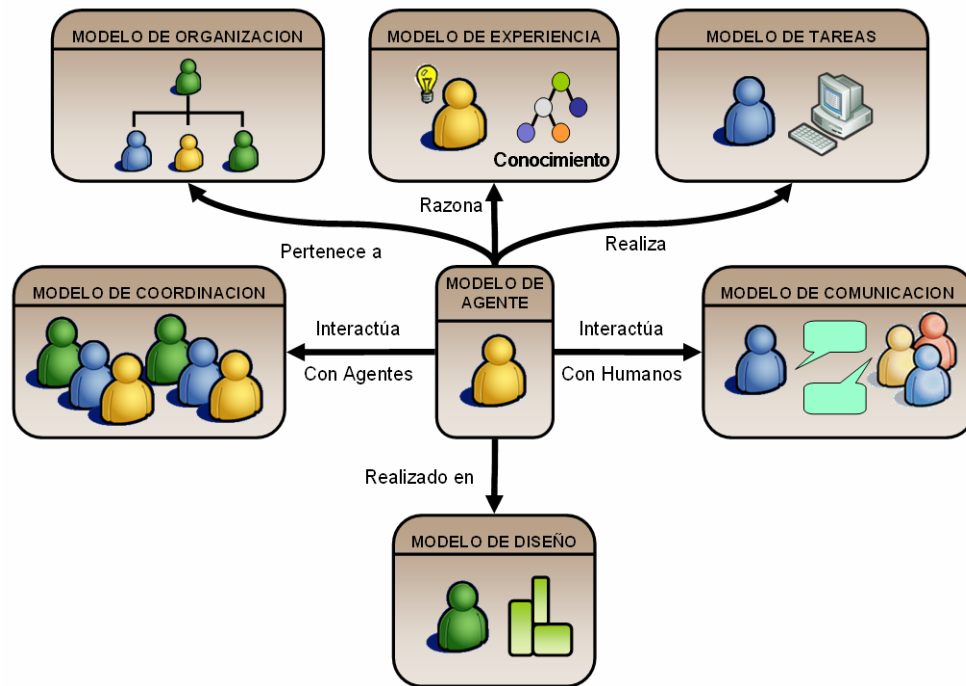


Figura 4. Modelos de MAS-CommonKADS

- **Modelo de Agente (AM):** especifica las características de un agente: sus capacidades de razonamiento, habilidades, servicios, sensores, efectores, grupos de agentes a los que pertenece y clase de agente. Un agente puede ser un agente humano, software, o cualquier entidad capaz de emplear un lenguaje de comunicación de agentes.
- **Modelo de Organización (OM):** es una herramienta para analizar la organización humana en que el sistema multiagente va a ser introducido y para describir la organización de los agentes software y su relación con el entorno.
- **Modelo de Tareas (TM):** describe las tareas que los agentes pueden realizar: los objetivos de cada tarea, su descomposición, los ingredientes y los métodos de resolución de problemas para resolver cada objetivo.
- **Modelo de la Experiencia (EM):** describe el conocimiento necesitado por los agentes para alcanzar sus objetivos. Sigue la descomposición de *CommonKADS* y reutiliza las bibliotecas de tareas genéricas.
- **Modelo de Comunicación (CM):** describe las interacciones entre un agente humano y un agente software. Se centra en la consideración de factores humanos para dicha interacción.
- **Modelo de Coordinación (CoM):** describe las interacciones entre agentes software.
- **Modelo de Diseño (DM):** mientras que los otros cinco modelos tratan del análisis del sistema multiagente, este modelo se utiliza para describir la arquitectura y el diseño del sistema multiagente como paso previo a su implementación.



1.3.2.1.2 Fases de desarrollo de MAS-CommonKADS

El modelo de ciclo de vida para el desarrollo de sistemas multiagente con *MAS-CommonKADS* sigue las siguientes fases:

- **Conceptualización:** tarea de elicitación⁸ para obtener una primera descripción del problema y la determinación de los casos de uso que pueden ayudar a entender los requisitos informales y a probar el sistema.
- **Análisis:** determinación de los requisitos de nuestro sistema partiendo del enunciado del problema. Durante esta fase se desarrollan los siguientes modelos: organización, tareas, agente, comunicación, coordinación y experiencia.
- **Diseño:** determinación de cómo los requisitos de la fase de análisis pueden ser logrados mediante el desarrollo del modelo de diseño. Se determinan las arquitecturas tanto de la red multiagente como de cada agente.
- **Codificación y prueba** de cada agente en el lenguaje y plataforma adoptada.
- **Integración:** el sistema completo es probado.
- **Operación y mantenimiento.** Una vez probado el sistema, puede ponerse en operación. La filosofía de los agentes facilita el mantenimiento del sistema dada su naturaleza modular.

1.3.2.2 Foundation for Intelligent and Physical Agents - FIPA

La Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA) es un grupo multi-disciplinar que persigue la estandarización de las tecnologías de agentes. Esta organización ha puesto a disposición una serie de especificaciones que soporten la interoperabilidad entre agentes y aplicaciones basadas en agentes para dirigir el desarrollo de sistemas multiagentes.

1.3.2.2.1 Especificaciones de FIPA

Entre las especificaciones de FIPA se definen características que deben cumplir las plataformas de gestión de sistemas multiagentes. A parte de implementaciones originalmente concebidas a partir de este estándar (como FIPA OS y JADE), actualmente la mayoría de los entornos de desarrollo y ejecución de agentes tienden a adoptar, o ser compatibles, con FIPA.

Especificaciones FIPA 97 y FIPA 98

Tecnología de agentes:

- Gestión de agentes.
- Lenguaje de comunicación entre agentes.
- Interacción agente-humano.
- Interacción de agentes con sistemas software.
- Movilidad de agentes.
- Seguridad de agentes.

Aplicaciones de prueba:

⁸ Traducción de "*elicitation*": extracción o adquisición de conocimiento.

- Agente personal de viaje.
- Asistente personal.
- Difusión y entretenimiento audio-visual.
- Gestión de redes.

Especificación FIPA 2000

Evolución del modelo de comunicaciones de agentes:

- Transporte de los mensajes.
- Representación de los mensajes (como strings, objetos o XML).
- Atributos opcionales en los mensajes (p.ej. autenticación, encriptado).

Uso de entornos software existentes:

- Plataformas y lenguajes de programación para computación distribuida.
- Plataformas de mensajería.
- Servicios de seguridad.
- Servicios de directorio.
- Tecnologías de conectividad intermitente (móviles).

1.3.2.2.3 Arquitectura Abstracta de FIPA

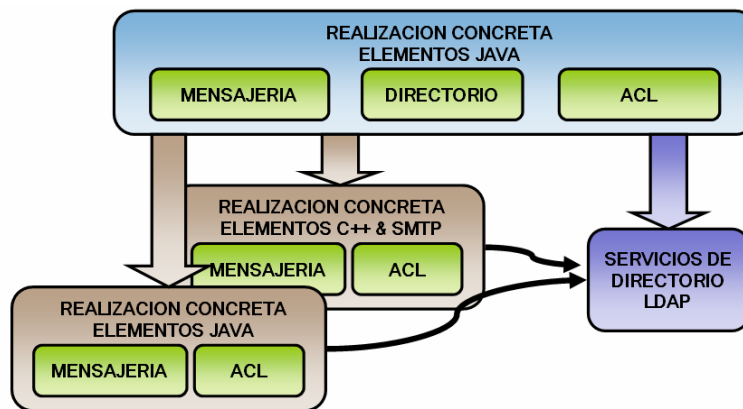


Figura 5. Arquitectura Abstracta de FIPA

La arquitecta abstracta de FIPA (Figura 5), define cómo dos o más agentes se pueden localizar y comunicar.

- Los agentes se comunican intercambiando mensajes que representan actos de habla codificados en un lenguaje de comunicación de agentes.

Servicios de soporte a los agentes:

- Servicios de directorio.
- Servicios de transporte de mensajes

Los servicios se pueden implementar como agentes o como software que se accede invocando métodos: C++, Java, IDL.



Servicios de Directorio

Soporta un conjunto de entradas formadas por varias tuplas cada una con dos pares clave-valor:

- Nombre de agente: único globalmente.
- Localizador: uno o más descriptores de transporte que describen el tipo de transporte y la dirección de transporte específica para comunicarse con el agente.
- Los agentes *registran* entradas de directorio para que otros agentes puedan *buscarlas* con el propósito de encontrarles para poder interactuar.

Mensajes de los agentes

Estructura de los mensajes:

- Los mensajes son tuplas clave-valor.
- Escritos en un lenguaje de comunicación de agentes (p.ej. FIPA ACL).
- El contenido expresado con un lenguaje de contenidos (KIF, SL, entre otros).
- El lenguaje de contenidos puede hacer referencia a una ontología.
- Incluyen los nombres de emisor y receptor.
- Un mensaje puede contener recursivamente otros mensajes.

Transporte de los mensajes

- El mensaje de transporte consta de un campo de carga útil (*payload*) y un sobre (*envelope*)
- El mensaje se transporta en la carga útil de un mensaje de transporte.

Gestión de agentes FIPA

Define el modelo de referencia lógico para la creación, registro, localización, comunicación, migración y retirada de agentes

El modelo de referencia define la *plataforma de agentes*:

- *Sistema de gestión de agentes*: supervisa el acceso y uso de la plataforma de agentes
- *Directorio Facilitador*: servicio de páginas amarillas.
- *Sistema de Transporte de Mensajes*: comunicación entre agentes de distintas plataformas de agentes.

1.3.2.3 Agent Unified Modelling Language - AUML

Odell et al [ODE01] desarrolló AUML, una extensión a UML para el desarrollo de agentes. AUML incluye una metodología de desarrollo a tres niveles, en donde el primer nivel modela la funcionalidad global del sistema, un segundo nivel contempla la interacción entre agentes y el tercer nivel representa el procesamiento interno del sistema.

AUML se centra en intentar emplear herramientas de desarrollo ya existentes como puede ser el caso de UML, orientándolas hacia el campo de los agentes. La visión que se presenta de un agente es como el siguiente paso a partir del concepto de objeto. A diferencia de los objetos, los agentes son activos, sus actividades incluyen objetivos y condiciones que guían la ejecución de las tareas definidas, toman la responsabilidad de sus necesidades, los agentes actúan de igual forma solos o con otros agentes, forman una comunidad social de miembros interdependientes que actúan de forma autónoma.

AUML sintetiza el interés por disponer de metodologías de desarrollo orientadas a agentes con la aceptación de UML, dado que UML es insuficiente para modelar agentes y sistemas basados en agentes.

AUML presenta en la actualidad un conjunto de extensiones de UML para:

- La especificación de protocolos de interacción de agentes.



- La representación de estructuras sociales y organizativas entre agentes.

Para describir de forma comprensible los protocolos de interacción, la FIPA usa AUML al que añade los Diagramas de Protocolos (PD), los cuales son diagramas de secuencias UML que especifica una colección de mensajes, parcialmente ordenados, entre un agente emisor y un agente receptor en donde la dimensión vertical representa el tiempo y la dimensión horizontal representa el rol de los agentes involucrados en la conversación. Si en una conversación, un agente recibe un mensaje que no comprende, responderá con un mensaje *not-understood* indicando el motivo de la incompreensión.

En el presente proyecto, se trabajo con la metodología “MAS-CommonKADS” para el análisis y diseño, porque añade aspectos que son relevantes para los sistemas multiagentes al basarse en ingeniería del conocimiento, como: cubrir el modelado del conocimiento de los agentes, modelar las interacciones entre agentes, integrar técnicas de las metodologías orientadas a objetos para facilitar su aplicación, además brinda algunas guías en la etapa de implementación y permite visualizar un modelo de diseño que ofrece una visión común de todos los agentes del sistema.

Además, MAS-CommonKADS facilita definir una fase de conceptualización para identificar los agentes del problema y sus relaciones básicas, desarrollar agentes que contengan bases de conocimiento acopladas al perfil del estudiante consiguiendo mejorar el proceso de monitoreo y realimentación de este, asimismo permite la definición de las relaciones en la sociedad multiagente y las interacciones entre agentes.

MAS-CommonKADS también permite incorporar la notación AUML (Agent Unified Modelling Language) que se centra en intentar emplear herramientas de desarrollo ya existentes como es el caso de UML, orientándolas hacia el campo de los agentes. AUML sintetiza el interés por disponer de metodologías de desarrollo orientadas a agentes con la aceptación de UML y FIPA que es un estándar que ayuda a maximizar la interoperabilidad entre sistemas de agentes construidos por diferentes equipos, además ayuda a un sistema dinámico y heterogéneo como es el STI apoyado en agentes inteligentes a reducir la complejidad de la implementación y el mantenimiento.

La metodología de agentes MAS-CommonKADS se integra con la metodología del Proceso Unificado de Desarrollo (RUP) mediante la similitud de sus fases de desarrollo, dado que en ambas metodologías se realiza una captura de requerimientos o conceptualización, una **fase de análisis** para el descubrimiento, refinamiento, modelado y especificación del proyecto, una **fase de diseño** donde se plantean soluciones lógicas que puedan satisfacer la etapa de análisis, una fase **de construcción** que permite llevar a código lo realizado en las fases anteriores y que se refleja en la implementación del sistema, una fase de pruebas que permiten validar si el sistema cumple con el objetivo por el cual fue creado y una **fase de integración** que permite unir todo el proyecto .



CAPITULO II

MODELO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

El fundamento de toda actividad de diseño, manejo y monitoreo de proyectos es un modelo conceptual del proyecto. Este constituye un instrumento flexible para ser adaptado a la situación objeto de estudio.

Un modelo conceptual es la base para una buena planificación de proyectos, permite ver explícitamente la forma en que distintos factores están vinculados entre sí y por consiguiente la mejor forma de planificar y manejar el proyecto. Además muestra los posibles obstáculos o dificultades que pueden presentarse e ilustra la forma en que las intervenciones planificadas pueden afectar la condición de interés. Un buen modelo conceptual permite identificar los datos apropiados y necesarios que se requerirán para un monitoreo efectivo y eficaz del proyecto.

El modelo metodológico facilita la aplicación práctica de los conceptos y conocimientos teóricos que sirve de apoyo para la realización del proyecto enfocado en el proceso de aprendizaje.

2.1 MODELO CONCEPTUAL

La palabra **modelo** se refiere a una representación simplificada de la realidad. La palabra **conceptual** se refiere a creencias teóricas. Un **Modelo conceptual** es por lo tanto, una representación de las creencias teóricas en cuanto a un proyecto.

El modelo conceptual es la expresión en términos de conceptos y una serie de relaciones de ciertos factores que se cree impactan o conducen a la condición de interés que se desea describir y/o representar.

La Figura 6 presenta los conceptos y relaciones abstraídos del entorno de educación en línea que permiten el proceso de adaptatividad de la presentación de contenidos para cursos de educación en línea por medio del STI.

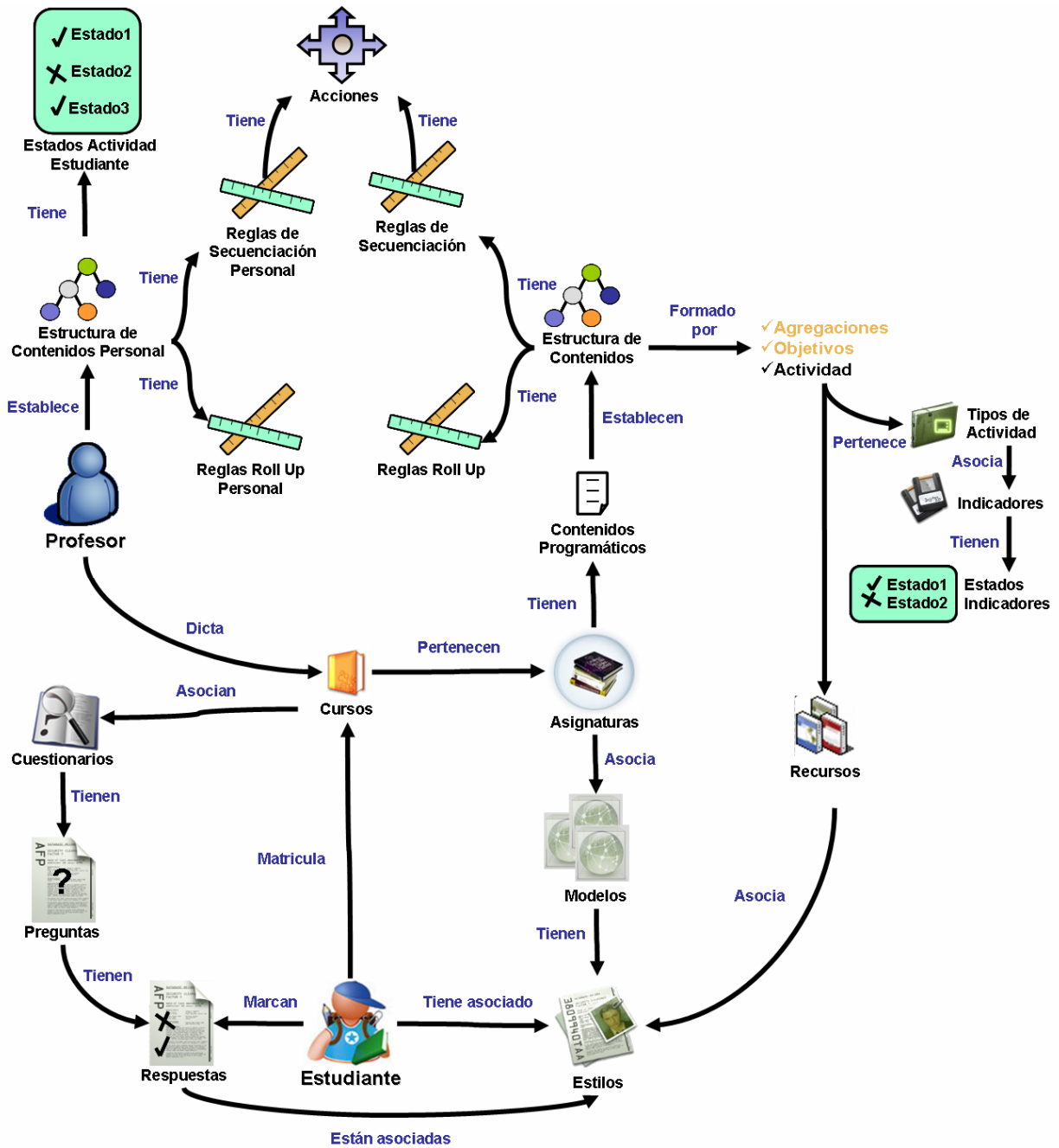


Figura 6. Modelo Conceptual (Conceptos y relaciones)

A continuación se explica en forma breve aquellos conceptos y relaciones del modelo del Sistema Tutor Inteligente (STI) que permiten percibir, identificar y describir el proceso educativo en la modalidad de educación en línea a través del STI apoyado en agentes.

- **Usuarios:** Representa a los estudiantes, profesores, administradores y directivos involucrados en el proceso educativo.



- **Matrículas:** Almacena la información de las asignaturas y sus cursos, matriculadas por el estudiante para ser cursadas.
- **Asignaturas:** Representa las materias o temáticas que se enseñarán al estudiante.
- **Cursos:** Representa los grupos establecidos para las asignaturas.
- **Modelos de aprendizaje:** Representan las concepciones teóricas que buscan explicar el comportamiento humano frente al aprendizaje y el tipo de acción que puede resultar más eficaz en un momento dado.
- **Estilos de aprendizaje:** Permiten conocer la conducta que tiene el estudiante durante su aprendizaje, es decir, su forma de percibir, procesar y analizar la información.
- **Estilos de aprendizaje asociados:** Permite almacenar información de los estilos de aprendizaje en los cuales el estudiante puede estar clasificado.
- **Cuestionarios:** Representa los cuestionarios asociados a los modelos de aprendizaje, que se le realizan al estudiante cuando cursa por primera vez una asignatura con el fin de establecer sus estilos de aprendizaje asociados.
- **Preguntas:** Como su nombre lo indica representan la información de las preguntas asociadas a los cuestionarios o tests que se le realizan al estudiante.
- **Respuestas:** Representan todas las opciones de respuestas establecidas para cada una de las preguntas. Cada respuesta esta asociada con un estilo de aprendizaje de un modelo.
- **Hoja de Respuestas:** Cuando al estudiante se le realiza el cuestionario, éste llena una hoja de respuestas, con aquellas respuestas de su elección. Con esta información se establece inicialmente sus estilos de aprendizaje asociados, dado que cada respuesta se enfoca hacia un estilo de aprendizaje de un modelo en particular.
- **Estructuras de Contenidos:** Representa la información original referente a la temática de los cursos, definidos mediante el estándar de SCORM.
- **Estructuras de Contenidos Personal:** Igual a la estructura de contenidos, con la diferencia que la temática contiene los temas específicos que el profesor quiere desarrollar durante el curso.
- **Estados Actividad Estudiante** Registra el desempeño que tiene el estudiante durante su proceso educativo a través de la estructura de contenidos personal.
- **Reglas de Secuenciación:** Son reglas que facilitan la presentación adaptativa a través de la forma en que se ordenan los contenidos de acuerdo a algún criterio, que dependerá de la meta y otras características del estudiante.
- **Reglas Rollup:** Reglas que permiten establecer el estado de un contenido de la estructura de contenidos a partir del estado de sus actividades hijas afectadas.
- **Acciones:** Representan las acciones que tienen las reglas de secuenciación.
- **Reglas de Secuenciación personal:** Igual a la reglas de secuenciación, con la diferencia que se establecen sobre la estructura de contenidos personal.
- **Reglas Rollup Personal:** Equivalente a las reglas rollup, pero estas se utilizan con la estructura de contenidos personal.
- **Tipos de Actividad:** Representan las categorías en las cuales se pueden clasificar las actividades.
- **Agregaciones:** Representan los temas principales dentro de cada una de las estructuras de contenidos.
- **Actividades:** Representan las unidades de instrucción significantes de los temas por medio de las cuales se presenta al estudiante la información de cada uno de los temas a desarrollar, dado que las actividades facilitan la utilización de recursos.
- **Objetivos:** Representan los propósitos o metas que se buscan cumplir y/o lograr a través del desarrollo del contenido del curso.
- **Indicadores:** Representan el conjunto de parámetros a través de los cuales se realiza el proceso de monitoreo de las actividades del estudiante.



- **Estados indicadores:** Representa el estado que adquiere cada uno de los indicadores asociados a las actividades durante el proceso educativo de cada estudiante.
- **Recursos:** Representan los elementos por los cuales se presentan y explican los contenidos, estos pueden ser representaciones electrónicas de texto, imágenes, vídeos, entre otros.

Con la unión y/o combinación de cada uno de estos conceptos y sus relaciones, el presente modelo conceptual se formula como un instrumento estratégico o carta de navegación para acompañar, direccionar y orientar la utilización de herramientas software como los STI y conceptos pedagógicos como los estilos de aprendizaje para el apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de un entorno de educación en línea.

La idea de involucrar conceptos pedagógicos como los modelos de aprendizaje dentro de un STI, se debe a que los modelos de aprendizaje por medio de sus estilos, buscan facilitar al proceso educativo un conocimiento inicial de la manera en que el estudiante procesa, percibe, analiza y organiza la información de los temas y/o contenidos orientados en las asignaturas.

Dicho conocimiento del estudiante se realiza cuando éste cursa por primera vez una asignatura, debido a que se presenta un cuestionario asociado al modelo de aprendizaje establecido de antemano por el profesor para dicha asignatura. El cuestionario cuenta con una serie de preguntas y respuestas relacionadas con los estilos de aprendizaje del modelo, dichas preguntas y sus respuestas se le presentan al estudiante para que escoja aquellas en las cuales se ve más reflejado como estudiante, esta información es almacenada en una hoja de respuestas, la cual permite determinar los estilos de aprendizaje asociados al estudiante, a partir del número de respuestas seleccionadas de cada estilo de aprendizaje, existiendo un estilo de aprendizaje predominante en cada estudiante.

Los temas y/o contenidos se organizan en una estructura de contenidos conformada por agregaciones, actividades y objetivos, que contiene toda la información original de la temática planteada para orientar en la asignatura. También se establece para la estructura de contenidos una serie de reglas (de secuenciación y rollup) que permiten determinar como se enseñará y/o orientará el desarrollo de la asignatura.

El profesor por su parte puede realizar una modificación de la estructura de contenidos y sus reglas, estableciendo una estructura de contenidos personal, en la cual puede cambiar el orden de enseñanza de los temas y la forma como se orientan.

Para lograr el proceso de monitoreo del proceso educativo del estudiante efectuado por los agentes, se establecen categorías o tipos de actividad a las cuales se les pueda asociar indicadores que sean tangibles.

Para nuestro caso se establecieron los siguientes tipos de actividad (Tabla 9) e indicadores (Tabla 10), dado que admiten trabajar con el tiempo como unidad tangible, que permite realizar cuando sean convenientes los respectivos cambios en los estilos de aprendizaje asociados del estudiante de acuerdo al comportamiento que este presentando durante todo el desarrollo del contenido del curso.

TIPOS DE ACTIVIDAD	
NOMBRE	PROPÓSITO
Análisis y Reflexión	Entender datos o información - pensar.
Demostración	Distinguir, clasificar y utilizar elementos.



TIPOS DE ACTIVIDAD	
NOMBRE	PROPÓSITO
Explicación	Guiar paso a paso durante el desarrollo del tema.
Refuerzo	Resolver problemas.
Motivación	Presentar información que estimulen al estudiante a aprender.
Evaluación	Facilitar la autoevaluación, con el fin de conocer el desempeño académico del estudiante.
Repaso	Presentar opiniones claves y razonadas del tema.
Lectura	Conocer, contextualizar temas.
Simulaciones	Presentar situaciones que permitan desarrollar la experiencia.
Juegos	Percibir imágenes externas, producir o decodificar información gráfica.

Tabla 9. Tipos de Actividad

INDICADORES	
NOMBRE	PROPÓSITO
Grado de comprensión	Establecer el nivel de conocimiento adquirido por el estudiante.
Número de veces de utilización del recurso	Conocer si el estudiante se inclina por recursos de un tipo específico (por ejemplo recursos con gráficos).
Tiempo de descanso en la actividad	Saber que tan frecuentes son los descansos del estudiante y en qué tipo de actividad.
Tiempo de utilización del recurso	Determinar si el estudiante hace uso del recurso o simplemente navega por él.

Tabla 10. Indicadores

Las actividades se asocian a un tipo de actividad, de esta manera a través del estado de los indicadores que vaya presentando el estudiante se logra establecer un estado de la actividad del estudiante, con el fin de conocer su desempeño académico.

Además, las actividades de aprendizaje establecidas en la estructura de contenidos de la asignatura, asocian los recursos que facilitan al estudiante su proceso de enseñanza-aprendizaje de acuerdo a su estilo de aprendizaje predominante y al modelo de aprendizaje establecido para la asignatura.

2.2 MODELO METODOLÓGICO

La personalización que se ofrece por medio del STI para la modalidad de educación en línea, se basa en la forma de presentar el contenido del curso a desarrollar por el estudiante, es decir, a partir de la estructura de contenidos original establecida para un curso de una asignatura, se busca crear la estructura de presentación adaptativa y personalizada (estructura de contenidos personal) de dicho curso a partir de la especificación de contenidos e información del estudiante, al analizar el tipo de estudiante que va a usar el sistema y adaptar la estructura del curso y sus contenidos por medio de objetos de aprendizaje basados en la información del estilo de aprendizaje de cada estudiante.

El conocimiento inicial del estudiante se obtiene por medio de los modelos de estilos de aprendizaje, dado que el estudiante al momento de cursar por primera vez una asignatura específica, presenta un cuestionario del modelo de aprendizaje establecido para dicho curso. A partir de los resultados del cuestionario se realiza una clasificación inicial del estudiante en uno u otro estilo de aprendizaje asociado al modelo de aprendizaje, con el fin de establecer un perfil base o inicial. (Ver Figura 7). En el caso en que el estudiante al presentar el cuestionario, quede clasificado en dos o más estilos por igual, a través del atributo prioridad asociado a los estilos de aprendizaje, el sistema establece cual de los estilos establecer como predominante, dado que dentro de los modelos de aprendizaje se considera que las personas desarrollan unos estilos de aprendizaje más que otros.

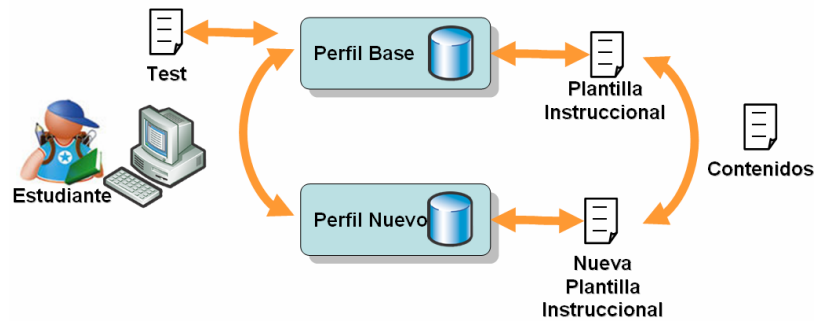


Figura 7. Proceso general de adaptatividad del contenido

La información que se trata de obtener del estudiante abarca sus gustos, preferencias, habilidades, dificultades y destrezas, los cuales se utilizan para determinar su ritmo de aprendizaje y su forma de percibir, procesar y analizar la información, con el fin de facilitar la presentación personalizada del contenido de un curso específico. A partir de la información que se obtiene del estudiante, se procede a estructurar un árbol de contenidos personalizado para dicho estudiante con ayuda de la plantilla instruccional personalizada y de la estrategia de enseñanza-aprendizaje básica más efectiva para ese momento.

La plantilla instruccional tiene como objeto facilitar la técnica de secuenciación del contenido a través de dos técnicas: una secuenciación de alto nivel o secuenciación del conocimiento que determina cual será el próximo concepto o tema a ser aprendido y una secuenciación a bajo nivel o secuenciación de tareas que determina la siguiente tarea de aprendizaje a realizar (problema, ejemplo, evaluación) del tema actual.

El objetivo de la técnica de secuenciación del contenido (también referida como tecnología de planificación instruccional) es proveer al estudiante de un mayor ajuste e individualización de la secuencia de contenidos a aprender y de las tareas de aprendizaje (ejemplos, preguntas, problemas, etc.).

Las estrategias de enseñanza-aprendizaje básicas, son el conjunto de actividades, técnicas y medios que se planifican de acuerdo al estilo de aprendizaje del estudiante, a los objetivos que persiguen y a la naturaleza de las áreas y cursos, todo esto con la finalidad de hacer más efectivo el proceso de aprendizaje. En STI, las estrategias de enseñanza-aprendizaje se reflejan a través de la secuenciación de contenidos mediante las reglas de secuenciación y rollup, establecidas en la estructura de contenidos.

El estudiante lleva a cabo su proceso educativo cuando interactúa con el explorador de contenidos, el cual permite visualizar el árbol de contenidos que pertenece a un determinado curso y que se

construye y/o personaliza de acuerdo al estilo de aprendizaje predominante en el estudiante. (Ver Figura 8).

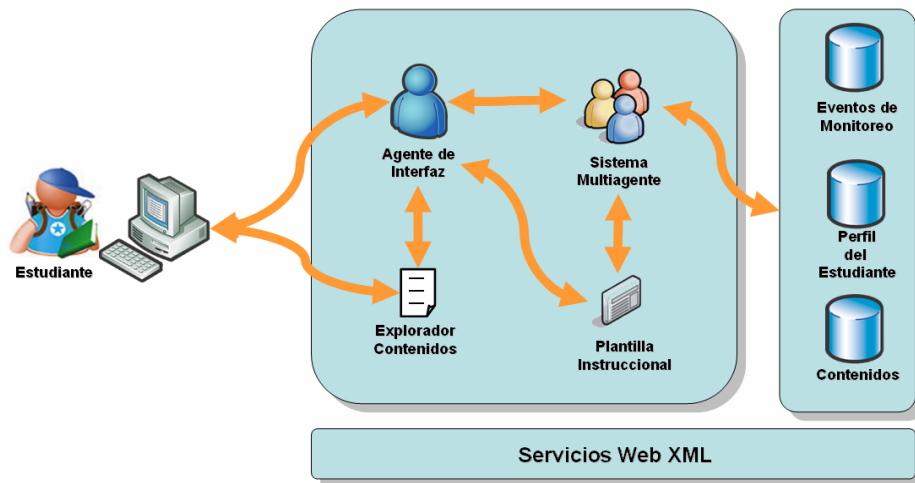


Figura 8. Interacción del estudiante con la estructura de contenidos

Durante el desarrollo del curso, el STI hace uso de ciertos agentes, quienes se encargan de monitorear a partir de un conjunto de indicadores predefinidos, asociados a las actividades de aprendizaje, el comportamiento que presente el estudiante en el desarrollo del contenido del curso con el fin de realimentar su perfil. Si se observan cambios en el perfil del estudiante se realiza una nueva clasificación del estilo de aprendizaje y a la vez se modifica la plantilla instruccional con el fin de presentar el contenido del curso con base en la información del nuevo estilo de aprendizaje asociado. (Ver Figura 9).

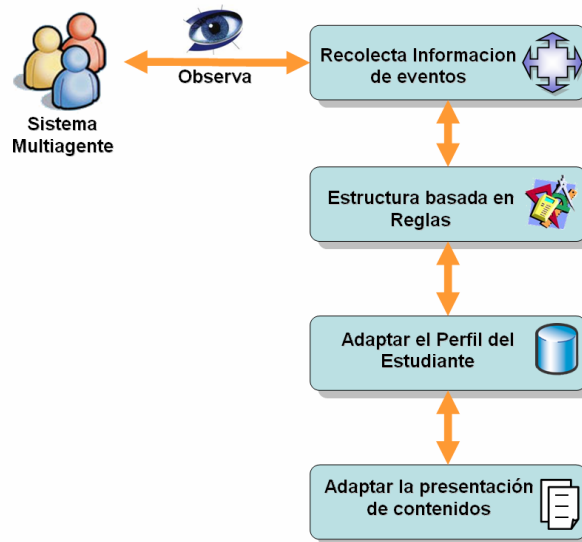


Figura 9. Proceso de monitoreo de los agentes



2.2.1 Adaptación de la presentación

El tipo de adaptación empleado por el módulo del STI apoyado en agentes para llevar a cabo el proceso de personalización de la presentación de contenidos para cursos de educación en línea, es la *adaptación de la presentación*. Este tipo de adaptación se refleja mediante la definición de prerrequisitos y ordenamiento de temas y actividades al permitir establecer la importancia de los mismos a través del uso de los principales conceptos introducidos por SCORM a nivel de secuenciación de objetos de contenido, los cuales se explican a continuación, debido a que por medio de este tipo de adaptación se establece la forma en que el contenido de un curso es presentado al estudiante de acuerdo con su estilo de aprendizaje asociado predominante y al criterio del profesor.

2.2.2 Secuenciación de objetos de contenido

La secuenciación de objetos de contenidos involucra temas fundamentales como: [SCORM-SN]

- Terminología y conceptos de secuenciación.
- Modelo de definición de secuenciación.
- Modelo de comportamiento de secuenciación.

De los cuales se presentan a continuación en forma breve los dos primeros, adecuados a las necesidades del presente proyecto.

2.2.2.1 Terminología y conceptos de Secuenciación

Estructura de contenidos

La estructura de contenidos describe la relación jerárquica de la temática del curso. Representa la estructura de contenidos conceptual de forma jerárquica, la definición de actividades de aprendizaje y el estado de seguimiento para cada actividad. (Figura 13). Esta estructura permite la secuenciación definiéndola solamente para las actividades de aprendizaje con el fin de describir información y procesar requerimientos al estar representado como una organización de contenidos en SCORM, facilitando la interoperabilidad en el intercambio de información.

La representación de la estructura de contenidos es diferente para cada estudiante, debido a que se basa en la información de secuenciación que establece el profesor para orientar el contenido de su asignatura y dependiendo del estilo de aprendizaje del estudiante y de las interacciones de este con los objetos de contenidos.

Cuando un estudiante elige interactuar con la estructura de contenidos, el STI evalúa la información de secuenciación preestablecida y a través de los agentes correspondientes realiza y registra la información de seguimiento del proceso educativo del estudiante.

Clúster

Un clúster es una forma especializada de una actividad de aprendizaje que tiene subactividades, es decir, un clúster representa una única actividad padre con sus actividades hijas, pero no incluye las actividades descendientes de sus actividades hijas. (Ver Figura 10).

La actividad padre en un clúster contendrá la información sobre la estrategia de secuenciación para el clúster. Las actividades hijas del clúster constituyen las hojas y están asociadas con los objetos de contenidos (o recursos) que serán visualizados según la estrategia de secuenciación definida y el tipo de estudiante.

Actividad de aprendizaje

Una actividad de aprendizaje se describe como una unidad de instrucción significativa; es conceptualmente algo que el estudiante hace mientras progresa a través de la instrucción. Una actividad de aprendizaje puede proporcionar un recurso de aprendizaje para el estudiante o puede componerse de varias sub-actividades. (Ver Figura 10).

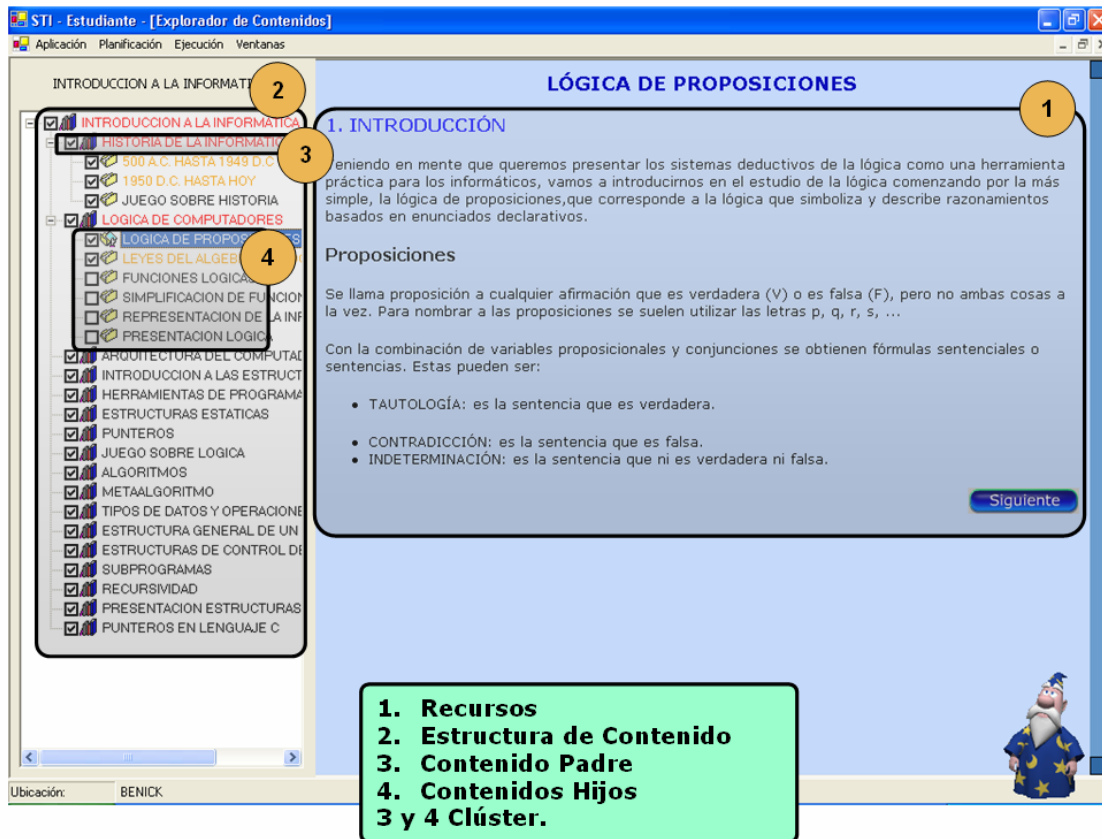


Figura 10. Ejemplo de Estructura de contenidos, clúster, actividades y recursos

2.2.2.2 Modelo de definición de secuenciación

El modelo de definición de secuenciación de SCORM, es un modelo de información derivado de la especificación de secuenciación simple (IMS). Este modelo especifica un conjunto de elementos que pueden ser usados en los contenidos para definir comportamientos de secuenciación intencional aplicado a las actividades de aprendizaje dentro del contexto de la estructura de contenidos.

Los valores aplicados a los elementos del modelo de definición de secuenciación no necesariamente son estáticos, dado que se pueden alterar según se desee, sin embargo se recomienda tener cuidado en los valores que se establezcan para no llegar a condiciones de conflicto.

A continuación se presentan algunos de los elementos del modelo de definición de secuenciación [SCORM-SN] utilizados en el proyecto.



Modos de control de secuenciación

Los modos de control de secuenciación permiten establecer cómo las peticiones de secuenciación afectan al clúster y cómo las actividades del clúster son consideradas mientras las peticiones de secuenciación son procesadas.

Los modos de control son usados en las siguientes formas:

- Durante el proceso de una petición de navegación para determinar si la petición será o no traducida dentro de una petición de secuenciación válida.
- Durante varios subprocesos de peticiones de secuenciación para afectar las actividades a entregar.
- Durante diversos comportamientos de secuenciación para afectar el estado de seguimiento de información manejado.

La Tabla 11 describe los modos de control de secuenciación aplicados a cualquier contenido padre en la estructura de contenidos.

MODOS DE CONTROL DE SECUENCIACIÓN			
NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO DE DATO	VALOR POR DEFECTO
<i>Control de secuenciación Choice</i>	Indica que el estudiante es libre para elegir cualquier actividad en un clúster en cualquier orden sin restricción.	Booleano	Verdadero
<i>Control de secuenciación Choice Exit</i>	Indica que a la actividad se le permite terminar si una petición de secuenciación <i>Choice</i> es procesada. Este modo de secuenciación determina si es posible elegir una actividad que no esté dentro del mismo clúster actual, cuando su valor es verdadero. Se utiliza para restringir las actividades que el usuario puede seleccionar, de forma que no pueda elegir una actividad que se encuentre muy "lejos" de la actividad actual en el árbol de actividades.	Booleano	Verdadero
<i>Control de Secuenciación Flow</i>	Indica si se permite la navegación dirigida por las actividades de un clúster, es decir, subprocesos Flow pueden ser aplicados a los hijos de la actividad. Flow provee algún mecanismo para que el estudiante indique su deseo para "Continuar" a la siguiente actividad o para ir hacia atrás a la actividad "Anterior". Al seleccionar un clúster, si Flow es verdadero, permite "fluir" a las actividades hijas.	Booleano	Falso
<i>Control de secuenciación Forward Only</i>	Indica que los destinos hacia atrás "Anterior" (en términos de una estructura de contenidos transversal) no están permitidos para los hijos de la actividad, solo se permiten destinos hacia delante "Continuar".	Booleano	Falso

Tabla 11. Descripción de los modos de control de secuenciación. (tomado de [SCORM-SN])

Reglas de secuenciación

La especificación IMS emplea un modelo de secuenciación basado en reglas. Un conjunto de cero o más reglas de secuenciación pueden ser aplicadas a una actividad y las reglas son evaluadas en tiempos específicos durante diferentes comportamientos de secuenciación. Cada regla de secuenciación consiste de un conjunto de condiciones y una acción correspondiente. Las condiciones son evaluadas usando información de rastreo asociado con la actividad. El



comportamiento asociado con las acciones de las reglas se realiza si el conjunto de condiciones de las reglas se evalúa en verdadero.

La estructura básica de una regla de secuenciación es: **si se fija condición entonces acción**. Dentro de las reglas de secuenciación se establecieron tres tipos:

1. **Reglas de Precondición:** reglas aplicadas cuando se recorre la estructura de contenidos para identificar la actividad a presentar.

Por ejemplo: una regla de precondición permite al estudiante pasar de una actividad “A” a una actividad “B” siempre y cuando la actividad “A” se haya completado.

2. **Reglas de Poscondición:** reglas aplicadas al terminar la actividad.

Por ejemplo: una regla de poscondición permite al estudiante salir del tema principal o actividad padre, siempre y cuando se haya estudiado las actividades hijas asociadas.

3. **Reglas de Salida:** reglas aplicadas después que la actividad descendiente termina.

Reglas Rollup

Dado que las actividades clúster no están asociadas con los objetos de contenidos, no hay ninguna manera de conocer la información de progreso de aprendizaje. Las reglas rollup permiten obtener esta información, debido a que estas reglas conocen cuando el estado de una actividad hija (actividad hoja asociada al objeto de contenido) cambia, el estado de sus antepasados (actividad clúster) puede ser afectado.

Cada regla rollup consiste de un conjunto de actividades hijas a considerar y un conjunto de condiciones a evaluar. Las reglas rollup no tienen efecto cuando se definen en actividades hoja.

Ejemplo de una regla rollup:

Un estudiante está aprendiendo sobre el tema: “Lógica de Computadores” (actividad padre), el cual se explica por medio de los subtemas o actividades hijas: Lógica de Proposiciones, Leyes del Álgebra de Boole, Funciones Lógicas. La información de progreso de aprendizaje del estudiante en el tema “Lógica de Computadores” se conoce a partir del estado de aprendizaje en cada una de las actividades hijas asociadas. En el STI este estado se conoce a través de los resultados del autotest que presenta el estudiante relacionado con las actividades hijas y mediante los estados de la actividad que presente el estudiante durante el desarrollo de la misma y que son monitoreados y registrados por los agentes respectivos.

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL MÓDULO DEL SISTEMA TUTOR INTELIGENTE CON AGENTES INTELIGENTES

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema Tutor Inteligente (STI) cuenta con un conjunto de agentes que trabajan cooperativamente y se encargan de dar soporte a tareas como la adaptación y monitoreo. Estos agentes se agrupan por comportamiento en paquetes de software e interactúan con el STI usando un puente de comunicación denominado **coordinador de agentes**. (Ver Figura 11).

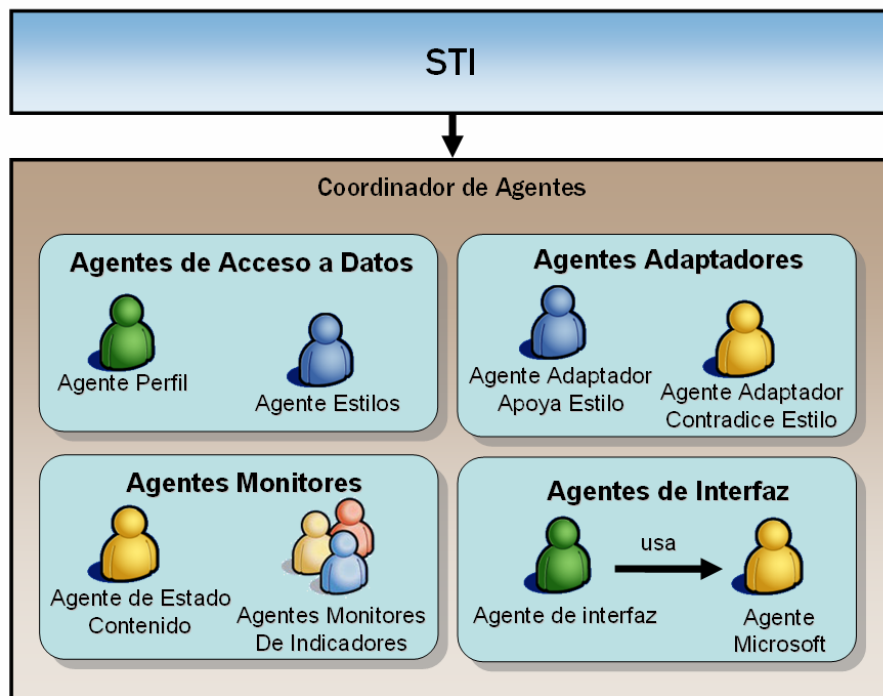


Figura 11. Módulo del STI con Agentes agrupados por comportamiento

A continuación se detallan los paquetes de software donde se agrupan los agentes.

3.1.1 Agentes de Interfaz

En este paquete se localiza el **agente de interfaz** encargado de realizar la metáfora del profesor siendo responsable de las tareas de comunicación con el estudiante, se muestra con un diseño animado y antropomórfico en la interfaz del usuario para presentar los mensajes que provienen de otros agentes, fue construido haciendo uso del **agente Microsoft (msAgent)** que hace parte de los objetos COM presentes en la librería de componentes de Visual Studio .NET.

3.1.2 Agentes de acceso a datos

Estos agentes realizan tareas relacionadas con los datos, este acceso puede ser de dos tipos:

- **Indirecto:** En este tipo de acceso, la comunicación entre el agente y el repositorio de datos se realiza a través de un agente intermediario. Un agente realiza una solicitud de datos que es atendida por un agente que esta en la capacidad de adherirse a un repositorio y extraer los datos que posteriormente serán empaquetados en un mensaje que se envía al agente solicitante de la información.
- **Directo:** En este tipo de acceso, la comunicación entre el agente y el repositorio de datos se genera exclusivamente a través del paso de eventos, cuando el usuario realiza una operación en el sistema se lanza un nuevo agente para que produzca los cambios necesarios en el repositorio de los datos.

En este paquete se cuenta con el **agente de perfil** el cual se encarga de manejar la identidad del usuario en el sistema teniendo en cuenta preferencias de contenido, preferencias de consumo, entorno del usuario, realiza procesos de recuperación, modificación y actualización de los datos del estudiante asociados a un contenido. Un proceso común en el cual interviene este agente es la entrada del estudiante al sistema. En la Figura 12 se puede observar como el STI informa al coordinador de agentes que un estudiante se encuentra en el sistema, el coordinador construye un mensaje que es enviado al **agente de interfaz**, este a su vez envía una replica del mensaje al **agente de perfil** el cual busca la información solicitada y la empaqueta en otro mensaje que es retornado al **agente de interfaz** el cual se comunica con el **agente Microsoft** para terminar el proceso con la bienvenida al sistema.

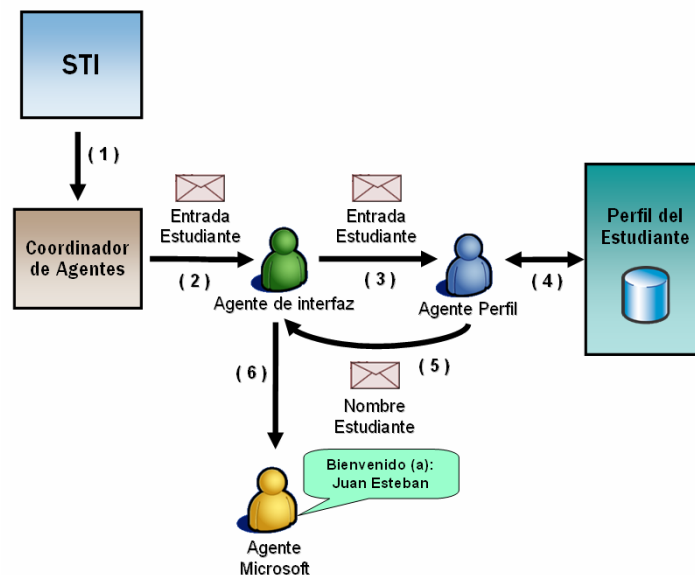


Figura 12. Entrada del Estudiante al Sistema



También se cuenta con el **agente de estilos**, encargado de almacenar la información relacionada con el estudiante y los estilos de aprendizaje asociados, esta relación se realiza a nivel porcentual.

La Tabla 12 ilustra a manera de ejemplo la clasificación de un estudiante en cada uno de los estilos del modelo de *programación neuro-lingüística*, se puede apreciar, que su principal estilo asociado es el Aditivo con un porcentaje de 50%, pero cuenta con un 30% del estilo Visual y un 20% del estilo Kinestésico, debido a que no podemos individualizar a un estudiante en un único estilo.

Estudiante	Estilo	Porcentaje
Juan Esteban López	Visual	30%
	Auditivo	50%
	Kinestésico	20%

Tabla 12. Relación “Estudiante – Estilos” para el modelo Programación neuro-lingüística

3.1.3 Agentes adaptadores

Son los encargados de realizar tareas correspondientes a la entrega de recursos al explorador de contenidos de acuerdo al estilo de aprendizaje predominante en el estudiante. El agente adaptador es capaz de recomendar automáticamente recursos, secuencias o estrategias de navegación apropiadas a su estilo de aprendizaje. Estos agentes le permiten al sistema ser adaptativo al trabajar con la capacidad de adquirir conocimiento, que más tarde se puede aprovechar en cualquier parte de la estructura de contenido. Por ejemplo, si el usuario tiene predisposición a aprender mejor con recursos visuales, el sistema no presentará medios que contengan texto; o bien, si no se cuenta con recursos gráficos el seleccionará aquellos que posean la menor sobrecarga de texto.

En este paquete tenemos el **agente adaptador que apoya el estilo**, este es el responsable de encontrar recursos relacionados con el estilo de aprendizaje asociado predominante en el estudiante, para su posterior entrega, también se cuenta con el **agente adaptador que contradice el estilo**, que tiene como tarea buscar recursos que no estén relacionados con el estilo de aprendizaje del estudiante.

El proceso que realizan los agentes adaptadores se presenta en la Figura 13, en donde el STI al momento de presentar una actividad de aprendizaje de la estructura de contenidos en el explorador solicita al **coordinador de agentes** visualizar recursos para dicha actividad. El **coordinador de agentes** construye un mensaje que es enviado al **agente de interfaz**, el cual a su vez envía una réplica del mensaje al **agentes adaptador que apoya el estilo** o al **agentes adaptador que contradice el estilo**, dependiendo de la estrategia de aprendizaje personalizada establecida. Estos agentes adaptadores consultan los recursos a partir de la información del perfil y estilo de aprendizaje asociado predominante en el estudiante y la empaquetan en otro mensaje que es retornado al **agente de interfaz**, el cual se encarga de presentar la información de la actividad mediante la visualización del recurso en el explorador de contenidos.

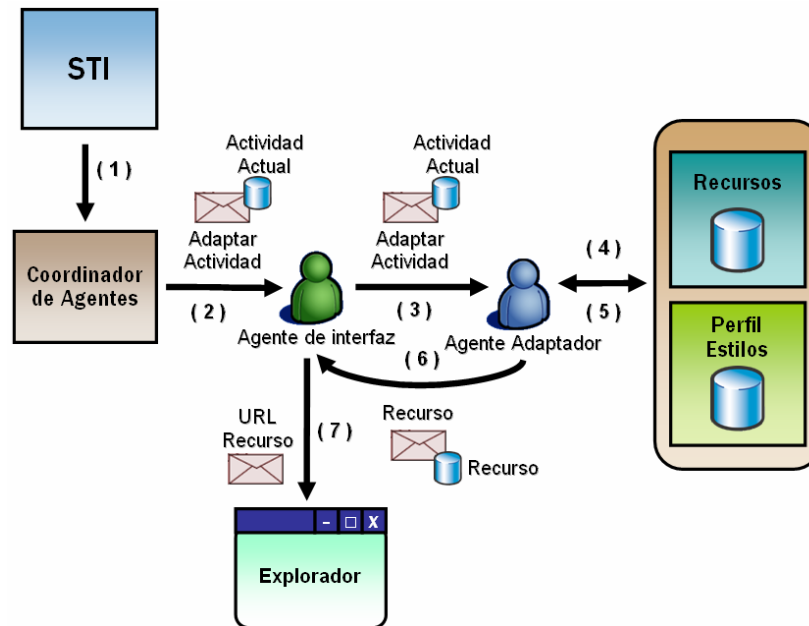


Figura 13. Adaptación de contenidos mediante recursos

3.1.4 Agentes Monitores

Estos agentes son responsables de mantener actualizado el perfil del estudiante mediante el monitoreo de las actividades de aprendizaje planeadas para el curso, los eventos del estudiante relacionados con las actividades son almacenados en el perfil, el objetivo es sistematizar las experiencias obtenidas durante el proceso de aprendizaje, valorar el cumplimiento de los objetivos propuestos y hacer ajustes que permitan mejorar la estrategia de acompañamiento al estudiante.

Cada agente, incrementa proactivamente el conocimiento que tiene acerca del estudiante y mejora la efectividad del sistema perfeccionando su perfil utilizando técnicas basadas en datos históricos y autoevaluación.

En este paquete se encuentra el **agente de estado de contenido** que tiene parte de la funcionalidad del Ambiente de Ejecución (RTE) de SCORM, debido a que este agente es el encargado de actualizar el estado de cada uno de los nodos correspondientes a la estructura de contenido de un curso, una vez el estudiante visualiza un recurso en el explorador se informa al coordinador de agentes para que cree un **agente de estado**, éste revisa la etapa actual del nodo y realiza la retroalimentación al usuario mediante un código de colores, azul para **aprobado**, verde para **completado**, amarillo para **finalizado**, rojo para **revisado** y negro para **no revisado**, después el agente se engancha al contenido y se encarga de cambiar su estado basado en indicadores de tiempo de visualización del recurso. (Ver Figura 14).

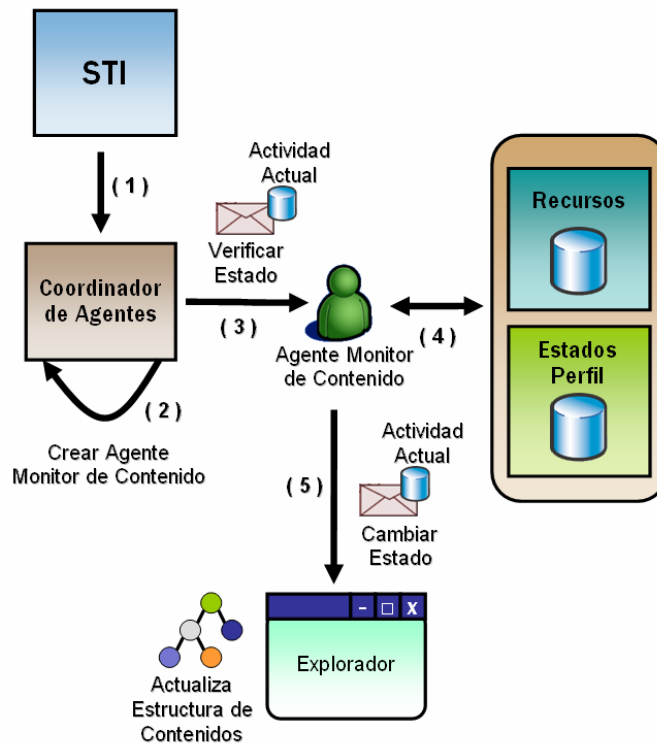


Figura 14. Proceso de Monitoreo de una actividad

Este paquete de agentes cuenta con un conjunto de **agentes monitores de indicadores**, los cuales buscan actualizar el perfil del estudiante revisando los tipos de actividad que el estudiante visualiza, a cada tipo de actividad se asocia un o varios indicadores. La Tabla 13 presenta un ejemplo de las actividades a monitorear, cada una de estas tiene relacionado un conjunto de indicadores y un valor de monitoreo que es usado para actualizar el perfil del estudiante:

Tipos de Actividad	Indicador	Valor
Refuerzo	Grado de comprensión	80%
	Número de veces de utilización del recurso	50 Veces
	Tiempo de descanso en la actividad	200 Segundos
	Tiempo de utilización del recurso	300 Segundos
Motivación	Grado de comprensión	60%
Evaluación	Tiempo de utilización del recurso	530 Segundos

Tabla 13. Estado indicadores por tipo de actividad

El proceso que sigue el agente monitor de indicadores se muestra en la Figura 15, el STI reacciona ante un evento del sistema en ese momento el coordinador de agentes crea el **Agente Monitor de Indicador**, el cual actualiza el valor del indicador y refleja los cambios en el estilo de aprendizaje del estudiante.

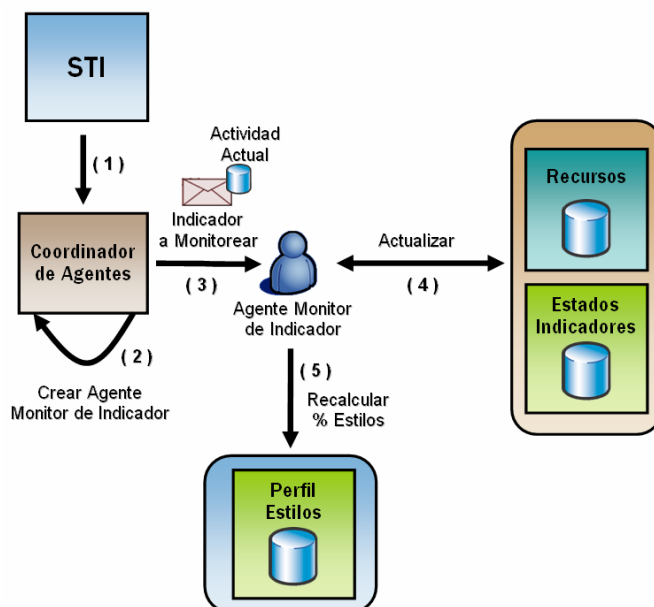


Figura 15. Proceso de monitoreo de los indicadores

3.1.5 Arquitectura del Sistema Multiagente

En la Figura 16 se observa la estructura organizativa de la sociedad multiagente, se puede notar que el **coordinador de agentes** es el único canal de comunicación desde el STI hacia al Sistema Multiagente (SMA), este actúa como un filtro selectivo el cual construye los mensajes necesarios que son enviados directamente al **agente de interfaz** para que este decida que agente llevará a cabo esa tarea. En la SMA todos los agentes tienen el mismo nivel jerárquico, pero es el agente de interfaz el encargado de enviar y recibir los datos desde el STI.

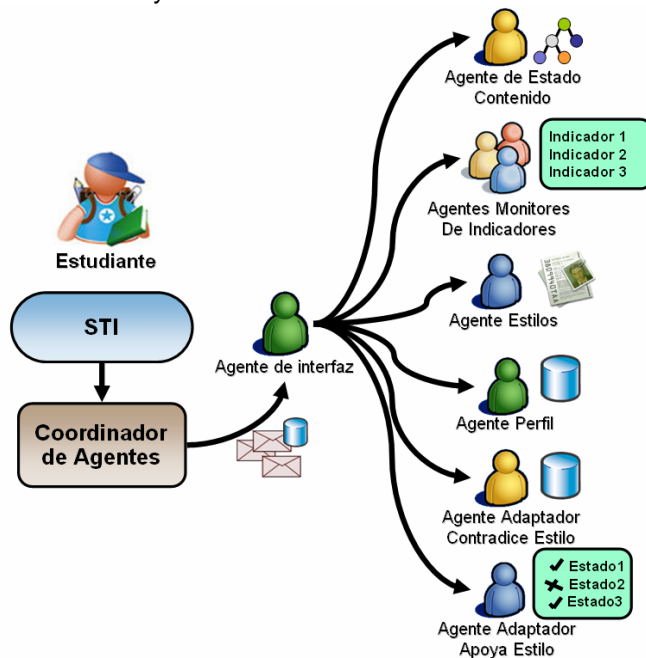


Figura 16. Estructura organizativa de la sociedad Multiagente

Luego de tener una vista global de la arquitectura del sistema multiagente, se analiza en detalle la arquitectura interna de cada agente para ello se retoma la definición de agente adoptada [WOD95], evidenciando que los agentes construidos presentan:

- **Reactividad:** Se instancian debido a un suceso ocurrido en el STI y cuando cumplen el objetivo para el que fueron creados se destruyen evitando consumir recursos innecesarios.
- **Deliberación:** Poseen un mecanismo tipo autómata celular que permite resolver que acciones o caminos tomar para un determinado comportamiento.
- **Sociabilidad:** Se comunican con otros agentes a través de mensajería, realizando tareas de forma cooperativa.
- **Autonomía:** Presentan comportamiento periódicos, después de ser inicializados con un comportamiento objetivo.
- **Nociones mentales:** Mantienen conocimiento acerca del perfil del estudiante lo cual les permite poseer planes para lograr los objetivos propuestos.

En la Figura 17 se visualiza como cada una de estas características son implementadas, la reactividad se evidencia cuando el agente mediante uno de sus comportamientos detecta un cambio en el conjunto de estados que ha percibido del ambiente y reacciona para llevar a cabo una tarea específica, la deliberación se implementa cuando un mensaje es enviado al agente, este se procesa para determinar cual debe ser el comportamiento que debe atender esta solicitud, la autonomía se realiza a través de un conjunto de comportamientos periódicos que pueden ser adicionados al agente, las nociones mentales se evidencian a través de un conjunto de estados propios de cada agente, esta característica puede o no ser adicionada dependiendo de las necesidades del agente.

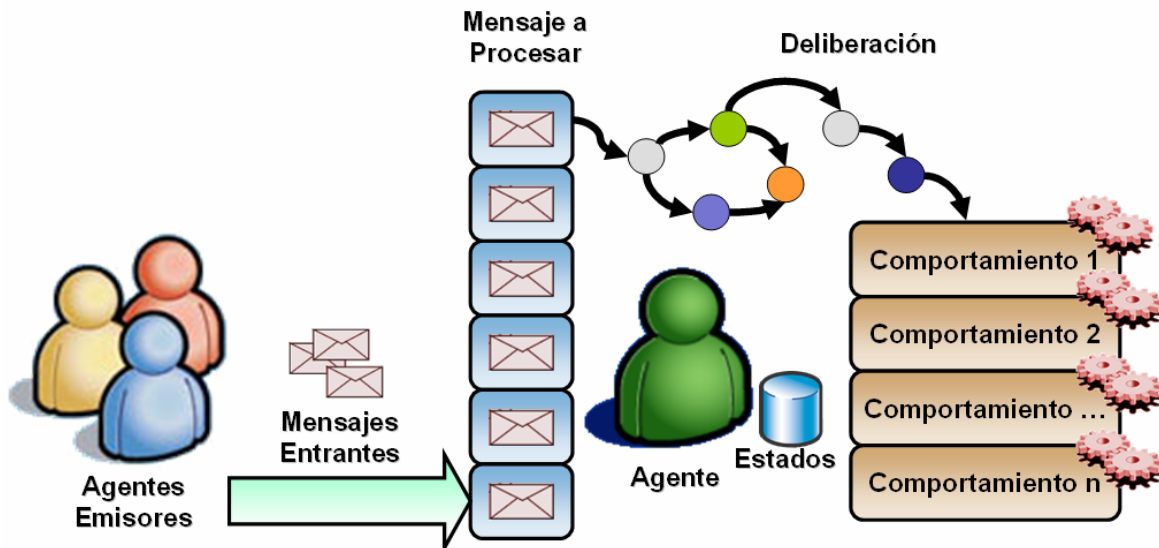


Figura 17. Arquitectura Interna del Agente



CAPITULO IV

ETAPA DE ANÁLISIS

En la etapa de análisis se plantea el problema y sus requerimientos, no la manera de definir una solución. Dado que el éxito del desarrollo del software se basa en la comprensión del problema – el Qué -.

La tarea del análisis de requerimientos es un proceso de descubrimiento, refinamiento, modelado y especificación. Se refina en detalle el ámbito del software, inicialmente establecido por el ingeniero de sistemas y durante la planificación temporal del proyecto de software. Se crean modelos de los requisitos de datos, flujo de información y control, y del comportamiento operativo. Se analizan soluciones alternativas y se asignan a diferentes elementos del software. [PRE97].

Antes de llevar a cabo las actividades de la fase de análisis dentro de un ciclo de desarrollo, se realiza la definición de los requerimientos.

4.1 CAPTURA DE REQUERIMIENTOS

Teniendo en cuenta que el software a desarrollar se centrará en el proceso de enseñanza en la modalidad de educación en línea, se destacan los siguientes requerimientos que presta el sistema clasificándolos en cuatro categorías o niveles.

4.1.1 Cliente – Estudiante

- ✓ Permitirle ingresar a la aplicación en donde encontrará la asignatura a desarrollar durante su proceso educativo.
- ✓ Permitirle consultar y modificar la información referente a sus datos personales.
- ✓ Permitirle visualizar el contenido de la asignatura de acuerdo a su perfil y la estrategia seleccionada por el STI.
- ✓ Permitirle desarrollar el curso generado por el STI de acuerdo a su estilo de aprendizaje.

4.1.2 Administrador

- ✓ Permitirle gestionar usuarios (crear, consultar y modificar).
- ✓ Permitir modificar claves de acceso de los usuarios.
- ✓ Permitir gestionar modelos y sus estilos de aprendizaje (crear, consultar, modificar y eliminar).
- ✓ Permitirle gestionar las asignaturas y cursos (crear, consultar, modificar y eliminar).



4.1.3 Profesor

- ✓ Permitirle crear la estructura de contenidos personal de la asignatura a partir de la especificación de contenidos programáticos y de la estructura de contenidos original.
- ✓ Seleccionar estrategias básicas⁹ de enseñanza y aprendizaje para la divulgación de contenidos de un curso en línea.
- ✓ Escoger las actividades a monitorear en los estudiantes, a través de los tipos de actividad y de la selección de un conjunto adecuado de indicadores predefinidos en la herramienta.

4.1.4 Sistema

- ✓ Analizar el *tipo de usuario* que va a usar el sistema.
- ✓ Adaptar la estructura de la asignatura y sus contenidos por medio de objetos de aprendizaje basados en la información del perfil de cada estudiante.
 - Facilitar la adquisición de conocimiento referente a las características propias de la asignatura: contenidos, actividades y nivel de desempeño.
 - Especificar las *acciones* que la interfaz debe soportar con el fin de cumplir con los objetivos del usuario.
- ✓ Crear la estructura de presentación adaptativa/personalizada de la asignatura a partir de la especificación de contenidos e información del perfil del estudiante.
- ✓ Visualizar la presentación de contenidos personalizada.
- ✓ Realizar un monitoreo constante del desempeño del estudiante durante el desarrollo de la asignatura a través de los agentes inteligentes, retroalimentando el perfil del estudiante.
 - Utilizar las *estrategias básicas de enseñanza-aprendizaje* por las cuales el estudiante alcanzará sus metas.
 - Utilizar la información referente a los estilos de aprendizaje asociados al estudiante.

4.2 CASOS DE USO

Para comprender los requerimientos del sistema es necesario realizar un análisis sobre los escenarios en los que se construye la aplicación y también las acciones que conllevan a procesos y/o actividades, así como quién las realiza.

En el desarrollo del presente trabajo de grado identificamos los siguientes actores y escenarios, como esenciales para el desarrollo de software.

4.2.1 Actores

- **Administrador:** Persona que tiene el privilegio para entrar, gestionar y salir de la herramienta.
- **Estudiante:** Persona que únicamente entra a la aplicación a realizar su proceso educativo por medio del desarrollo de la asignatura a través de presentación de contenidos personalizados.
- **Profesor:** Persona que tiene a su cargo la gestión de los contenidos de la asignatura, la selección del modelo de aprendizaje, estrategias de enseñanza y actividades a monitorear durante el desarrollo de la asignatura.

⁹ Se refiere a secuenciación de contenidos, teniendo en cuenta elementos conceptuales, instruccionales, didácticos y además el perfil del estudiante en el sistema de educación en línea.

4.2.2 Escenarios

Representan cada uno de los casos de uso planteados, aportando una descripción acerca de cómo será usado el sistema.

4.2.3 Funciones Básicas

Las funciones básicas expresan lo que el sistema tendrá que hacer. Algunas de las funciones más sobresalientes para el funcionamiento del módulo STI apoyado en agentes, se presenta en la Tabla 14:

Ref No. 1	Función	Categoría
R1.1	Gestionar usuarios (crear, consultar y modificar).	Evidente
R1.2	Gestionar modelos y sus estilos de aprendizaje (crear, consultar, modificar y eliminar).	Evidente
R1.3	Crear la estructura de presentación adaptativa/personalizada de la asignatura a partir de la especificación de contenidos e información del perfil del estudiante.	Oculto
R1.4	Gestionar el conjunto de indicadores que utilizará el agente para monitorear el desarrollo del contenido de la asignatura por parte del estudiante.	Evidente
R1.5	Definir <i>estrategias básicas de enseñanza-aprendizaje</i> por las cuales el estudiante alcanzará sus metas.	Evidente
R1.6	Analizar el <i>tipo de usuario</i> que va a usar el sistema.	Oculto
R1.7	Adaptar la estructura de la asignatura y sus contenidos por medio de objetos de aprendizaje basados en la información del perfil de cada estudiante.	Evidente
R1.8	Realizar un monitoreo constante del desempeño del estudiante durante el desarrollo del contenido de la asignatura a través de los agentes inteligentes, retroalimentando el perfil del estudiante.	Evidente

Tabla 14. Funciones básicas

4.3 DIAGRAMA GENERAL DE CASOS DE USO

Se presentan los casos de uso generales realizados por cada uno de los actores identificados para el presente proyecto. (Ver Figura 18, Figura 19 y Figura 20).

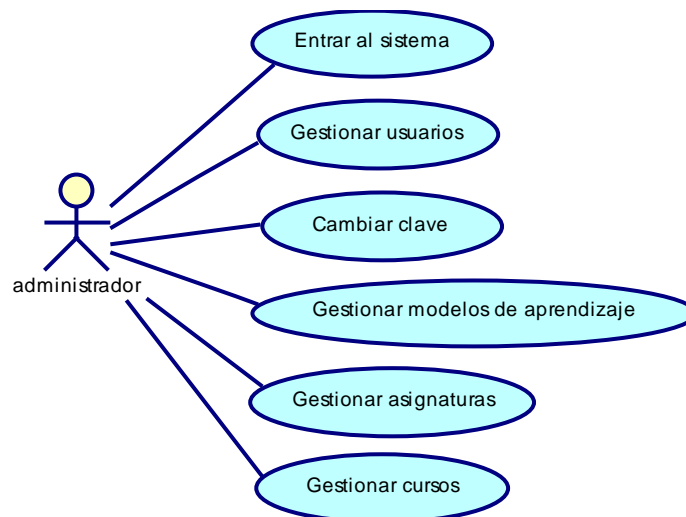


Figura 18. Diagrama de casos de uso del Administrador



Figura 19. Diagrama de casos de uso del Profesor

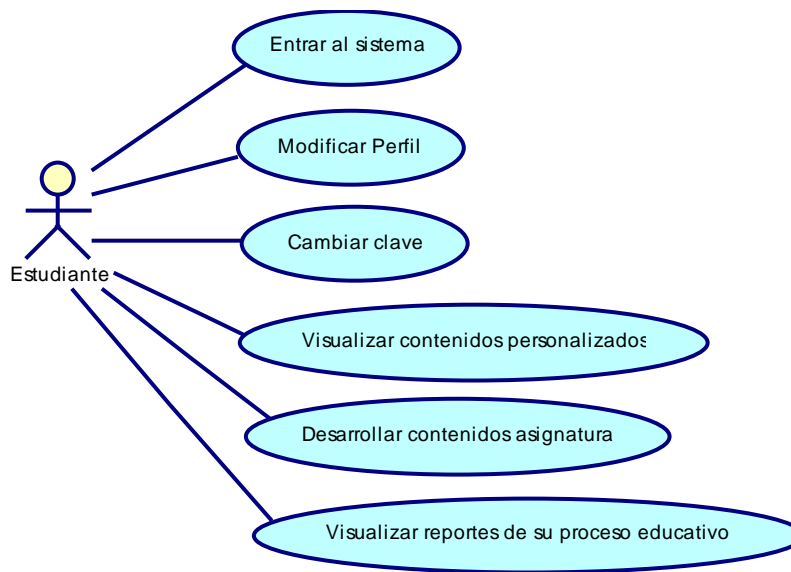


Figura 20. Diagrama de casos de uso del Estudiante

A continuación se describen los casos de uso más importantes para el STI durante la etapa de análisis, los demás casos de uso se encuentran detallados en el Anexo A.

4.3.1 Caso de uso: Entrar al Sistema

Este caso de uso le permite al usuario ingresar a la aplicación especificada según su rol (administrador, profesor, estudiante, directivo). El análisis de este caso de uso es el siguiente: (ver Tabla 15).

ANÁLISIS CASO DE USO ENTRAR AL SISTEMA	
Descripción:	Este caso de uso comienza cuando el sistema verifica que el usuario está registrado en el sistema. Para tal fin el usuario se registra con un nombre de usuario y una clave o contraseña y el sistema verifica que el usuario se haya registrado previamente.
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario ingresa su nombre de usuario y clave.	2. El sistema recibe los datos y comprueba la validez de los mismos.
	3. Si el usuario está registrado, el sistema crea una sesión y visualiza la interfaz principal de la aplicación de acuerdo a su rol de usuario.
DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL SISTEMA DEL CASO DE USO ENTRAR AL SISTEMA	
Descripción	El usuario envía los datos para Entrar al sistema y el sistema valida los datos, crea una sesión y le presenta la interfaz principal de su aplicación.
<pre> sequenceDiagram actor Usuario participant UseCase as <<Caso de uso>> Entrar al Sistema Usuario->>UseCase: 1: Entrar al sistema(nombre de usuario, clave) UseCase->>UseCase: 2: Validar Datos(nombre de usuario, clave) UseCase-->>Usuario: 3: Interfaz de la Aplicación </pre>	
MODELO CONCEPTUAL DEL CASO DE USO LOGIN	
Descripción	En este modelo, el controlador del caso de uso recibe de la interfaz el nombre y clave del usuario. El controlador utiliza la entidad Usuarios para consultar si el usuario está registrado en la base de datos del sistema. Si es así, crea una sesión para ese usuario y finalmente presenta la interfaz principal de la aplicación dependiendo de su rol de usuario.
<pre> classDiagram class Conexion["<<Interfaz>> Conexion"] class Controlador["<<Controlador>> Controlador de Eventos"] class Session["<<Entiy>> Session"] class Usuarios["<<Entiy>> Usuarios"] Conexion ..> Controlador : <<depende>> Controlador -- Session : <<crea>> Controlador -- Usuarios : <<consulta>> </pre>	

Tabla 15. Análisis del caso de uso Entrar al Sistema

4.3.2 Caso de uso: Gestionar Modelos de Aprendizaje

El diagrama de caso de uso general, planteado a continuación (Tabla 16), presenta la gestión de toda la información asociada a los modelos de aprendizaje, como lo es: sus estilos, los cuestionarios elaborados para cada modelo con sus preguntas y respuestas. Este caso de uso invoca al caso de uso Entrar al sistema.

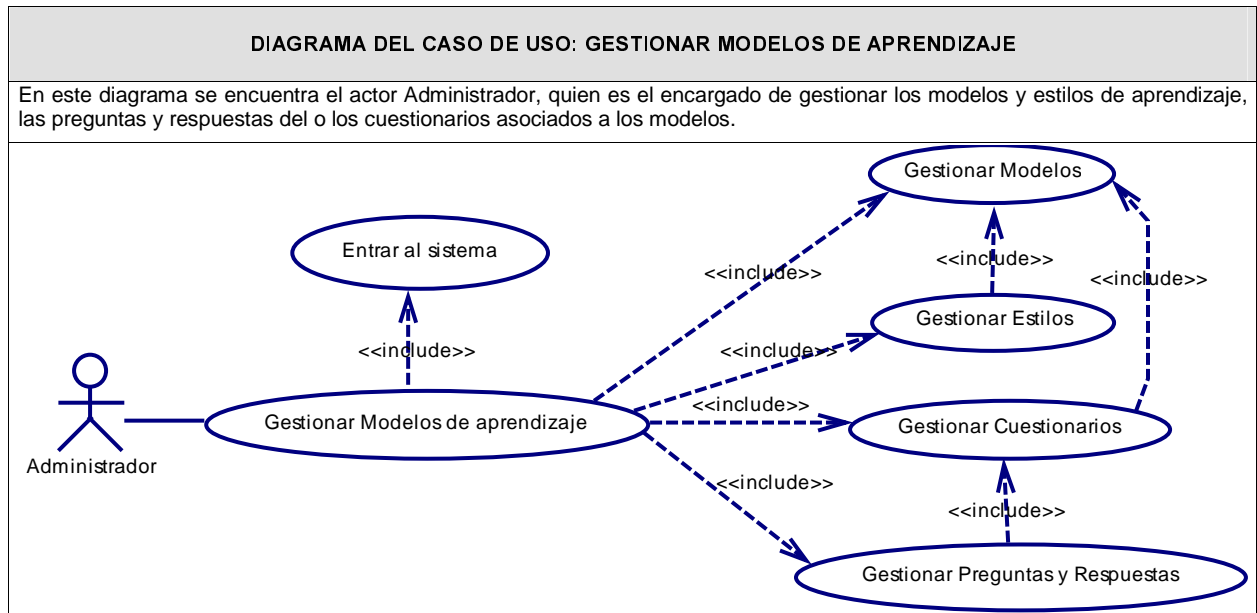


Tabla 16. Diagrama General del Caso de uso Gestionar Modelos de Aprendizaje

El análisis de cada uno de los casos de uso que conforman el caso de uso general se encuentra en el Anexo A.

4.3.3 Caso de uso: Armar estructura de contenidos personal

Este caso de uso le permite al profesor establecer la estructura de contenidos personal de la asignatura a orientar, a partir de la estructura de contenidos original (Tabla 17). El análisis de este caso de uso es el siguiente:

FORMATO CASO DE USO ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL	
Actores	
<ul style="list-style-type: none"> Profesor (Iniciador) 	
Este caso de uso comienza cuando el profesor invoca al caso de uso Entrar al sistema, con el fin de armar la estructura de contenidos a seguir durante el desarrollo del curso a orientar dentro del STI. El sistema presenta la estructura de contenidos original, de la cual el profesor realiza una copia para establecer su propia estructura de contenidos. Este caso de uso finaliza cuando el profesor: abandona el proceso, cierra la sesión o cierra la aplicación.	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El profesor decide armar la estructura de contenidos a desarrollar dentro de su curso.	2. El sistema redirecciona al profesor a la interfaz de conexión.
3. El profesor utiliza el caso de uso Entrar al sistema.	4. El sistema presenta las asignaturas y cursos que orienta el profesor.
5. El profesor escoge la asignatura y curso de la cual quiere armar la estructura de contenidos.	6. El sistema visualiza la estructura de contenidos original.
7. El profesor hace una copia de la estructura de contenidos original y realiza sobre dicha copia sus modificaciones, estas pueden ser a nivel actividades, recursos, modos de secuenciación, reglas de secuenciación y reglas rollup.	8. El sistema almacena la estructura de contenidos personalizada por el profesor para dicha asignatura y curso.
DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL SISTEMA DEL CASO DE USO ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL	
Este diagrama muestra todo el proceso necesario que debe hacer el actor profesor para armar la estructura de contenidos personal de la asignatura y curso ha orientar, este proceso le permite establecer al profesor a partir de una estructura de contenidos original o predefinida para la asignatura, la estructura de contenidos que quiere orientar en su curso definiendo la manera como se presentarán y secuenciarán los temas.	

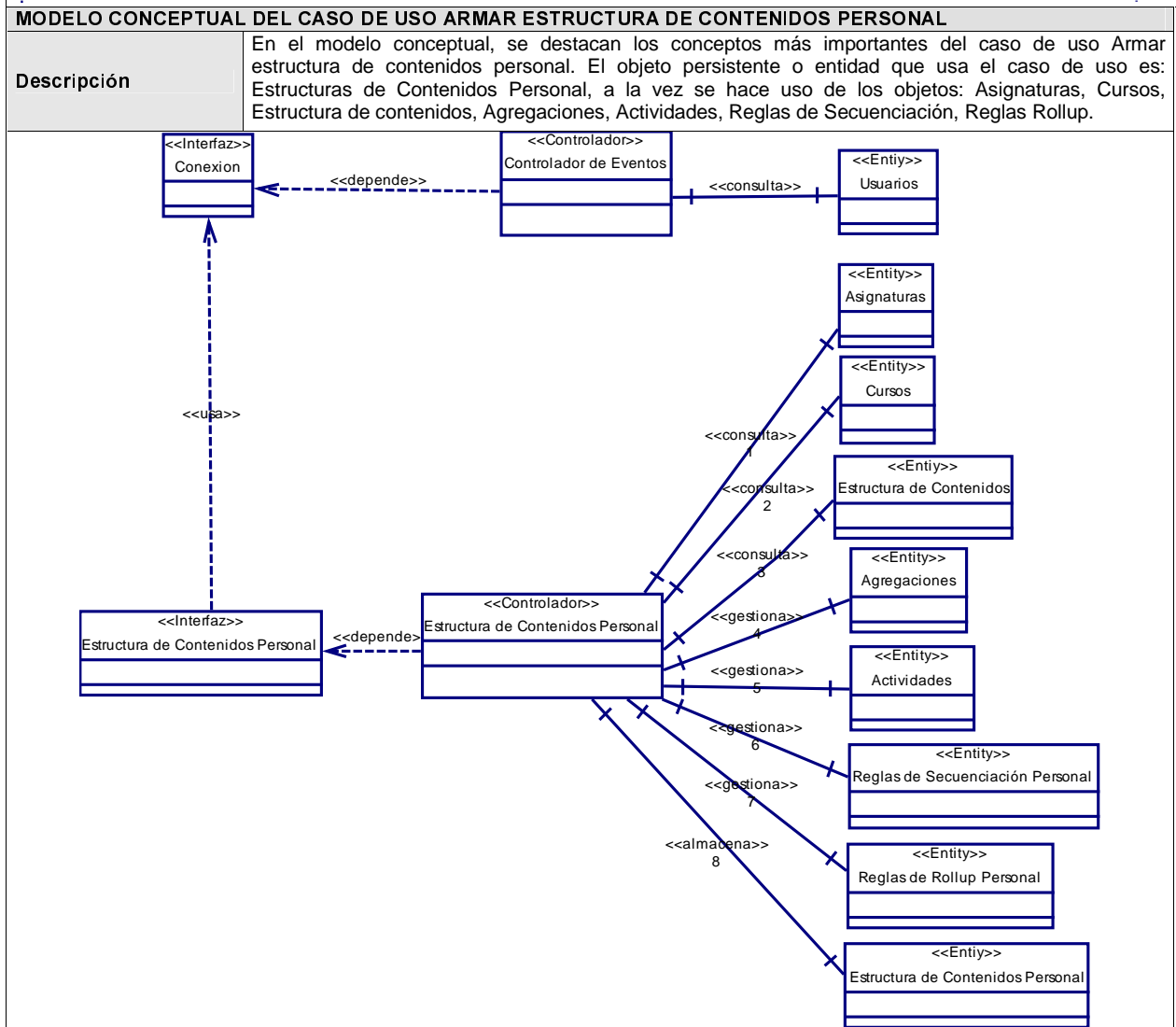
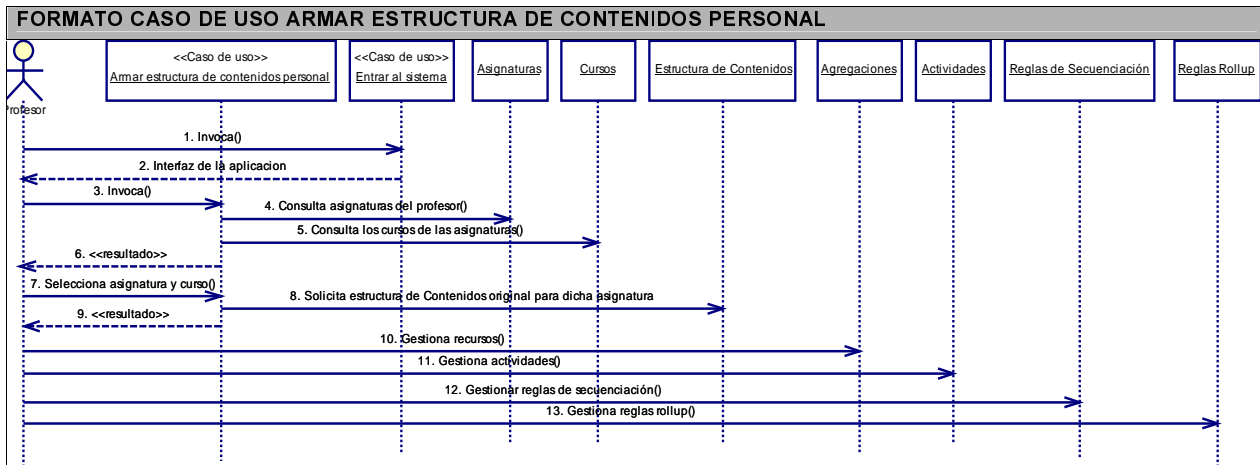


Tabla 17. Análisis del caso de uso Armar estructura de contenidos personal



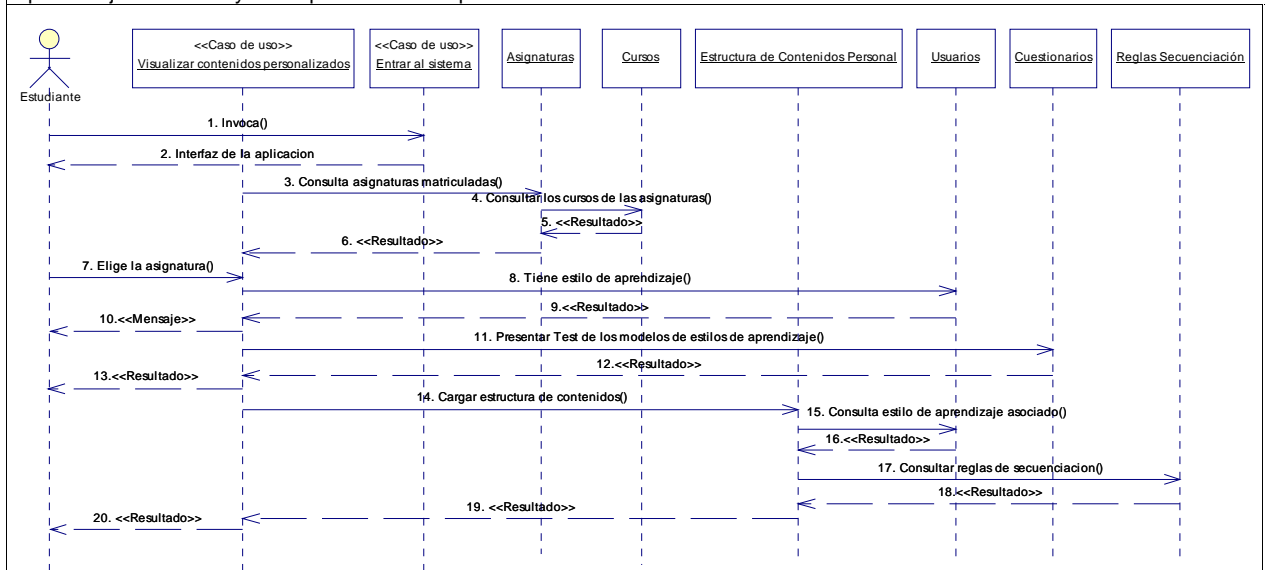
4.3.4 Caso de uso: Visualizar contenidos personalizados

Este caso de uso le permite al estudiante visualizar la estructura de contenidos personalizada según la información que tiene el sistema hasta el momento de su ritmo de aprendizaje y su forma de percibir, procesar y analizar la información, logrando una presentación personalizada del contenido de un curso de una asignatura específica (Tabla 18) . El análisis de este caso de uso es el siguiente:

FORMATO CASO DE USO VISUALIZAR CONTENIDOS PERSONALIZADOS	
Actores	
<ul style="list-style-type: none"> Estudiante (Iniciador) 	
Este caso de uso comienza cuando el estudiante invoca al caso de uso Entrar al sistema, con el fin de visualizar los contenidos de la asignatura a aprender. El sistema presenta la estructura de contenidos personal asociada a dicha asignatura, por medio de una estructura de contenidos personalizada de acuerdo al estudiante de aprendizaje predominante. Este caso de uso finaliza cuando el estudiante: abandona el proceso, cierra la sesión o cierra la aplicación.	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El estudiante decide visualizar los contenidos de una asignatura específica.	2. El sistema redirecciona al estudiante a la interfaz de conexión.
3. El estudiante utiliza el caso de uso Entrar al sistema .	4. El sistema presenta la información de las asignaturas matriculadas por el estudiante.
5. El estudiante elige la asignatura a cursar.	6. Cuando el estudiante cursa por primera vez la asignatura el sistema realiza el test de los modelos de estilos de aprendizaje, con el fin de clasificar y establecer los estilos de aprendizaje asociados al estudiante.
	7. Una vez que el estudiante cuenta con estilos de aprendizaje asociados, el sistema visualiza la estructura de contenidos establecido para dicho estudiante, utilizando el del caso de uso Armar estructura de contenidos personal.
8. El estudiante visualiza la estructura de contenidos adaptada según su estilo de aprendizaje y las estrategias de aprendizaje básicas predefinidas.	

DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL SISTEMA DEL CASO DE USO VISUALIZAR CONTENIDOS PERSONALIZADOS

Este diagrama muestra todo el proceso necesario que debe hacer el actor estudiante para visualizar la presentación de contenidos adaptada a su estilo de aprendizaje asociado predominante. Dicho proceso abarca la definición y/o clasificación de sus estilos de aprendizaje asociados y la adaptatividad de la presentación de los contenidos con base en la información anterior.



MODELO CONCEPTUAL DEL CASO DE USO VISUALIZAR CONTENIDOS PERSONALIZADOS

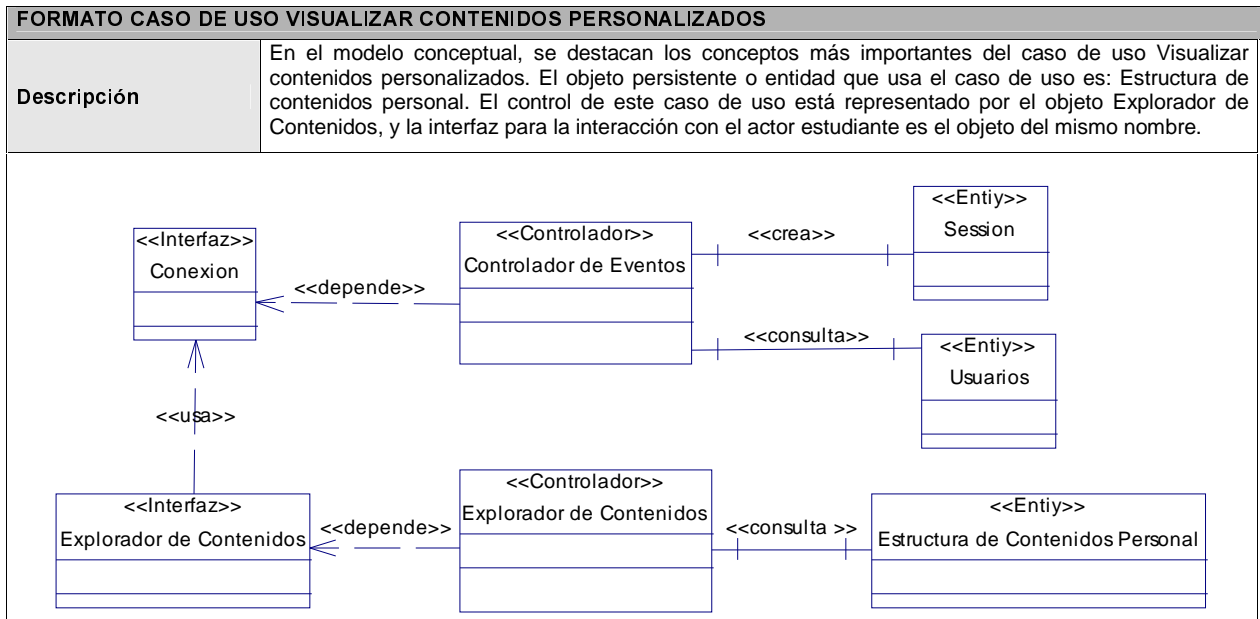


Tabla 18. Análisis del caso de uso Visualizar contenidos personalizados

4.4 MODELO LÓGICO DE DATOS

A partir del modelo conceptual que explica los conceptos significativos en un dominio del problema, de los requisitos de los procesos y del entorno, se construye el modelo lógico de datos.

A continuación se presentan los modelos relacionales más importantes para el STI apoyado en agentes, los otros modelos se encuentran en el Anexo A.

4.4.1 Modelo Relacional que gestiona la entrada al sistema

En la Tabla 19 se presenta el análisis del modelo relacional que se ha construido como forma de persistencia para el caso de uso Entrar al sistema.

MODELO RELACIONAL QUE GESTIONA LA ENTRADA AL SISTEMA
De los conceptos que están presentes en la gestión de la entrada al sistema, encontramos:
<ul style="list-style-type: none"> • Usuario: representa a las personas que interactúan con el sistema. • Tipos de identificación: representa los tipos de identificación del usuario como ciudadano. • Localidades: representa la información de los lugares de residencia, procedencia o nacimiento de un usuario. • Tipos de Localidades: permite clasificar las localidades, según la división política. • Roles: describe los papeles que puede tener las personas dentro de la aplicación (administrador, estudiante, profesor y directivo). • Aplicaciones: representa la herramienta a la cual accede el usuario de acuerdo a su rol. • Registro de conexiones: almacena la información de acceso al sistema por parte de los usuarios. • Tipos de salida: permite establecer el tipo de salida del usuario en el sistema.
En este modelo los conceptos se representan como entidades, a los cuales se les asigna un identificador único o clave primaria, identificadas con el atributo <PI>, el tipo de dato y tamaño, y su obligatoriedad o ausencia de ella. Las relaciones se interpretan así: un usuario tiene asociado uno o varios roles (administrador, profesor, estudiante, directivo), los cuales están asociados a las aplicaciones, que son las que determinan que interfaz se presenta al usuario. Al registrarse el usuario se almacena su tipo de identificación, sus lugares de nacimiento, procedencia y residencia y el tipo de localidad de estos lugares. Además cuando el usuario entra al sistema, se realiza un registro de dicha conexión.

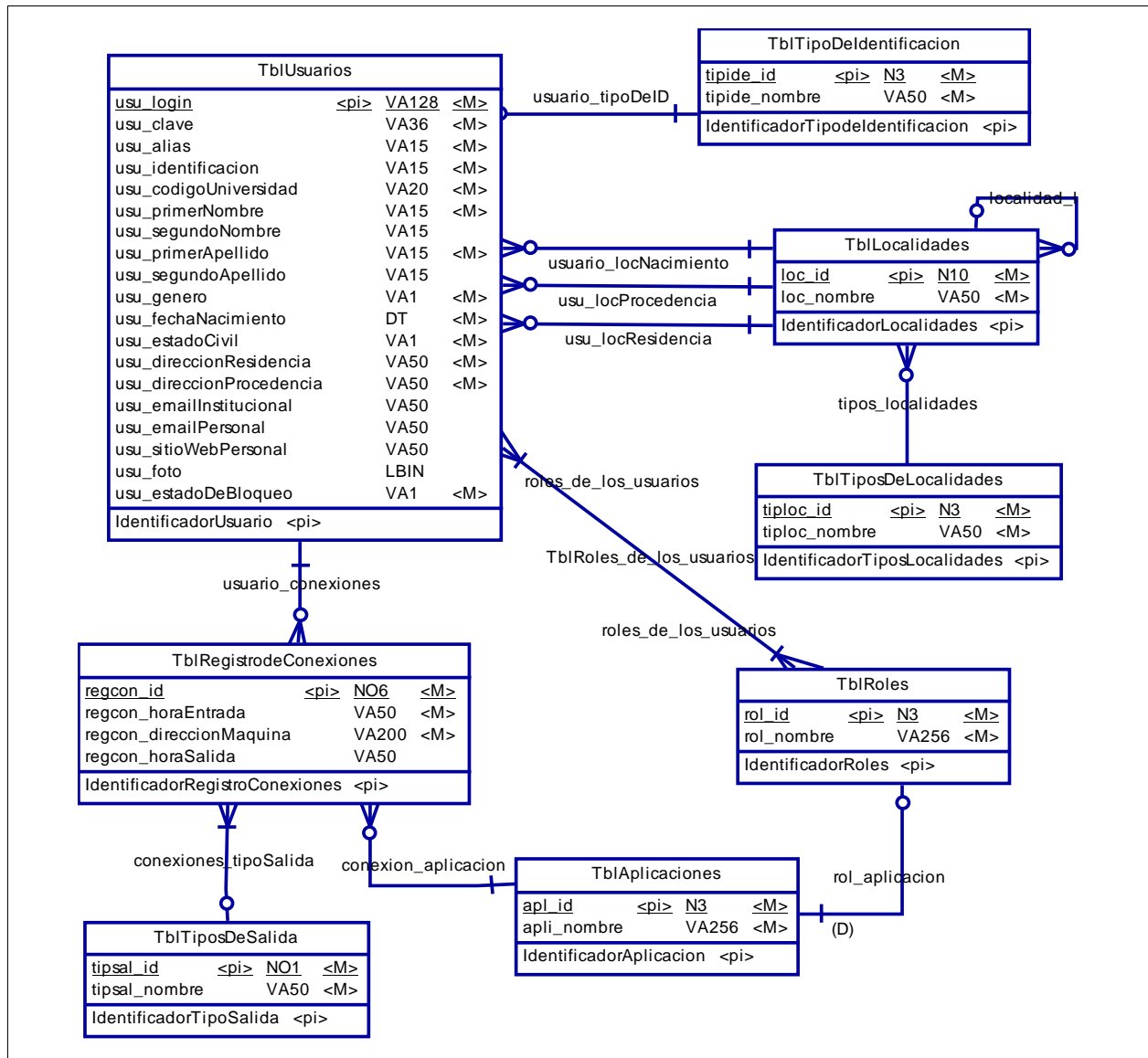


Tabla 19. Modelo Relacional que gestiona la entrada al sistema

4.4.2 Modelo Relacional que gestiona los modelos de aprendizaje

En la Tabla 20 se presenta el análisis del modelo relacional que se ha construido como forma de persistencia para el caso de uso Gestionar Modelos de Aprendizaje.

MODELO RELACIONAL QUE GESTIONA LOS MODELOS DE APRENDIZAJE

Los conceptos utilizados para gestionar los modelos de aprendizaje, son:

- **Modelos de aprendizaje:** representan las diversas teorías que buscan explicar el comportamiento humano frente al aprendizaje.
- **Estilos de aprendizaje:** representan los distintos rasgos cognitivos que permiten conocer la conducta de estudiante durante su aprendizaje.
- **Cuestionarios** representan los distintos instrumentos creados para utilizar los modelos de aprendizaje y sus estilos.

- **Preguntas:** representa datos a evaluar dentro del cuestionario.
- **Respuestas:** representa la información a seleccionar de acuerdo a las preguntas.

Estos conceptos se transforman en entidades, a cuales se les asigna un identificador único o clave primaria, identificadas con el atributo <PI>, el tipo de dato y tamaño, y su obligatoriedad o ausencia de ella. Las relaciones entre las entidades, se establecen así: los modelos de aprendizaje tienen asociados uno o varios estilos. Los estilos pertenecen a un solo modelo, el cual puede tener uno o varios cuestionarios, conformados por varias preguntas y sus respuestas, las cuales a la vez se asocian con un único estilo de aprendizaje.

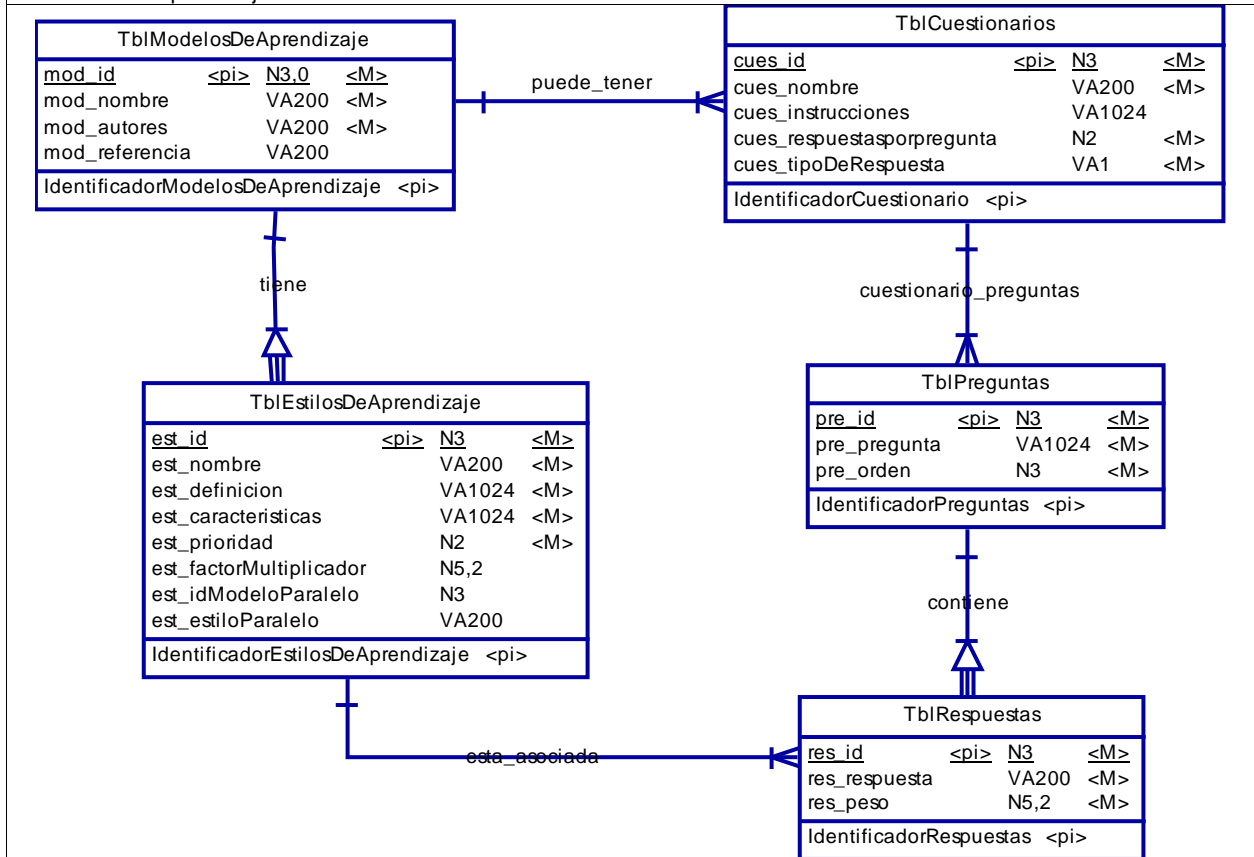


Tabla 20. Modelo Relacional que gestiona los modelos de aprendizaje

4.4.3 Modelo Relacional que gestiona la personalización de la estructura de contenidos

En la Figura 21 se presenta el análisis del modelo relacional que se ha construido como forma de persistencia para los casos de uso Armar estructura de contenidos personal, seleccionar estrategias de enseñanza-aprendizaje, visualizar contenidos personalizados y desarrollar curso.

MODELO RELACIONAL QUE GESTIONA LA PERSONALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTENIDOS

Los conceptos involucrados dentro de este modelo son:

- **Asignaturas:** Representa las materias o temáticas que se enseñarán al estudiante.
- **Cursos:** Representa los grupos establecidos para las asignaturas.
- **Estructuras de Contenidos:** Representa la información original referente a la temática del curso.
- **Estructuras de Contenidos Personal:** Igual a la estructura de contenidos, con la diferencia que la temática contiene los temas específicos que el profesor quiere desarrollar durante el curso.



- **Estados Actividad Estudiante** Registra el desempeño que tiene el estudiante durante su proceso educativo a través de la estructura de contenidos personal.
- **Reglas de Secuenciación:** Son reglas que facilitan la presentación adaptativa a través de la forma en que se ordenan los contenidos de acuerdo a algún criterio, que dependerá de la meta y otras características del estudiante.
- **Reglas Rollup:** Reglas que permiten establecer el estado de un contenido de la estructura de contenidos a partir del estado de sus actividades hijas afectadas.
- **Acciones:** Representan las acciones que tienen las reglas de secuenciación.
- **Reglas de Secuenciación personal:** Igual a las reglas de secuenciación, con la diferencia que se establecen sobre la estructura de contenidos personal.
- **Reglas Rollup Personal:** Equivalente a las reglas rollup, pero estas se utilizan con la estructura de contenidos personal.
- **Tipos de Regla:** Representan las categorías en las cuales se pueden clasificar las reglas de secuenciación.
- **Agregaciones:** Representan los temas principales dentro de cada una de las estructuras de contenidos.
- **Actividades:** Representan las unidades de instrucción significantes de los temas por medio de las cuales se presenta al estudiante la información de cada uno de los temas a desarrollar, dado que las actividades facilitan la utilización de recursos.
- **Objetivos:** Representan los propósitos o metas que se buscan cumplir y/o lograr a través del desarrollo del contenido del curso.
- **Recursos:** Representan los elementos por los cuales se presentan y explican los contenidos, estos pueden ser representaciones electrónicas de texto, imágenes, vídeos, entre otros.

Este modelo tiene entidades, a las cuales se les asigna un identificador único o clave primaria, identificadas con el atributo <PI>, el tipo de dato y tamaño, y su obligatoriedad o ausencia de ella.

La estructura de contenidos personal la establece cada profesor mediante la copia que realice a la estructura de contenidos original que presenta los contenidos del curso a orientar. La estructura de contenidos personal tiene una relación de uno a mucho con Agregaciones (quien representa los contenidos padres). Estructura de contenidos personal también tiene una asociación de uno a muchos con Actividades, que representa las actividades hojas y se relacionan con recursos que almacena información de los objetos de contenido. Además se establece una relación de uno a muchos entre objetivos y estructura de contenidos personal para conocer los objetivos conceptuales que se pretenden cumplir en el proceso educativo.

La estructura de contenidos personal tiene una relación de cero a muchos consigo misma, lo que permite armar una estructura jerárquica.

Cada estructura de contenido personal pueden estar relacionada con cero o una regla rollup, a la vez una regla rollup solo se relaciona con una estructura de contenido personal.

Las reglas de secuenciación personal pertenecen a un tipo de regla y asocian una acción. Una regla de secuenciación esta asociado a una estructura de contenidos, pero una estructura de contenidos puede asociarse a una o muchas reglas de secuenciación.

La asociación Estados actividad estudiante, permite registrar el desempeño que tiene el usuario-estudiante en el desarrollo del curso a través de la presentación de la estructura de contenidos personal. Por medio de la asociación Estilos de Aprendizaje asociados se tiene la información necesaria para conocer el ritmo de aprendizaje del estudiante y lograr la personalización de contenidos de acuerdo a su estilo de aprendizaje y a las estrategias de aprendizaje seleccionadas para las asignaturas y cursos matriculados por el estudiante.

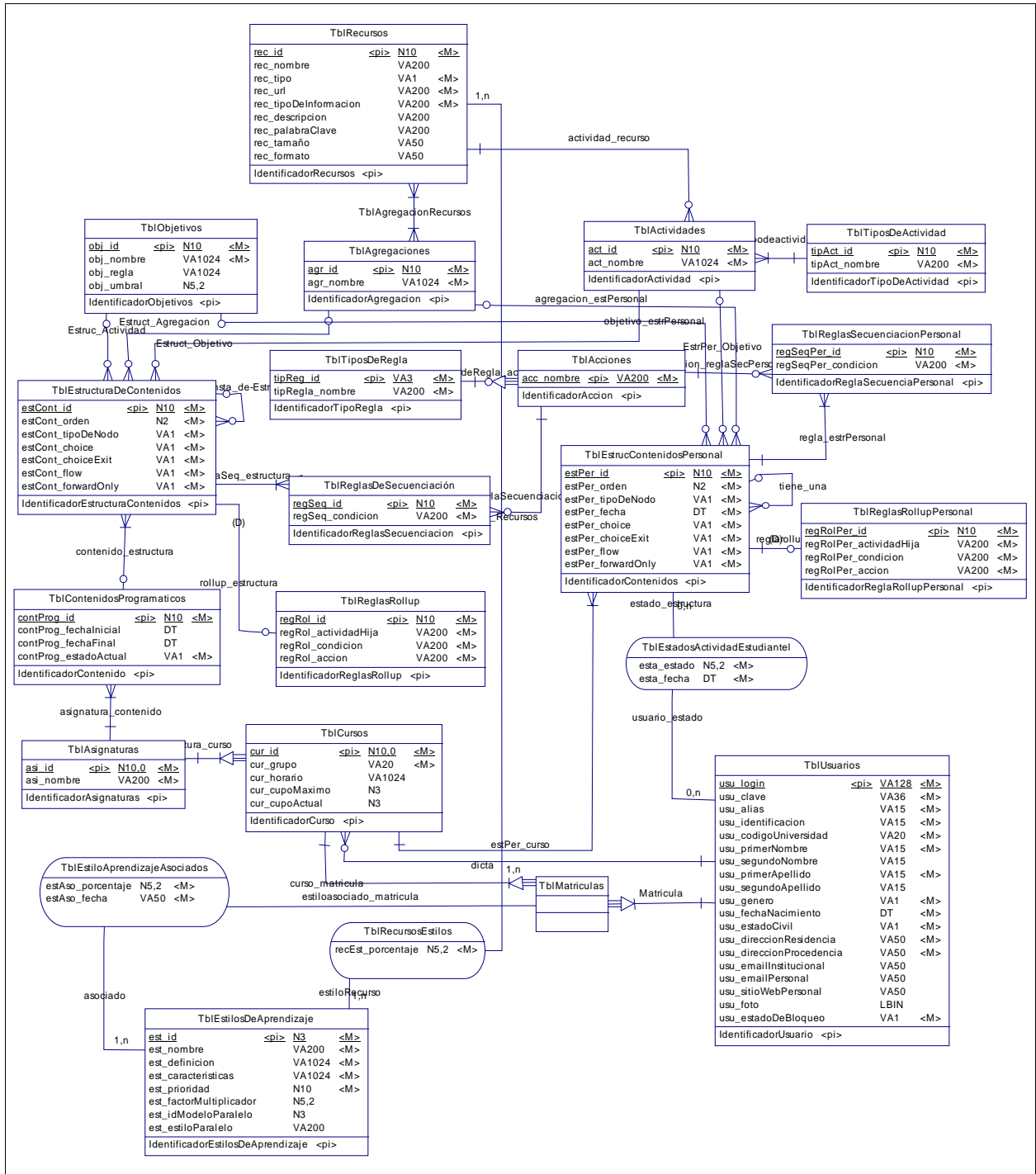


Tabla 21. Modelo Relacional que gestiona la personalización de la estructura de contenidos



4.5 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE AGENTES

En la etapa de análisis del sistema de agentes se utilizó la metodología MAS-CommonKADS debido a que esta utiliza las técnicas de las metodologías orientadas a objetos, permite modelar sistemas basados en conocimiento y considerara al agente como un proceso de adquisición de conocimiento, brindando los elementos necesarios para conseguir un sistema adaptado a las necesidades del estudiante.

A continuación se presentan las fases de desarrollo de la metodología.

4.5.1 Conceptualización

El módulo del STI apoyado en agentes inteligentes a busca como objetivo principal ofrecer la adaptatividad de la presentación de los contenidos del curso a los estudiantes de forma individual, para lo cual el sistema obtiene y establece la forma como preferiblemente aprende el estudiante a partir del uso de los modelos y estilos de aprendizaje, los cuales permiten establecer en los estudiantes estilos de aprendizaje asociados entre los cuales existirá un estilo de aprendizaje predominante en el estudiante.

4.5.1.1 Identificación y descripción de los actores

En este dominio se puede identificar varios actores que interaccionan con el sistema: los usuarios (estudiantes/profesores/directivos/administradores) que acceden al sistema. En este caso el único actor que interactúa con la sociedad de agente es el estudiante. (Ver Tabla 22).

Actor	Descripción
Profesor	Profesor del curso en línea, que interacciona con el sistema a través de la definición de estrategias básicas de Enseñanza y Aprendizaje para la divulgación de contenidos de un curso en línea y la elección de las actividades a monitorear en los estudiantes, a través de la selección de un conjunto adecuado de indicadores predefinidos en la herramienta.
Estudiante	Usuario del curso en línea, visualiza los contenidos de acuerdo a su perfil y la estrategia seleccionada por el Sistema Tutor Inteligente - STI, para el desarrollo del respectivo curso.
Directivo	Administra los elementos instruccionales correspondientes a las asignaturas del sistema.
Administrador	Administra todos los apartados del sistema

Tabla 22. Identificación de actores activos en el sistema

4.5.1.2 Identificación y descripción de los casos de uso

Se identifican los casos de uso del estudiante que hacen parte del sistema mutiagente, para posteriormente identificar los agentes involucrados en el proceso, en la Figura 21 se puede apreciar que los casos de uso **Visualizar Contenidos Personalizados** y **Desarrollar Contenidos Asignatura**, hacen parte del sistema de agentes.

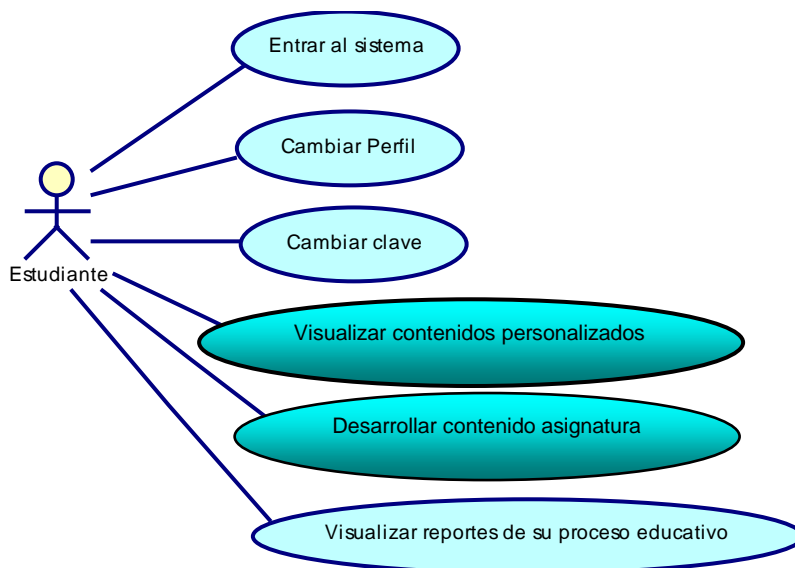


Figura 21. Casos de uso del Estudiante que hacen parte del Sistema de Agentes

CASO DE USO: VISUALIZAR CONTENIDOS PERSONALIZADOS	
Actores	
Estudiante (Iniciador)	
Este caso de uso comienza cuando el estudiante selecciona la asignatura que desea visualizar. El sistema presenta al estudiante la estructura de contenidos personalizada que construyo utilizando el estilo de aprendizaje predominante en el perfil del estudiante. Este caso de uso finaliza cuando el estudiante: abandona el proceso o termina la sesión.	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El estudiante decide visualizar los contenidos de un curso específico.	2. El sistema presenta las asignaturas matriculadas.
3. El estudiante selecciona la asignatura.	4. El sistema arma la estructura de contenidos personalizada para el estudiante y monitorea las acciones del estudiante en el sistema con el fin de realimentar el perfil.
5. El estudiante visualiza la estructura de contenidos adaptada según su estilo de aprendizaje y las estrategias de aprendizaje básicas predefinidas.	

Tabla 23. Caso de uso Visualizar contenidos personalizados – Sistema de Agentes

CASO DE USO: DESARROLLAR CONTENIDOS ASIGNATURA	
Actores	
Estudiante (Iniciador)	
Este caso de uso comienza cuando el estudiante selecciona una actividad dentro la estructura de contenidos de una asignatura. El sistema busca recursos relacionados con el estilo de aprendizaje predominante en el perfil del estudiante. Este caso de uso se repite cuando el estudiante selecciona otra actividad a desarrollar y termina cuando el estudiante abandona el proceso o termina la sesión	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El estudiante decide desarrollar los contenidos o actividades de una estructura de contenidos perteneciente a una asignatura.	2. El sistema busca recursos relacionados con el tema y que se adapten al perfil del estudiante.
3. El estudiante visualiza el recurso.	4. El sistema monitorea las acciones del estudiante en el sistema con el fin de realimentar el perfil.

Tabla 24. Caso de uso Desarrollar contenidos personalizados – Sistema de Agentes

4.5.2 Modelo de Agente

El propósito del modelo de agente es describir los agentes que participan en la resolución del problema, las capacidades de estos y la repercusión del sistema en los agentes humanos.

4.5.3 Modelo de Tareas

El modelo de tareas presenta la descomposición funcional del sistema, lo que permite posteriormente identificar los agentes y las áreas funcionales de la organización del sistema multiagente. En nuestro caso se toma la tarea como proceso integrado en un flujo de trabajo, tal y como se describe mediante la Figura 22.

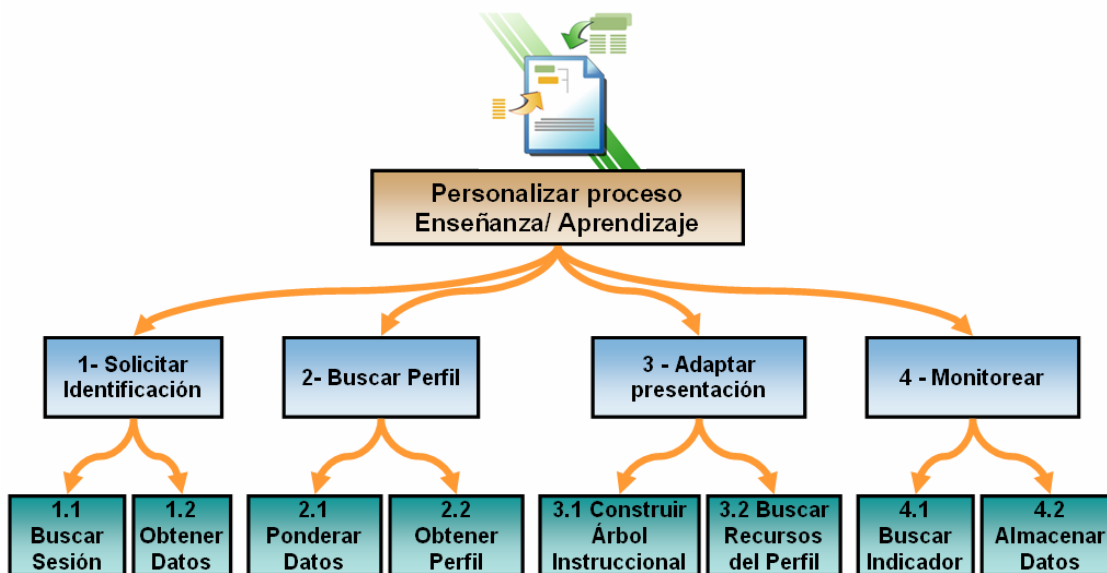


Figura 22. Modelo de Tareas – Vista gráfica.

A continuación se detallan cada una de las anteriores tareas.

Tarea	Personalización del proceso Enseñanza / Aprendizaje
Objetivo	Ofrecer una educación personalizada, centrada en el estudiante como individuo, teniendo en cuenta sus preferencias.
Descripción	En esta tarea examina los diferentes estilos de aprendizaje asociados al estudiante para obtener información relacionada con su perfil y poder realizar una clasificación del estudiante en el estilo de aprendizaje más adecuado mediante una continua retroalimentación del mismo.
Entrada	Solicitud de un contenido (nombre de la asignatura).
Salida	Curso desarrollado de acuerdo al perfil del estudiante.
Precondición	Estudiante registrado en el sistema, curso solicitado.
Supertareas	Ninguna
Subtareas	1. Solicitar Identificación, 2. Buscar Perfil, 3. Adaptar Presentación, 4. Monitorear.
Frecuencia	Cada vez que el usuario solicita un contenido.
Tipo-de-descomposición	Modular

Tabla 25. Tarea - Personalización del proceso enseñanza / aprendizaje



Tarea	1. Solicitar Identificación
Objetivo	Determinar la identidad del usuario conectado al sistema.
Descripción	Esta tarea requiere al sistema la identidad del usuario que esta realizando operaciones de enseñanza aprendizaje en el STI.
Entrada	Ninguna
Salida	Identificación del Estudiante en el sistema.
Precondición	Sesión del Estudiante en el sistema.
Supertareas	Personalización del proceso de Enseñanza / Aprendizaje
Subtareas	1.1 Buscar Session, 1.2. Obtener Datos
Frecuencia	Cada vez que el usuario realiza una operación y esta Tarea no se ha realizado.
Tipo-de-descomposición	Funcional.

Tabla 26. Tarea – Solicitar identificación

Tarea	1.1 Buscar Session
Objetivo	Obtener la session del usuario conectado al sistema.
Descripción	Esta tarea captura la session del usuario que se encuentra conectado al sistema.
Entrada	Nombre de usuario del estudiante.
Salida	Session del Estudiante en el sistema.
Precondición	Ninguna
Supertareas	Personalización del proceso de enseñanza / aprendizaje
Subtareas	Ninguna
Frecuencia	Cada vez que el usuario realiza una operación y esta tarea no se ha realizado.
Tipo-de-descomposición	Funcional.

Tabla 27. Tarea – Buscar Session

Tarea	1.2 Obtener Datos
Objetivo	Obtener la identidad del usuario conectado al sistema.
Descripción	Esta tarea captura los datos del estudiante que se encuentra conectado al sistema.
Entrada	Session del Estudiante.
Salida	Datos relacionados con el estudiante en el sistema.
Precondición	Session del estudiante en el sistema.
Supertareas	Personalización del proceso de enseñanza / aprendizaje
Subtareas	Ninguna
Frecuencia	Cada vez que el usuario realiza una operación y esta tarea no se ha realizado.
Tipo-de-descomposición	Funcional.

Tabla 28. Tarea – Obtener Datos

Tarea	2. Buscar Perfil
Objetivo	Determinar la identidad del usuario conectado al sistema.
Descripción	Esta tarea requiere al sistema la identidad del usuario que esta realizando operaciones de enseñanza aprendizaje en el STI.
Entrada	Session del usuario del estudiante.
Salida	Identificación del estudiante en el sistema.



Tarea	2. Buscar Perfil
Precondición	Perfil del estudiante inicializados utilizando los modelos y estilos de enseñanza aprendizaje.
Supertareas	Personalización del proceso de enseñanza / aprendizaje
Subtareas	2.1 Ponderar Datos, 2.2. Obtener Perfil
Frecuencia	Cada vez que se solicite adaptar un contenido.
Tipo-de-descomposición	Modular.

Tabla 29. Tarea – Buscar Perfil

Tarea	2.1 Ponderar Datos
Objetivo	Obtener los estilos de aprendizaje asociados al estudiante.
Descripción	Esta tarea calcula a nivel porcentual los estilos de aprendizaje asociados a un estudiante.
Entrada	Session del usuario estudiante.
Salida	Estilos de aprendizaje a nivel porcentual.
Precondición	Ninguna
Supertareas	2. Buscar Perfil
Subtareas	Ninguna
Frecuencia	Cada vez que el usuario entre al sistema
Tipo-de-descomposición	Funcional.

Tabla 30. Tarea – Ponderar Datos

Tarea	2.2 Obtener Perfil
Objetivo	Obtener el estilo de aprendizaje asociado predominante en el estudiante.
Descripción	Esta tarea toma los resultados de la tarea Ponderar Datos y obtiene el estilo de aprendizaje asociado predominante en el estudiante.
Entrada	Estilos de aprendizaje asociados a nivel porcentual
Salida	Estilo de aprendizaje asociado predominante.
Precondición	Ninguna
Supertareas	2. Buscar Perfil
Subtareas	Ninguna
Frecuencia	Cada vez que se solicite adaptar un contenido.
Tipo-de-descomposición	Funcional.

Tabla 31. Tarea – Obtener Perfil

Tarea	3. Adaptar presentación
Objetivo	Adaptar la presentación de contenidos de un curso, a través de un árbol instruccional acorde al estilo de aprendizaje asociado predominante en el estudiante.
Descripción	Esta tarea toma los datos del perfil del estudiante con el fin de adaptar el proceso de enseñanza aprendizaje.
Entrada	Perfil del Estudiante.
Salida	Árbol instruccional con recursos adaptados al perfil del estudiante.
Precondición	Estilo de aprendizaje asociado predominante calculado.
Supertareas	Personalización del proceso de enseñanza / aprendizaje
Subtareas	2.1 Construir árbol instruccional, 2.2. Buscar recursos asociados al perfil.
Frecuencia	Cada vez que se solicite un contenido.



Tarea	3. Adaptar presentación
Tipo-de-descomposición	Modular.

Tabla 32. Tarea – Adaptar presentación

Tarea	3.1 Construir Árbol Instruccional
Objetivo	Construir un árbol instruccional adaptado al estilo de aprendizaje asociado predominante en el estudiante.
Descripción	Esta tarea construye una estructura de contenidos personalizada.
Entrada	Perfil del estudiante.
Salida	Árbol Instruccional.
Precondición	Estilo de aprendizaje asociado predominante calculado.
Supertareas	3. Adaptar presentación
Subtareas	Ninguna
Frecuencia	Cada vez que se solicite un contenido.
Tipo-de-descomposición	Funcional.

Tabla 33. Tarea – Construir árbol instruccional

Tarea	3.2 Buscar recursos asociados al Perfil
Objetivo	Añadir recursos al árbol instruccional acorde al estilo de aprendizaje asociado predominante en el estudiante.
Descripción	Esta tarea agrega recursos a las actividades del árbol instruccional teniendo en cuenta el perfil del estudiante.
Entrada	Perfil del estudiante.
Salida	Recursos para el Árbol Instruccional.
Precondición	Estilo de aprendizaje asociado predominante calculado.
Supertareas	3. Adaptar presentación
Subtareas	Ninguna
Frecuencia	Cada vez que se solicite un contenido.
Tipo-de-descomposición	Funcional.

Tabla 34. Tarea – Buscar recursos asociados al perfil

Tarea	4. Monitorear
Objetivo	Recolectar toda la información relacionada con el estudiante durante el proceso de enseñanza aprendizaje.
Descripción	Esta tarea utiliza un conjunto de indicadores definido por el profesor con el objetivo de realimentar el perfil del estudiante para brindar una educación personalizada.
Entrada	Perfil del Estudiante.
Salida	Nuevo perfil del estudiante (si hubo cambios en los estilos de aprendizaje asociados) o Perfil del estudiante (si los cambios presentados no modificaron los estilos de aprendizaje asociados).
Precondición	Indicadores inicializados por el profesor.
Supertareas	Personalización del proceso de enseñanza / aprendizaje
Subtareas	2.1 Buscar Indicador, 2.2. Almacenar Datos.
Frecuencia	En todo el proceso.
Tipo-de-descomposición	Modular.

Tabla 35. Tarea – Monitorear



Tarea	4.1 Buscar Indicador
Objetivo	Buscar un indicador definido por el profesor para realizar un proceso de monitoreo.
Descripción	Esta tarea busca un indicador del conjunto de indicadores definido por el profesor con el objetivo de realimentar el perfil del estudiante.
Entrada	Conjunto de indicadores.
Salida	Indicador seleccionado.
Precondición	Indicadores inicializados por el profesor.
Supertareas	4. Monitorear
Subtareas	Ninguna
Frecuencia	Cada vez que se visualice un contenido.
Tipo-de-descomposición	Modular.

Tabla 36. Tarea – Buscar indicador

Tarea	4.2 Almacenar Datos
Objetivo	Realimentar el perfil del estudiante utilizando un indicador previamente definido por el profesor.
Descripción	Esta tarea perfecciona el perfil del estudiante utilizando un indicador predefinido por el profesor en el sistema.
Entrada	Conjunto de indicadores.
Salida	Nuevo perfil del estudiante (si hubo cambios en los estilos de aprendizaje asociados) o Perfil del estudiante (si los cambios presentados no modificaron los estilos de aprendizaje asociados).
Precondición	Indicadores inicializados por el profesor.
Supertareas	4. Monitorear
Subtareas	Ninguna
Frecuencia	Cada vez que se modifique el valor de un indicador.
Tipo-de-descomposición	Funcional.

Tabla 37. Tarea – Almacenar datos

Una vez determinadas las principales tareas del sistema, debe realizarse una asignación de tareas a agentes. Sin embargo, sólo se han identificado agentes “externos” que encapsulan los usuarios que interactúan con el sistema inteligente, por lo que se profundiza más en la identificación de agentes con la información del modelo de tareas.

4.5.4 Modelo de Agente

La relación entre el modelo de agente y el modelo de tarea es clara: las tareas de las hojas del modelo de tareas son ejecutadas por uno o varios agentes. En este apartado se identifican los agentes, sus capacidades de razonamiento y las responsabilidades o tareas que cada uno debe realizar.

4.5.4.1 Identificación y descripción de los agentes

Tras el análisis de tareas realizado, se puede identificar los agentes del sistema que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje.

A continuación se realiza una descripción de los agentes identificados mediante una plantilla de agente - Clases Responsabilidades Colaboración (CRC).



Agente	Agente de Interfaz
Tipo	Agente software de Interfaz.
Capacidades-razonamiento	Este agente es capaz de reaccionar ante eventos del usuario en el sistema, comunicando estas acciones a otros agentes encargados de monitorear el entorno de enseñanza / aprendizaje y de realimentar el perfil del estudiante.
Comunicación	El agente de interfaz se comunica con el estudiante por medio de una interfaz de gestual y de habla. Es el único agente del sistema que se comunica con agentes humanos.
Coordinación	Este agente interactúa con los otros agentes: Perfil, Adaptador, Monitor, para intercambiar información tanto del estudiante como del curso.
Descripción	Este agente se caracteriza por realizar todo lo relacionado con la presentación de interfaces al estudiante. Estas interfaces abarcan el test de estilos de aprendizaje y la adaptatividad de contenidos, entre otros.
Tareas asignadas	<ul style="list-style-type: none">• Comunicación con el estudiante (Principal Tarea).• Coordinación de los otros agentes.• 1.1 Buscar Session. (Referencia Modelo de Tareas)

Tabla 38. Agente de Interfaz

Agente	Agente Perfil
Tipo	Agente software de Acceso a Datos.
Capacidades-razonamiento	Este agente tiene capacidades de conexión a orígenes de datos. Su dominio se concentra en el perfil del estudiante.
Comunicación	No se comunica con agentes humanos.
Coordinación	Este agente interactúa con los agentes: Interfaz y adaptador de contenido, para intercambiar información relacionada con el perfil del estudiante.
Descripción	Este agente se caracteriza por realizar todo lo relacionado con las tareas de actualización del perfil del estudiante.
Tareas asignadas	<ul style="list-style-type: none">• 1.2 Obtener Datos. (Referencia Modelo de Tareas)• 2.1 Ponderar Datos. (Referencia Modelo de Tareas)• 2.2 Obtener Perfil. (Referencia Modelo de Tareas)

Tabla 39. Agente Perfil

Agente	Agente adaptador de contenido
Tipo	Agente software adaptador.
Capacidades-razonamiento	Este agente esta en la capacidad de brindar al estudiante recursos adaptados al estilo de aprendizaje predominante en el estudiante.
Comunicación	No se comunica con agentes humanos.
Coordinación	Este agente interactúa con los agentes: Interfaz, Monitor de Contenido y Perfil, intercambiando información relacionada con el perfil del estudiante y las actividades a monitorear.
Descripción	Este agente permite construir estructuras de contenidos personalizadas.
Tareas asignadas	<ul style="list-style-type: none">• 3.1 Construir árbol instruccional. (Referencia Modelo de Tareas)• 2.1 Buscar recursos asociados al perfil. (Referencia Modelo de Tareas)

Tabla 40. Agente adaptador de contenido

Agente	Agente monitor de contenido
Tipo	Agente software monitor.
Capacidades-razonamiento	Este agente tiene la capacidad de cambiar el estado de las actividades basado en los estados históricos de dicha actividad.
Comunicación	No se comunica con agentes humanos.



Agente	Agente monitor de contenido
Coordinación	Este agente interactúa con los agentes: Adaptador de contenido, intercambiando información de la actividad que el estudiante está visualizando en el sistema.
Descripción	Este agente permite actualizar el estado de las actividades que el estudiante visualiza en el sistema.
Tareas asignadas	<ul style="list-style-type: none">• Se encarga de monitorear el estado de un contenido en el sistema, este indicador esta predefinido en el sistema y no es inicializado por el profesor.

Tabla 41. Agente monitor de contenido

Agente	Agente monitor de indicadores
Tipo	Agente software monitor.
Capacidades-razonamiento	Este agente tiene la capacidad de cambiar el estado de un indicador basado en los estados históricos de dicha indicador.
Comunicación	No se comunica con agentes humanos.
Coordinación	Este agente interactúa con los agentes: Adaptador de contenido, intercambiando información de la actividad que el estudiante esta visualizando en el sistema.
Descripción	Este agente permite actualizar el estado de los indicadores previamente definidos por el profesor cuando un estudiante visualiza un contenido en el sistema.
Tareas asignadas	<ul style="list-style-type: none">• 4.1 Buscar Indicador (Referencia Modelo de Tareas)• 4.2 Almacenar Datos (Referencia Modelo de Tareas)

Tabla 42. Agente monitor de indicadores

4.5.5 Modelo de Coordinación

El modelo de coordinación permite profundizar en las interacciones entre los agentes, que se agrupan en conversaciones.

4.5.5.1 Identificación de las conversaciones

Ya se ha identificado algunas de las conversaciones mantenidas con la técnica de tarjetas CRC. Sin embargo, para ilustrar la técnica de casos de uso internos, se realizan los mismos casos con esta técnica.

4.5.5.2 Descripción de las conversaciones

La descripción de las conversaciones se realiza desde dos puntos de vista:

- Externo: se analiza cuál es el objetivo de la conversación, sus pre y post condiciones y qué participantes hacen parte de ella.
- Estructural: qué fases tiene la conversación y qué intervenciones se dan en cada fase.

La descripción “externa” de las conversaciones se puede apreciar en la Figura 23, la vista estructural se abordó en el capítulo 3, donde se puede apreciar las fases correspondientes a cada una de las conversaciones de los agentes.

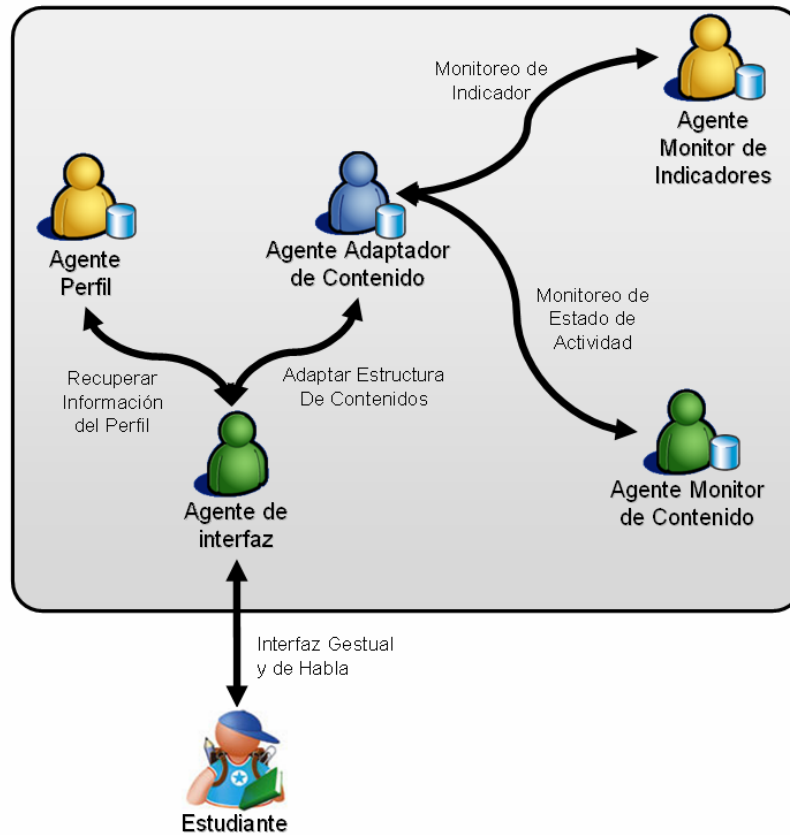


Figura 23. Modelo de coordinación.

4.5.6 Modelo de Comunicación

El objetivo del modelo de comunicación es modelar las interacciones hombre-máquina, se debe descomponer el diálogo entre el programa y el usuario, indicando qué transacciones (intercambios elementales de información) se dan.

En nuestro caso las conversaciones hombre-máquina se han centrado en el agente de interfaz, debido a que este hace las veces de profesor en el sistema. Este diálogo se puede realizar desde el agente a través de la voz o de señales gestuales del agente, y desde el usuario a través de interacciones con la interfaz humana del agente o de interacciones con explorador de contenidos del STI.

4.5.7 Modelo de Organización Multiagente

El objetivo del modelo de organización multiagente es modelar las relaciones “estáticas” entre los agentes del sistema.

4.5.7.1 Identificación de relaciones de herencia

La relación de herencia entre agentes permite agrupar clases de agentes que comparten unas capacidades parecidas (servicios, sensores, actuadores, objetivos, creencias, etc.).

En este caso, se puede identificar las siguientes clases de agentes:

- Agentes de Acceso a Datos.
- Agentes Monitores.
- Agentes Adaptadores.
- Agentes de Interfaz.

Dada las condiciones de la plataforma estos agentes fueron agrupados en paquetes de software, todos los agentes heredan de una clase principal llamada Agent que contiene los elementos básicos de todo agente en el sistema, como lo muestra la Figura 24.

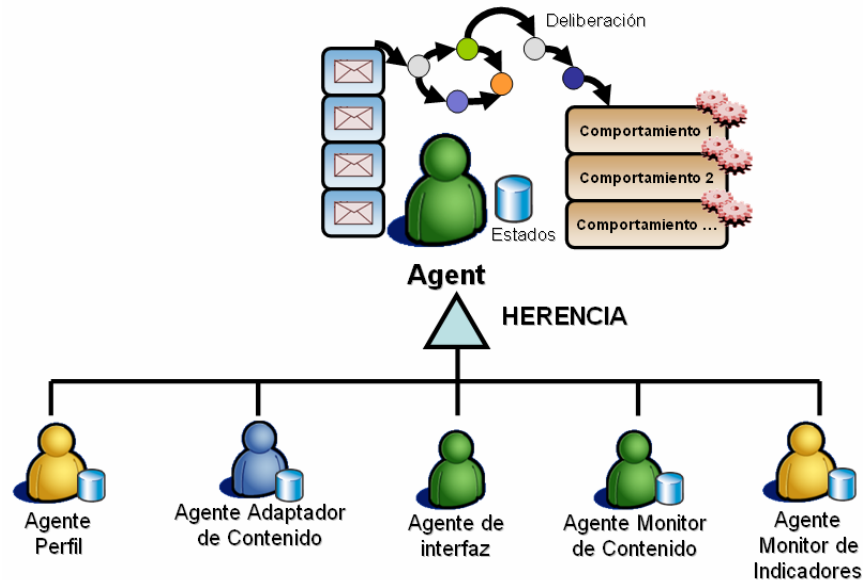


Figura 24. Modelo de organización - Herencia

4.5.7.2 Identificación de objetos del entorno

En este problema no hay un entorno muy definido dado que los agentes no son físicos (p.ej. robots) ni atienden a eventos del sistema (p.ej. alarmas en un sistema de gestión de red). Esta conclusión también puede haber sido obtenida al comprobar que no se necesita definir sensores ni actuadores en las plantillas textuales de los agentes.

4.5.8 Modelo de la Experiencia

El desarrollo del modelo de la experiencia en un sistema multiagente puede subdividirse en el conocimiento de la aplicación, del propio agente, del resto de agentes y del entorno.

En este caso, los agentes no necesitan reconocer situaciones del entorno o de otros agentes, dado que no se han detectado posibles conflictos entre los agentes. Vamos a comentar brevemente los principales pasos de este modelo.

4.5.8.1 Identificación y descripción del esquema del modelo

En este apartado se describe los principales conceptos del dominio y sus relaciones.



Concepto *Usuario (profesor, estudiante)*

Descripción Un usuario tiene asociado un identificador, nombres y apellidos completos, fecha y lugar de nacimiento, género, estado civil, dirección residencia, teléfono, correos electrónicos, entre otros.

Concepto *Curso*

Descripción Un curso tiene asociado un identificador del curso, de la asignatura, del período en el que se dicta, el nombre del curso, horario, tipo.

Concepto *Contenidos Programáticos*

Descripción Un contenido tiene asociado un identificador del contenido programático, su estado de vigencia, el período de inicio y finalización.

Concepto *Recursos*

Descripción Un recurso tiene asociado un identificador, el tipo, nombre, tipo de información, url, tiempo de visualización, descripción, palabra clave.

Concepto *Modelo de aprendizaje*

Descripción Un modelo de aprendizaje tiene asociado un identificador, nombre, autores y referencia.

Concepto *Estilo de aprendizaje*

Descripción Un estilo tiene asociado un identificador, nombre, definición, características, prioridad, factor multiplicador, modelo y estilo paralelo.

Concepto *Cuestionario*

Descripción Un cuestionario tiene asociado un identificador, nombre, instrucciones, respuestas por pregunta, tipo de respuestas y modelo de aprendizaje asociado.

Concepto *Estructura de Contenidos*

Descripción Una estructura de contenidos tiene asociado un identificador, orden, tipo de nodo (objetivos, agregación o actividad) y sus modos de secuenciación.

Concepto *Estructura de Contenidos Personal*

Descripción Una estructura de contenidos personal tiene asociado un identificador, orden, tipo de nodo (objetivos, agregación o actividad) y sus modos de secuenciación personalizados.

Concepto *Estado actividad estudiante*

Descripción El estado de las actividades desarrolladas por el estudiante tiene asociado un estado (finalizado, aprobado, revisado, completado), el identificador de la actividad que genera dicho estado y la fecha en la cual se produce el estado, en el caso que el estudiante desarrolle el autotest se registra la nota.

Concepto *Reglas de secuenciación*

Descripción Una regla de secuenciación asociado un identificador y su condición.

Concepto *Reglas de secuenciación personal*

Descripción Una regla de secuenciación tiene asociado un identificador, su condición, acción, tipo de regla y las estructura involucradas en la regla, esta regla se utiliza en el proceso de personalización.



Concepto *Reglas Rollup*

Descripción Una regla rollup tiene asociado un identificador, la actividad hija afectada, su condición y tipo de acción.

Concepto *Reglas Rollup Personal*

Descripción Una regla rollup tiene asociado un identificador, la actividad hija afectada, su condición y tipo de acción, esta regla se utiliza en el proceso de personalización.

Concepto *Acción*

Descripción Una acción tiene asociado un identificador a través de su nombre y el tipo de regla a la cual pertenece.

Concepto *Tipos de actividad*

Descripción Un tipo de actividad tiene asociado un identificador y su nombre.

Concepto *Indicadores*

Descripción Un indicador tiene asociado un identificador y su nombre.

Concepto *Estado indicadores*

Descripción El estado de cada indicador tiene asociado un valor, una fecha y un estado para saber si es histórico o no.

CAPITULO V

ETAPA DE DISEÑO

En la etapa de diseño se plantean soluciones lógicas que puedan satisfacer la etapa de análisis, es decir, – el Cómo -. Dado que durante el diseño se procura definir los objetos lógicos del software que finalmente serán implementados en un lenguaje de programación.

5.1 ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN

El desarrollo de la aplicación se realiza a través de una arquitectura de tres capas (ver Figura 25), lo que representa un factor de mucha utilidad en la construcción de una aplicación, dado que permite división de responsabilidades, flexibilidad, escalabilidad y descomposición de las capas en otras menos densas. Las tres capas de la arquitectura son:

- **Presentación:** componentes de interfaz de usuario.
- **Lógica del Negocio:** objetos que representan conceptos del dominio del problema, que cumplen con los requisitos de la aplicación.
- **Lógica de Servicios:** objetos que prestan servicios de soporte, como el acceso a datos.

En cada capa se definen componentes necesarios para un óptimo funcionamiento.

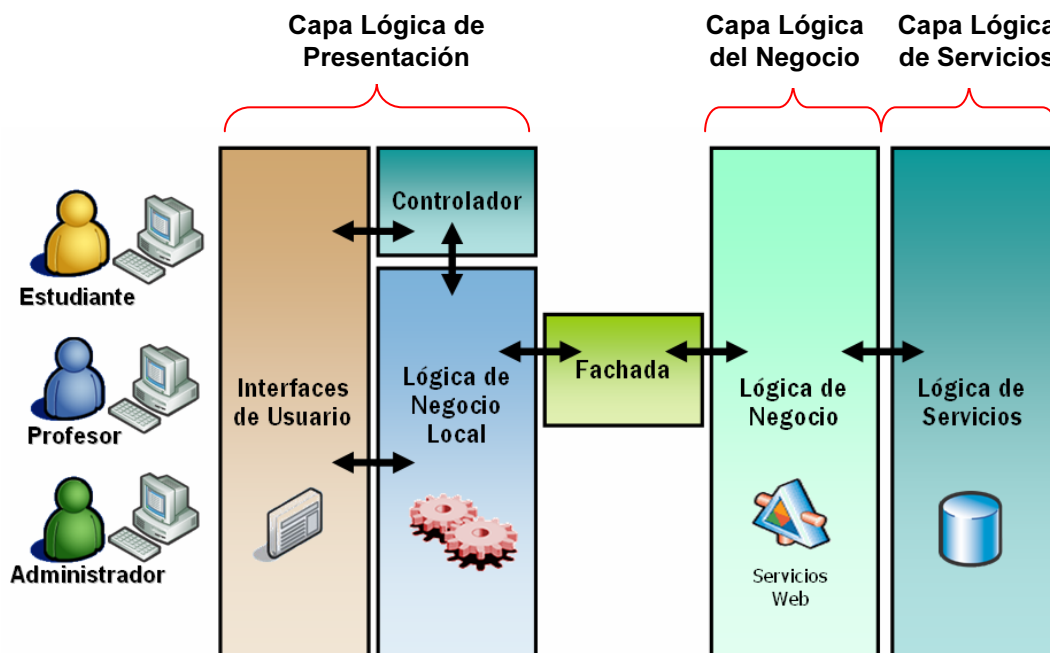


Figura 25. Arquitectura de la aplicación

5.1.1 Capa de Lógica de Presentación

La capa de lógica de presentación expone los servicios de la capa de lógica de negocios a los usuarios. Sabe cómo procesar una petición de cliente, cómo interactuar con la capa de lógica de negocios, y cómo seleccionar la siguiente vista a mostrar.

Esta capa se estructura siguiendo el patrón Modelo-Vista-Controlador, que permite separar el modelo que se está manejando, de la forma de mostrarlo (la vista). La vista (un control en un formulario, un gráfico), puede que esté interesada en conocer cuándo cambia el modelo subyacente.

En la aplicación, este patrón se representa así:

- **Modelo:** representado por la lógica de negocios local, que contiene la lógica de los datos que permite interactuar con la capa de lógica de Negocio a través de la interfaz común Fachada.
- **Vista:** contiene los componentes de interfaz, como: formularios Windows, controles de usuario, archivos xml, entre otros.
- **Controlador:** el código subyacente de los formularios Windows y de las clases que se encarga de hacer los llamados respectivos a los métodos de la lógica de negocio local, dependiendo de las acciones de los usuarios.

La capa de Lógica de Presentación de la aplicación está organizada lógicamente en paquetes, conteniendo los elementos mencionados. (Ver Figura 26).

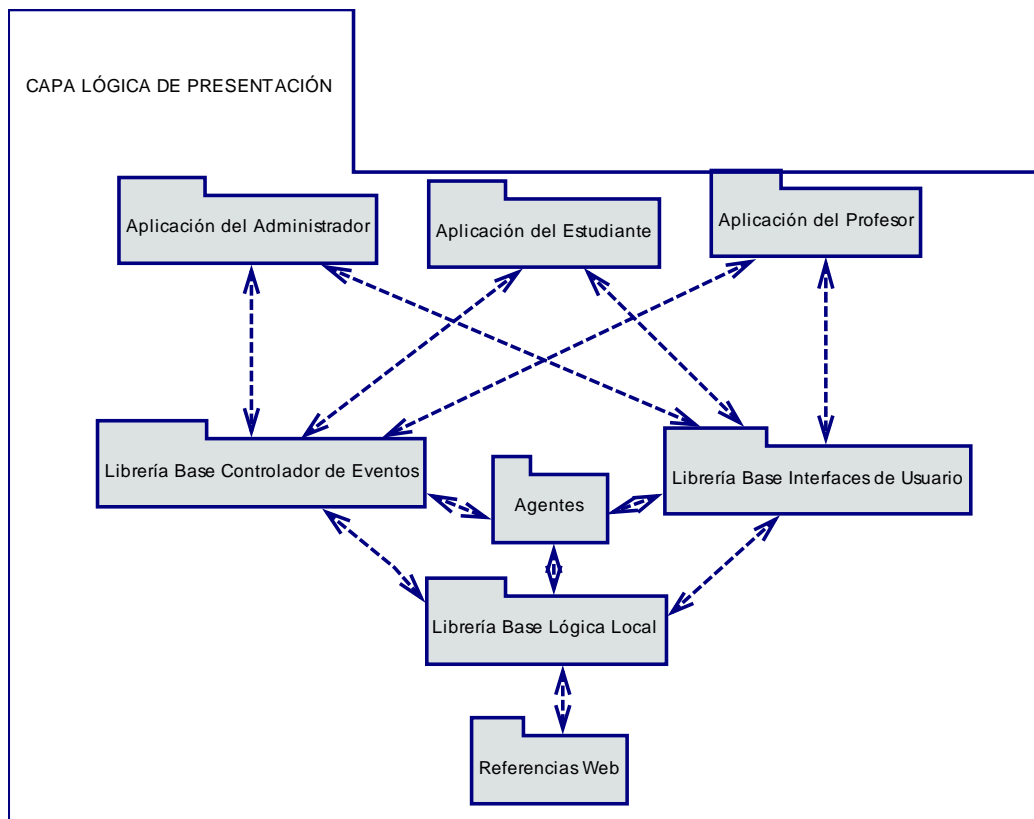


Figura 26. Capa de Lógica de Presentación

Los paquetes: *aplicación del Administrador*, *aplicación del Estudiante* y *aplicación del Profesor*, son formas Windows que actúan como contenedores de interfaz.

El paquete *Librería Base Controlador de Eventos*, actúa como un controlador de lógica de interfaz.

El paquete *Librería Base Interfaces de Usuario*, contiene los componentes de interfaz y su código adyacente, que actúa como un controlador de lógica de interfaz.

El paquete *Agentes*, abarca toda la arquitectura desarrollada para la ejecución de los agentes.

El paquete *Librería Base Lógica Local*, referencia toda la lógica de los datos.

El paquete *Referencias Web*, contiene las clases *Proxy*, encargadas de servir como puente para los servicios Web que se encuentran en la lógica del negocio.

5.1.2 Capa de Lógica de Negocio

La capa de la lógica de negocio contiene los objetos y servicios de negocio de la aplicación. Recibe peticiones de la capa de presentación, procesa la lógica de negocio basada en las peticiones, y media en los accesos a los recursos de la capa de lógica de servicios. Esta capa está basada en servicios Web XML y contiene un conjunto de objetos que permiten encapsular la lógica del dominio de la Educación en Línea. (Ver Figura 27).

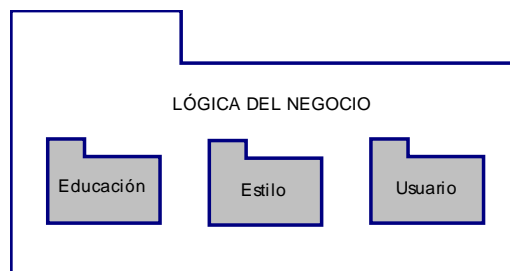


Figura 27. Capa de Lógica del Negocio

5.1.3 Capa de Lógica de Servicios

La capa de lógica de servicios representa el mecanismo por el cual se manipula y persiste la información, es decir, esta capa se encarga de recibir solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde la capa lógica del negocio a través de diferentes métodos que permiten interactuar con el servidor de la base de datos Oracle 10g. (Ver Figura 28).

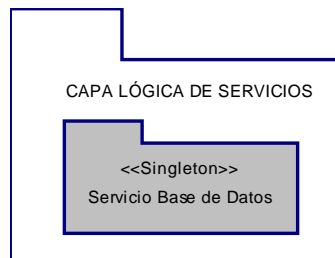


Figura 28. Capa de Lógica de Servicios

En esta capa, las clases implementan el patrón *singleton*, que permite que la instancia de un objeto sea accesible globalmente, y que sea única.

Para más información de los diferentes patrones de diseño empleados dentro de la aplicación, ver Anexo B.

5.2 ARQUITECTURA DEL MÓDULO DEL STI APOYADO EN AGENTES INTELIGENTES

Según la formalización realizada en [BRA99] y [WU01] los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) utilizan tres componentes básicos para lograr la adaptatividad:

- El modelo del usuario.
- El modelo del dominio de la aplicación, y
- El modelo de adaptación (en el caso educativo es el modelo del Profesor o modelo Pedagógico).

El STI apoyado en agentes inteligentes sigue esta arquitectura, y utiliza la metodología MAS-CommonKADS para el análisis y diseño sobre una plataforma multiagente propia, construida en .Net y compatible con los estándares FIPA, utilizando como lenguaje de programación C# de Visual Studio.Net.

Dentro de los Sistemas Adaptativos se encuentran los STI cuyos componentes fundamentales: **modelo del estudiante**, **modelo pedagógico**, **modelo didáctico e Interfaz**, se adaptaron para la construcción del STI del Macroproyecto de Unicauca Virtual Fase II. (Figura 29).

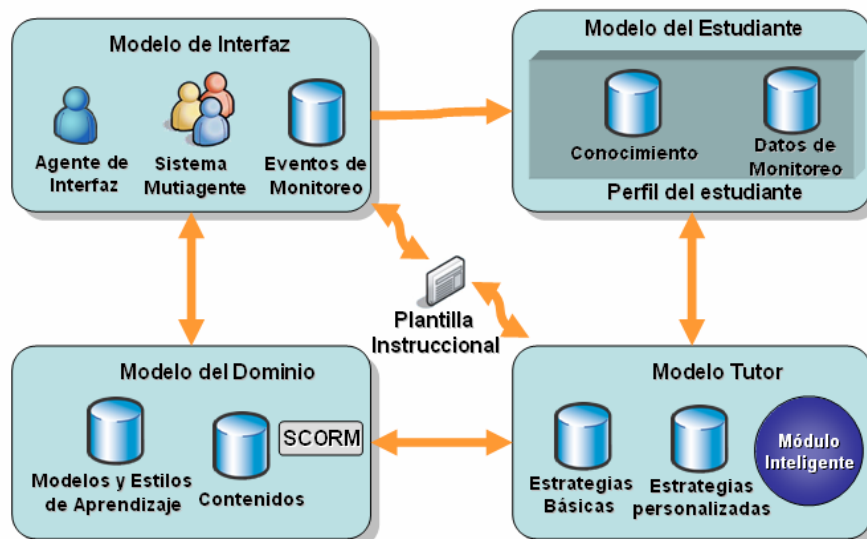


Figura 29. Arquitectura General del STI del Macroproyecto de Unicauca Virtual Fase II

La arquitectura de STI (figura 28) esta compuesta por 4 módulos, definidos de la siguiente forma:

Módulo “Modelo de Interfaz”: En este módulo se encuentra los siguientes componentes:

- **Sistema Multiagente:** Conjunto de agentes encargados de llevar a cabo la ejecución de los eventos de monitoreo con el fin de recoger información del estudiante y realimentar su perfil, este proceso es necesario para lograr la personalización de los contenidos del curso.



- **Agente de interfaz:** Encargado de presentar contenidos e interactuar con el estudiante en el STI.
- **Eventos de monitoreo:** Conjunto de indicadores asociados a los tipos de actividad, los cuales permiten el monitoreo de las actividades que el estudiante realiza durante el desarrollo de un curso y suministran a los agentes información relacionada con el desempeño del estudiante en el curso de acuerdo a su estilo de aprendizaje asociado predominante.

Este módulo es fundamental en el desarrollo del presente proyecto, debido a que lleva a cabo la presentación personalizada del contenido de un curso específico para un estudiante. Dicha personalización se logra en primer lugar mediante la presentación de un test del modelo de aprendizaje previamente establecido para ese curso. (Este test solo se realiza cuando el estudiante cursa por primera vez dicho curso). A partir de los resultados del test se clasifica al estudiante en un estilo de aprendizaje de dicho modelo de aprendizaje con el fin de establecer un perfil base o inicial.

En segundo lugar, los agentes se encargan de monitorear a partir de un conjunto de indicadores predefinidos, el comportamiento que presente el estudiante en el desarrollo del contenido del curso con el fin de realimentar el perfil del estudiante. Si se observan cambios en el perfil del estudiante se realiza una nueva clasificación del estilo de aprendizaje asociado y a la vez se modifica la plantilla instruccional con el fin de presentar el contenido del curso con base en su nuevo estilo de aprendizaje asociado.

Módulo “Modelo del Estudiante”: Gestiona aspectos importantes del estudiante, como:

- **Perfil del estudiante:** Almacena información sobre los estilos de aprendizaje asociados, se utiliza para determinar su ritmo de aprendizaje y su forma de percibir, procesar y analizar la información, con el fin de facilitar la presentación personalizada del contenido de un curso específico.
- **Conocimiento:** Registra el estado del conocimiento que el estudiante desarrolla durante su proceso educativo a través de la presentación personaliza de los contenidos del curso.
- **Datos de monitoreo:** Almacena la información que se recoge a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje teniendo en cuenta los eventos de monitoreo.

El conjunto de información almacenada en este módulo enriquece el perfil del estudiante, es decir, la lista de conceptos/conocimientos logrados y el estilo de aprendizaje asociado. Con esta información se diseña el proceso de adaptatividad del STI apoyado en agentes.

Módulo “Modelo del Dominio”: Este módulo contiene información referente a:

- **Modelos y Estilos de Aprendizaje:** Los modelos almacenan información referente al comportamiento humano frente al aprendizaje. Es de destacar que el STI permite la incorporación y utilización de diversos modelos de aprendizaje con sus respectivos estilos, para ofrecer al estudiante una clasificación más precisa de su perfil.
- **Contenidos:** Almacena la información referente a la temática de los cursos, definidos mediante el modelo de referencia SCORM.

Este módulo es básico para el STI apoyado en agentes, dado que contiene las concepciones teóricas que buscan explicar el comportamiento humano frente al aprendizaje y el tipo de acción que puede resultar más eficaz en un momento dado. También representa los conceptos que el estudiante debe aprender, organizados de forma que la enseñanza de los mismos resulte sencilla, clara y eficaz. Contiene información del orden en que se van a presentar los contenidos, las relaciones que existen entre ellos, la dificultad de aprendizaje de los mismos, sus prerrequisitos y las diferentes formas en que puede ser presentado y explicado cada contenido.

Módulo “Modelo Tutor”: Dirige o supervisa el aprendizaje del estudiante y toma determinadas decisiones respecto de su progreso, esta conformado por:

- **Estrategias de enseñanza-aprendizaje básicas:** son el conjunto de actividades, técnicas y medios que se planifican de acuerdo con las necesidades del estudiante, los objetivos que persigue y la naturaleza de las áreas y cursos, todo esto con la finalidad de hacer más efectivo el proceso de aprendizaje. En STI, las estrategias de enseñanza-aprendizaje se reflejan a través de la secuenciación de contenidos con base en los estilos de enseñanza-aprendizaje.
- **Estrategias de enseñanza-aprendizaje personalizadas:** su base conceptual es igual a la estrategias de enseñanza-aprendizaje básicas, con la diferencia que se reflejan por medio de la secuenciación de contenidos con base perfil y datos de monitoreo asociados al estudiante, con la finalidad de prestar ayuda pedagógica adecuada al estudiante en su proceso educativo.
- **Módulo inteligente:** Utiliza técnicas de inteligencia artificial para conseguir estrategias de enseñanza-aprendizaje personalizadas.

Es de destacar que el módulo del STI apoyado en agentes inteligentes, solo incorpora del Módulo Tutor las estrategias de enseñanza-aprendizaje básicas, debido al enfoque del proyecto.

5.3 CASOS DE USO

5.3.1 Diseño del Caso de Uso: Entrar al Sistema

De acuerdo a la arquitectura planteada, se presenta a continuación el diseño de este caso de uso a través de las diferentes capas. La interfaz que permite llevar a cabo este caso de uso se muestra en la Figura 30.

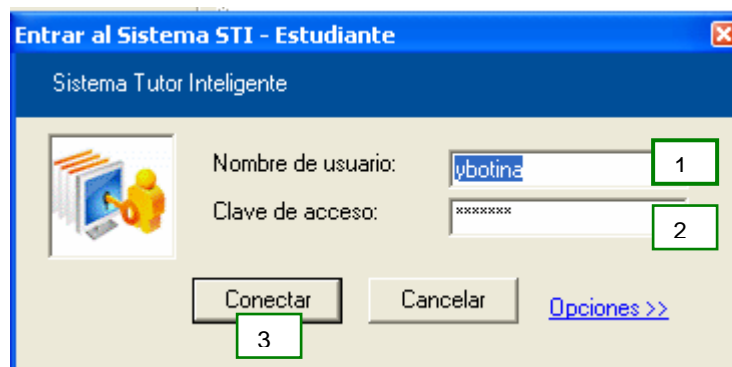


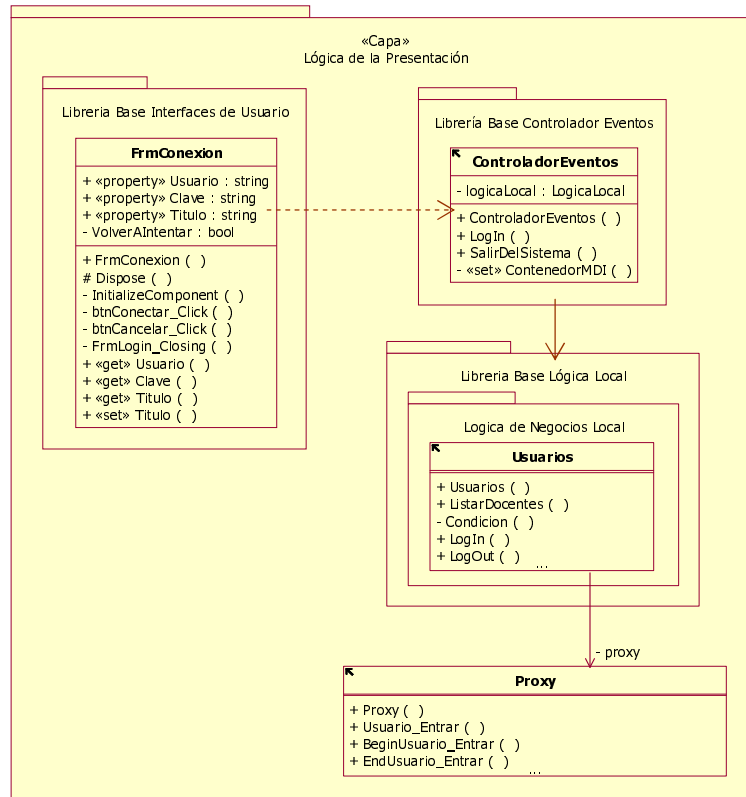
Figura 30. Screen Shot de Entrar al Sistema para los usuarios: administrador y estudiante



5.3.1.1 Caso de uso real

DISEÑO ENTRAR AL SISTEMA	
Descripción:	Este caso de uso comienza cuando el usuario oprime el botón Conectar y envía su nombre de usuario y clave de acceso. Los controles [1 y 2] permiten ingresar la información que viaja en la capa de Lógica de Presentación a través de la clases Control de Eventos y Lógica de Negocios Local, la cual se encarga de enviar través de la clase usuarios los datos del usuario a la Capa de Lógica de Negocios y Servicios por medio del Proxy del servicio Web Fachada, el cual le comunica al servicio Web Lógica de Negocios encargado, que valide la entrada al sistema de dicho usuario, confrontando sus datos con la base de datos a través del servicio Web Lógica de Servicios. Finalmente el sistema, permite el acceso o no del usuario a la aplicación dependiendo del éxito de la operación. Este caso de uso finaliza cuando el usuario: abandona el proceso, cierra la sesión o cierra la aplicación.
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario llena los controles [1] y [2] y presiona el botón Conectar [3].	2. El sistema recibe el nombre y la clave del usuario para validar si es un usuario permitido. 3. El sistema crea una sesión para el usuario y redirecciona al usuario a la interfaz principal o al caso de uso que solicitó el caso de uso Entrar al sistema.
LOGICA DE PRESENTACION: DIAGRAMA DE SECUENCIA – ENTRAR AL SISTEMA	
Descripción	El usuario hace clic en el botón Conectar. El evento del botón es disparado e invoca al método LogIn() del Controlador de Eventos que transmite los datos del usuario a la clase Usuarios de la lógica de Negocios Local, encargada de comunicarse y esperar respuesta de la capa de Lógica de Negocio. De acuerdo a la respuesta obtenida de la capa Lógica de Negocios, se notifica al usuario, permitiéndole acceder a la interfaz principal de la aplicación cuando el proceso de LogIn ha sido exitoso, en caso contrario se le presenta un mensaje del error y el sistema cierra la aplicación.
<pre> sequenceDiagram actor Usuario participant Conexion as <<Interfaz>> Conexion participant Controlador as <<Controlador>> Controlador de Eventos participant Usuarios as <<Lógica de Negocios Local>> Usuarios Usuario->>Conexion: 1. btnAceptar_Click() Conexion->>Controlador: 2. LogIn() Controlador->>Usuarios: 3. LogIn(usuario,clave,aplicacion); Usuarios-->>Controlador: <<Notificación>> Controlador-->>Usuario: <<Despliegue>> </pre>	
LOGICA DEL NEGOCIO Y SERVICIOS: DIAGRAMA DE SECUENCIA – LOGIN	
Descripción	Desde la capa de presentación viene el nombre y la clave del usuario, la fachada delega la validación de dichos datos al servicio Web Usuarios, este recibe los parámetros, arma una sentencia de consulta con dichos datos y ejecuta dicha validación con ayuda del servicio Web Lógica de Servicios quien se encarga de validar los datos confrontándolos con la información en la base de datos.
<pre> sequenceDiagram participant Fachada as <<Servicio Web>> Fachada participant Logica as <<Servicio Web>> Logica de Negocios: Usuarios participant Base as <<Servicio Web>> ServicioBase de Datos Fachada->>Logica: 1. EntrarAlSistema(Login,Clave,Aplicacion,DireccionIP) Logica->>Base: 2. EjecutarEscalar(TipoDeUsuario,Consulta) Base-->>Logica: <<Resultado>> Logica-->>Fachada: <<Resultado>> </pre>	
CAPA DE LOGICA DE PRESENTACION: DIAGRAMA DE CLASES DEL CASO DE USO ENTRAR AL SISTEMA	
La interfaz de Conexión tiene una relación de dependencia con el controlador de Eventos, que se relaciona con la lógica de negocios local a través de la clase Usuarios, que se relaciona con el Proxy de la Fachada, dado que Entrar al Sistema utiliza métodos del Servicio Web de la aplicación.	

DISEÑO ENTRAR AL SISTEMA



CAPA DE LOGICA DEL NEGOCIOS Y SERVICIOS: DIAGRAMA DE CLASES DEL CASO DE USO ENTRAR AL SISTEMA

Fachada instancia un objeto de Usuarios, para delegarle el proceso de validar la entrada del usuario al sistema. Existiendo una asociación directa entre ellas. El objeto Usuarios utiliza los métodos adecuados de la clase de Servicios de la base de datos, por lo que existe una asociación directa entre estas.

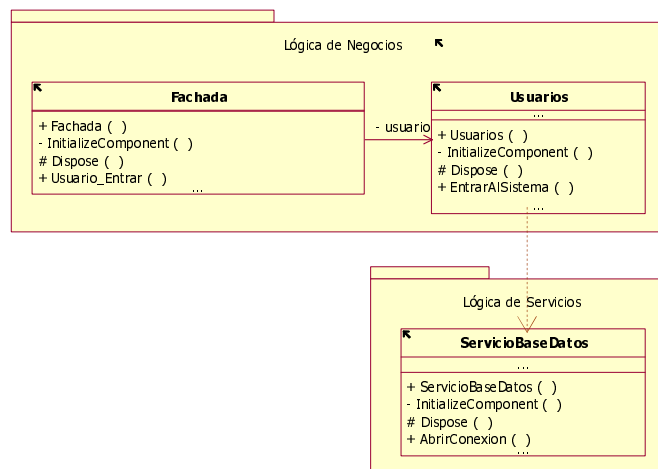


Tabla 43. Diseño del caso de uso Entrar al Sistema

5.3.2 Diseño del Caso: Armar estructura de contenidos personal

La interfaz que permite llevar a cabo la gestión de la estructura de contenidos personal se muestra en la Figura 31.

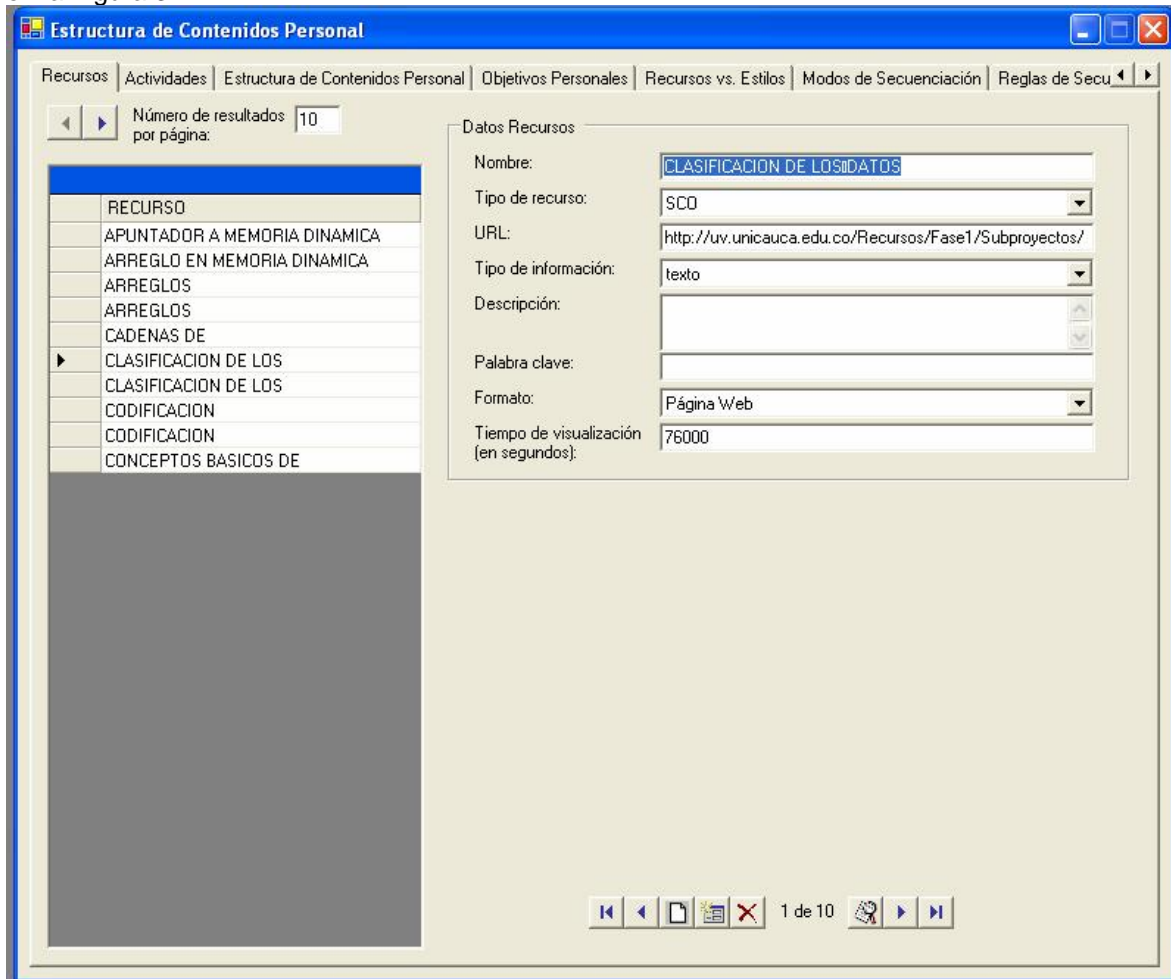


Figura 31. Screen Shot de Armar estructura de contenidos personal

5.3.2.1 Caso de uso real

FORMATO CASO DE USO: ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL	
Actores	
Profesor (Iniciador)	
Este caso de uso comienza cuando el profesor decide armar la estructura de contenidos personal para la asignatura del curso a orientar. El sistema solicita primero al profesor que se loguee, invocando el caso de uso Entrar al Sistema. Después de este proceso el sistema presenta al profesor la interfaz principal, que permite armar la estructura de contenidos a orientar durante el desarrollo del curso dentro del STI. El sistema presenta la estructura de contenidos original, de la cual el profesor realiza una copia para establecer su propia estructura de contenidos. Una vez armada la estructura de contenidos personal, el controlador envía la información a la clase Estructura de Contenidos Personal de Lógica de Negocios Local, la cual se comunica y propaga los datos a través de la referencia Proxy del servicio Web Fachada, quien se comunica con el servicio Web Estructura de Contenidos Personal de la lógica de Negocios, el cual gestiona la correspondiente estructura de contenidos personal en la base de datos, ayudado del servicio Web Lógica de Servicios. Finalmente el sistema, envía un mensaje al profesor sobre el éxito de la operación. Este caso de uso finaliza cuando el profesor: abandona el proceso, cierra la sesión o cierra la aplicación.	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El profesor decide armar la estructura de contenidos de la asignatura a orientar.	2. El sistema redirecciona al profesor a la interfaz de Conexión.

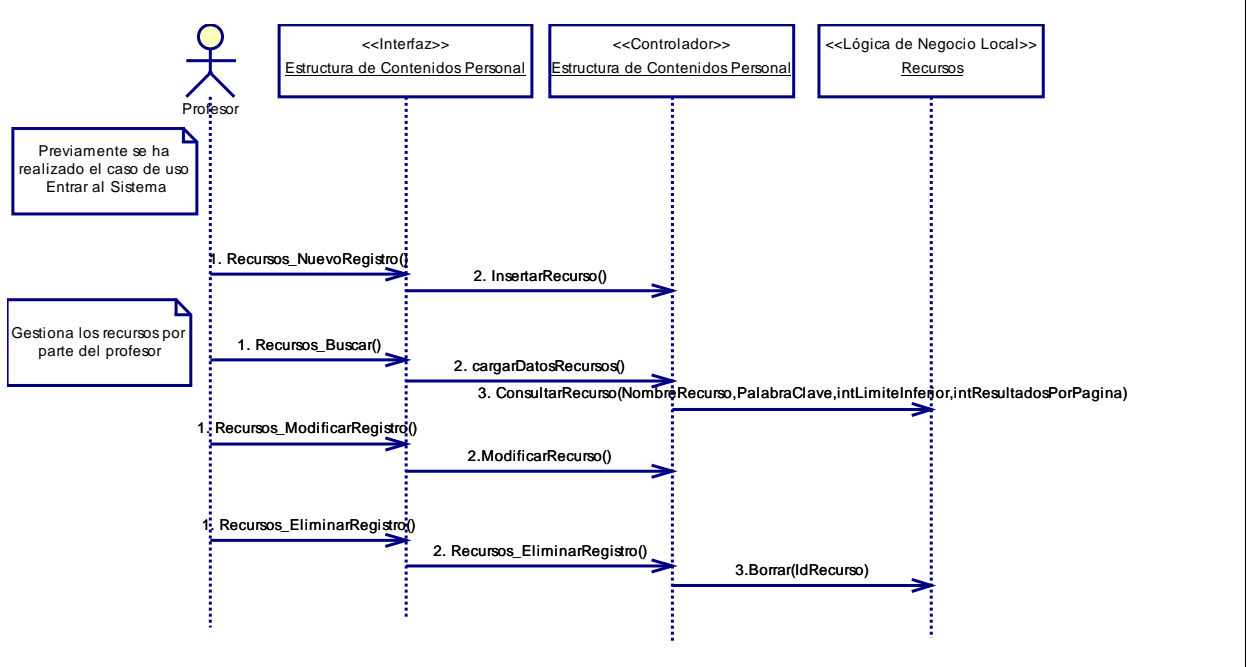


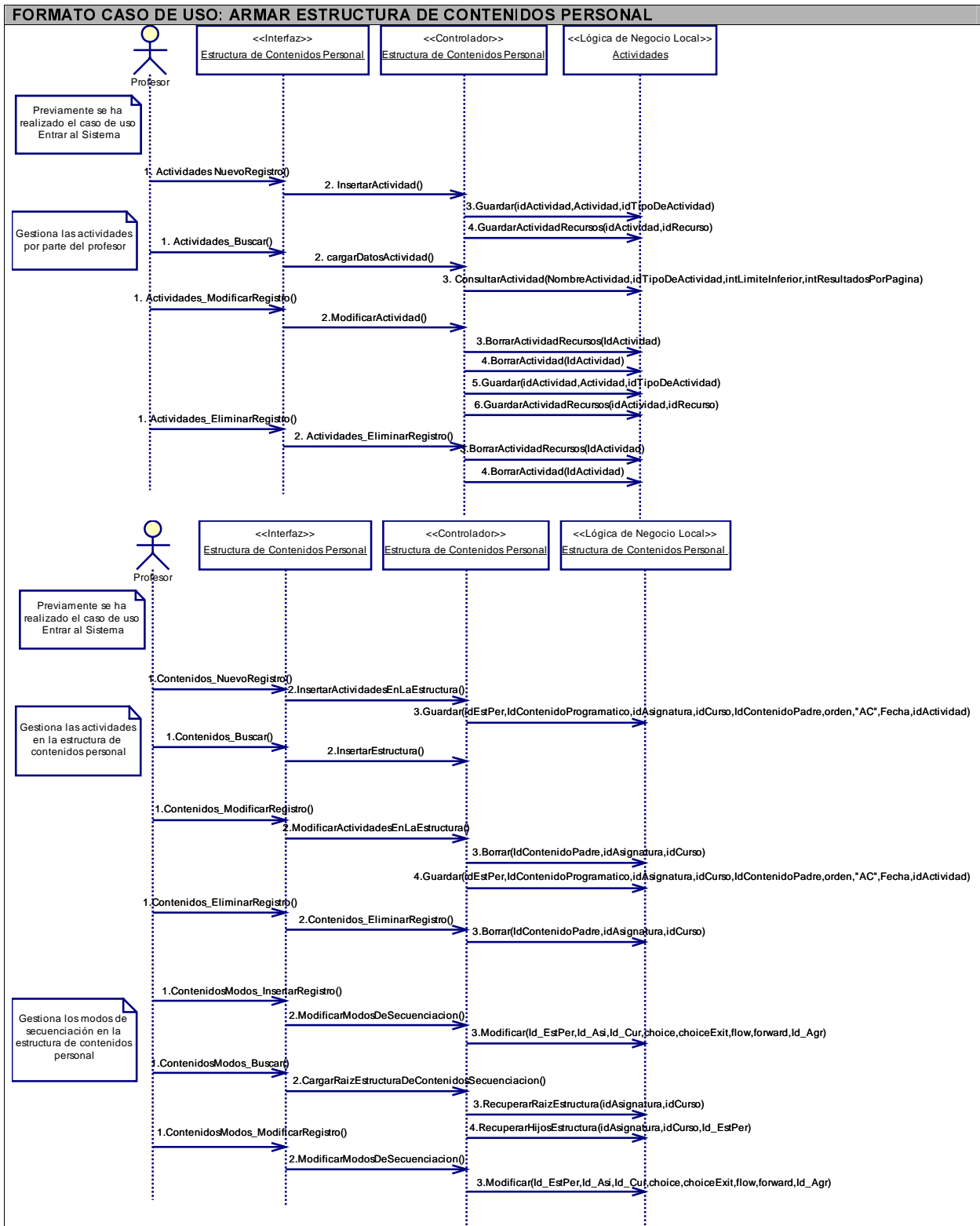
FORMATO CASO DE USO: ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL

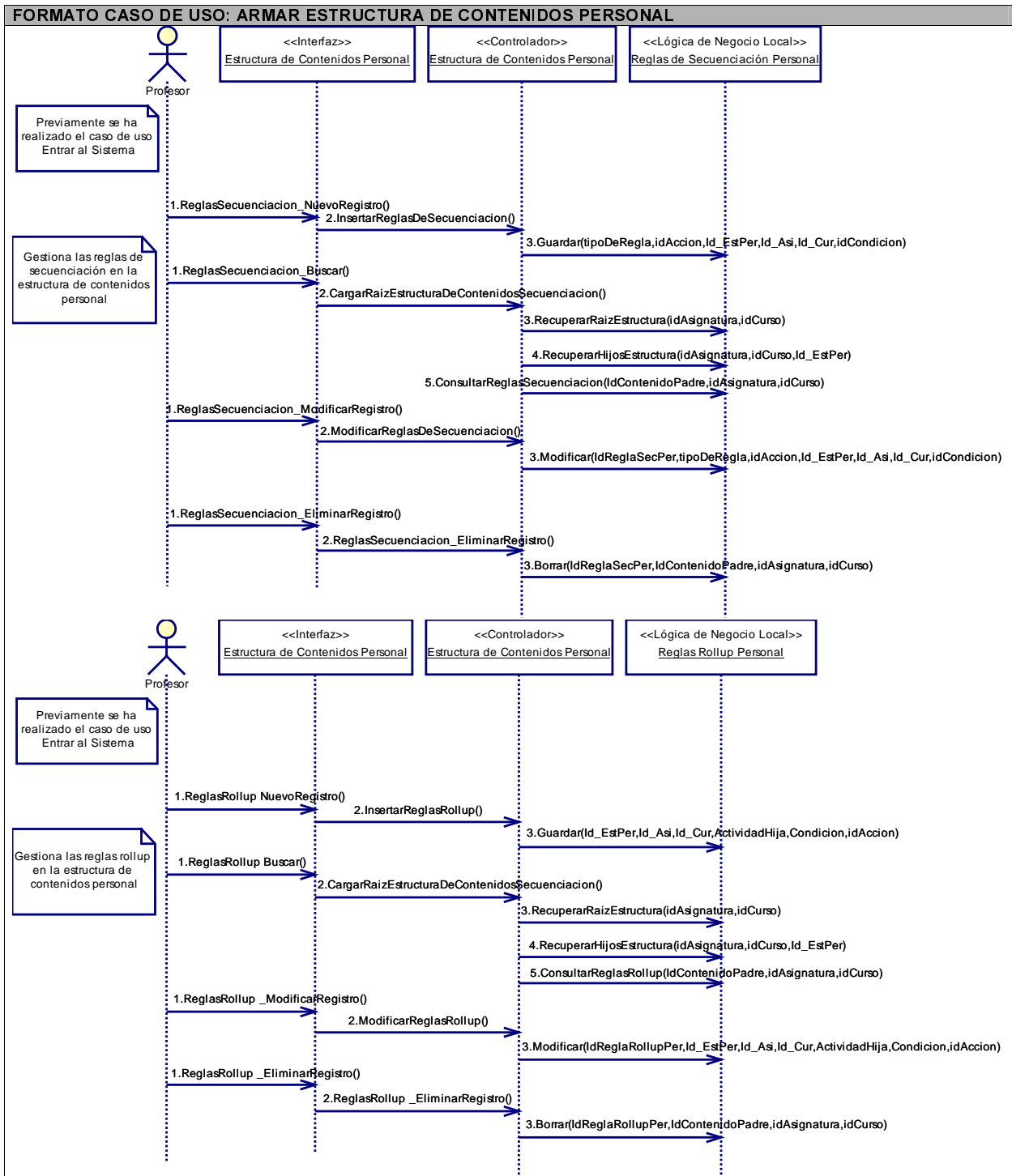
3. El profesor utiliza el caso de uso Entrar al Sistema.	4. Si Entrar al sistema es exitoso, el sistema presenta la interfaz principal de la aplicación.
5. El profesor hace una copia de la estructura de contenidos original y realiza sobre dicha copia sus modificaciones, estas pueden ser a nivel de actividades, recursos, modos de secuenciación, reglas de secuenciación y reglas rollup.	6. El sistema almacena la estructura de contenidos personalizada por el profesor para la asignatura y curso especificados.

CAPA DE LOGICA DE PRESENTACION: DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL CASO DE USO ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL

En la planificación de la estructura de contenidos personal, el profesor puede optar por gestionar (crear, buscar, modificar y en algunos casos eliminar): los recursos con los cuales quiere que sus estudiantes aprendan, las actividades de aprendizaje de cada uno de los temas principales previamente establecidos para el desarrollo de la asignatura, además puede gestionar en su estructura de contenidos personal los mecanismos de secuenciación: los modos de secuenciación, las reglas de secuenciación y las reglas rollup, que establecen la manera como se presentarán las actividades de aprendizaje al estudiante en su proceso educativo. Toda esta información se envía a la clase representativa para cada proceso de gestión, existiendo las clases: Recursos, Actividades, Estructura de Contenidos Original, Estructura de Contenidos Personal, Reglas de Secuenciación y Reglas Rollup, en la lógica de negocios local. Estas clases también está encargan de comunicarse y esperar respuesta del Servicio Web respectivo. Según el resultado, se despliega la información pertinente a cada proceso de gestión realizado por parte del profesor.







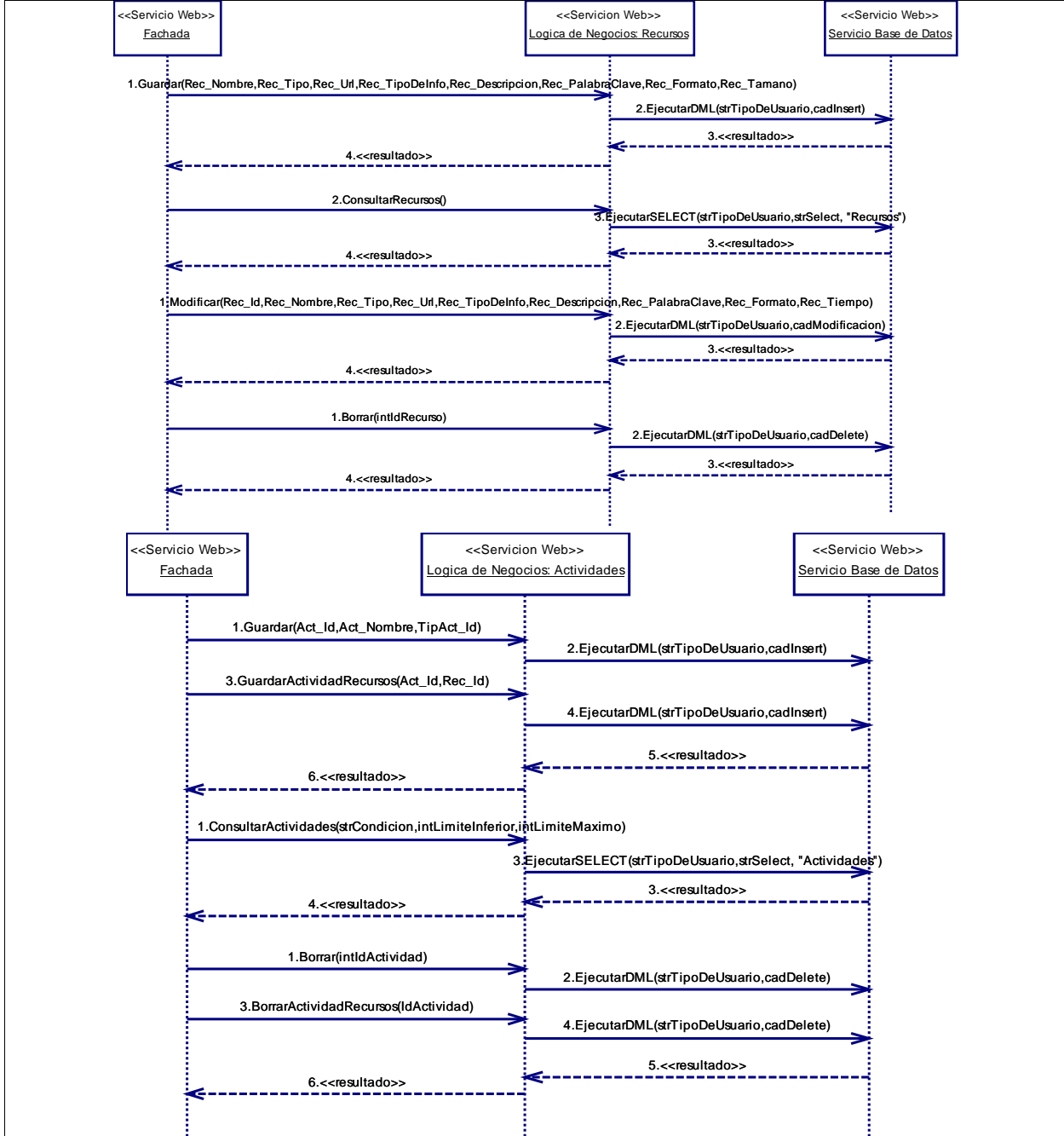
CAPA DE LOGICA DEL NEGOCIO Y SERVICIOS: DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL CASO DE USO ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL

El servicio Web Fachada, recibe desde la capa de presentación, la información referente al proceso de gestión realizado por el profesor, este servicio Web delega al servicio Web Recursos en caso que se desee gestionar recursos, al servicio Web Actividades si se realizó una gestión sobre las actividades de aprendizaje, al servicio Web Estructura de Contenidos Personal



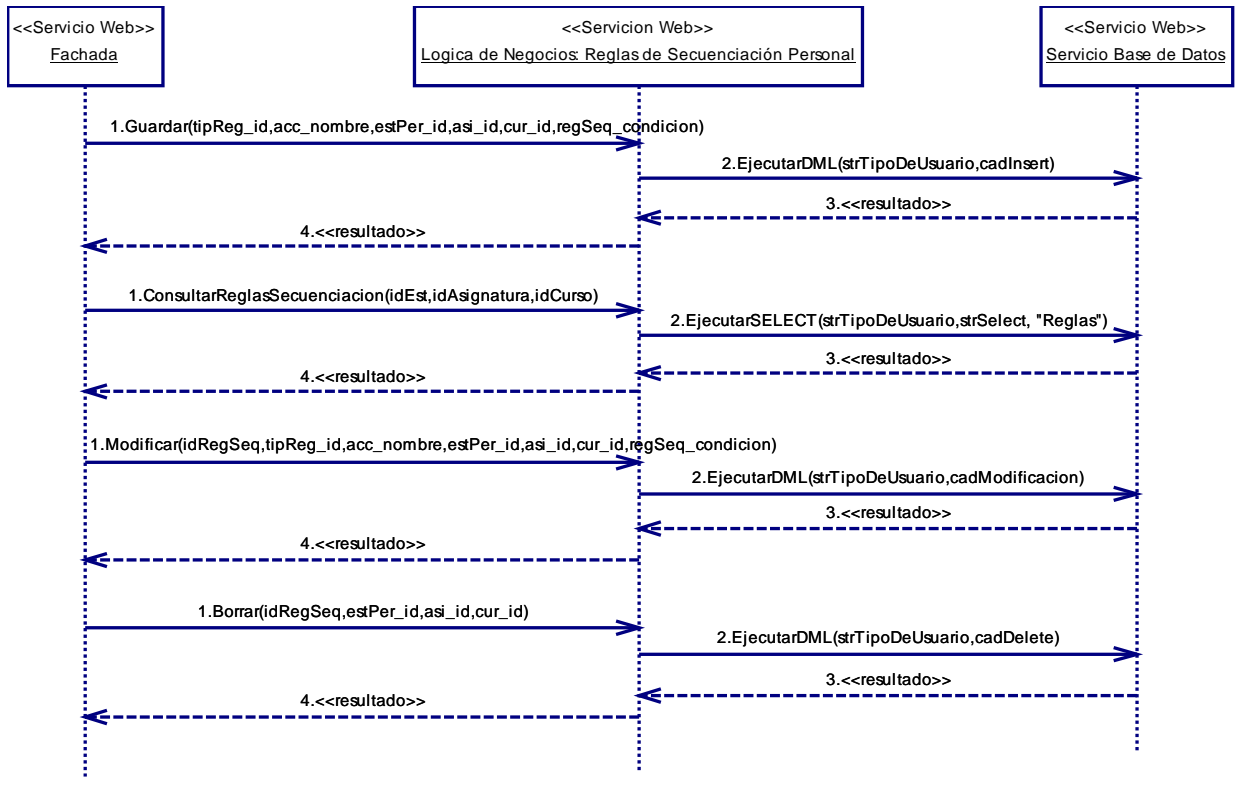
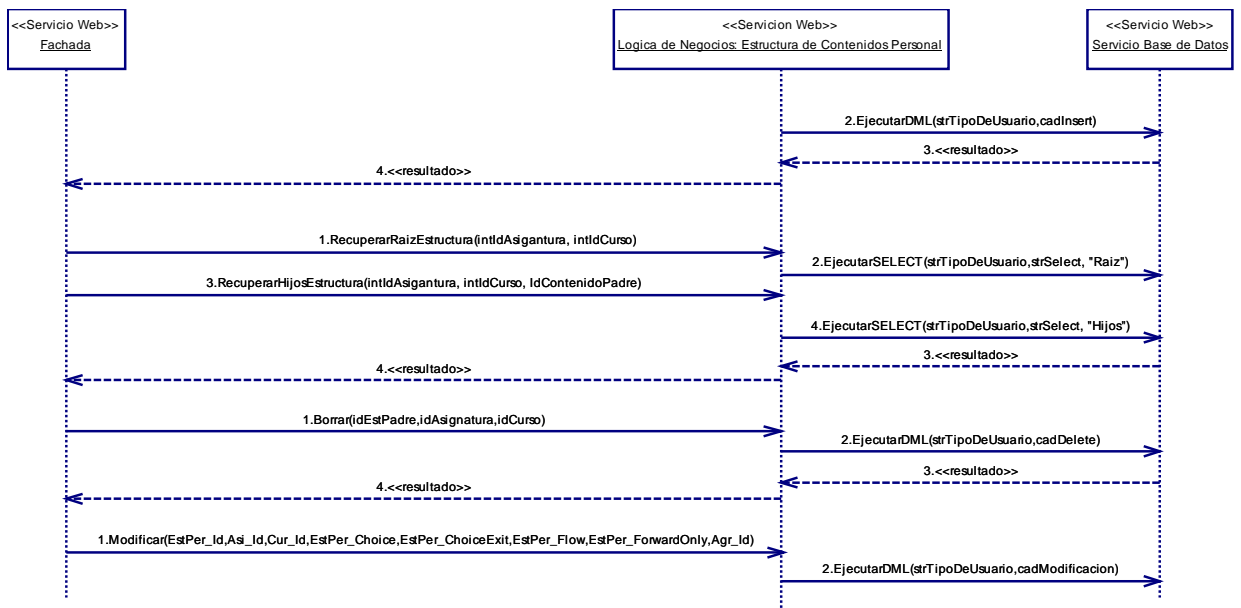
FORMATO CASO DE USO: ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL

cuando se desea gestionar la estructura de contenidos personal, y a los servicios Web Reglas de Secuenciación y Reglas Rollup cuando se desea establecer en la estructura de contenidos personal mecanismos de secuenciación, para realizar cada proceso de gestión se utiliza el patrón experto. Cada servicio Web procesa los datos de la petición de gestión establecida e invoca al método respectivo de la clase de lógica de Servicios, que se encarga de ejecutar el respectivo proceso de gestión contra la base de datos. Luego se informa del éxito o fracaso de dicho proceso a través del servicio Web hasta llegar a la capa de presentación.





FORMATO CASO DE USO: ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL





FORMATO CASO DE USO: ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL

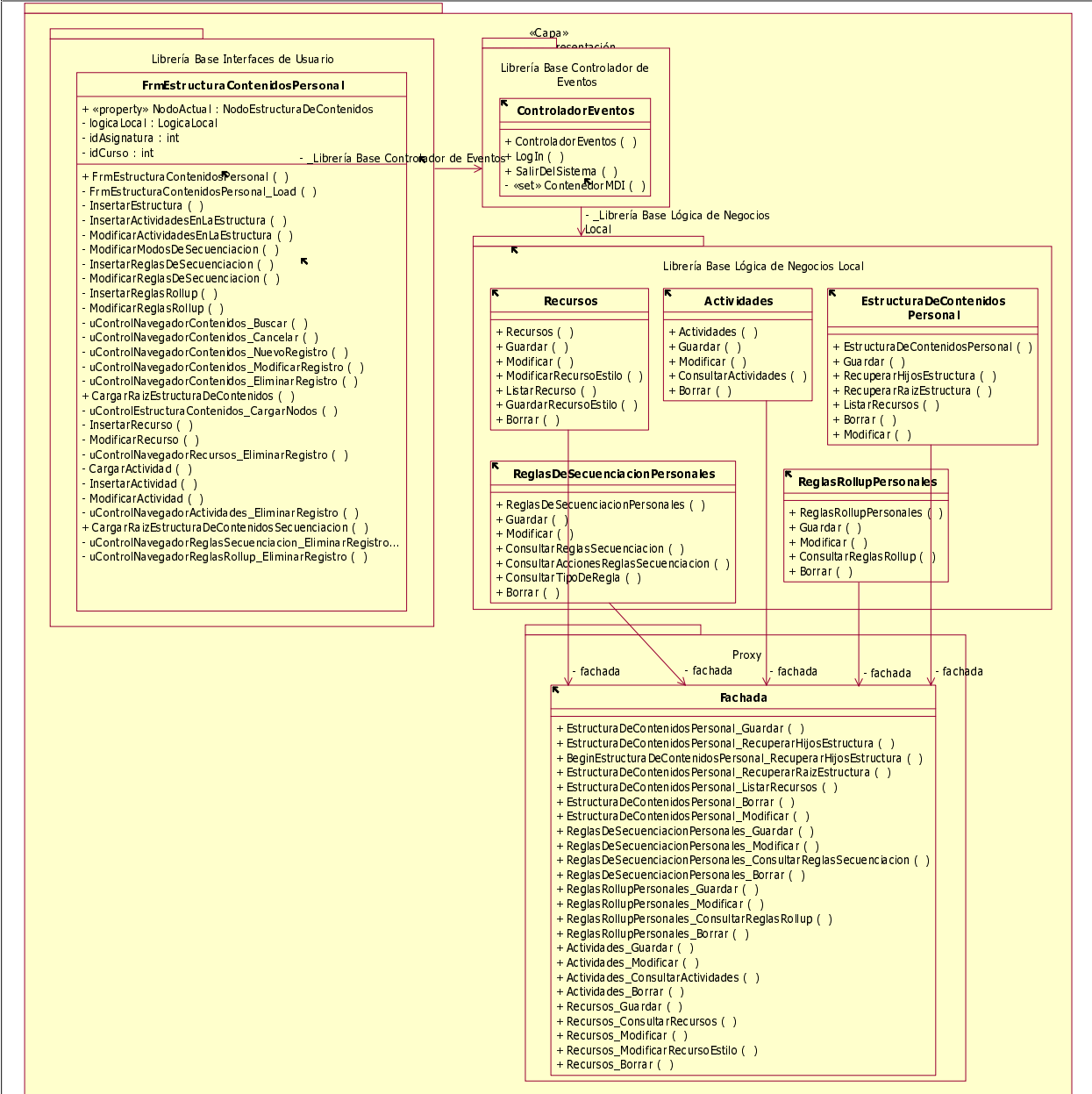


CAPA DE LOGICA DE PRESENTACION: DIAGRAMA DE CLASES DEL CASO DE USO ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL

La interfaz Estructura de Contenidos Personal se relaciona con el controlador a través de su código subyacente, que se relaciona con la lógica de negocios local por medio de las clases: Recursos, Actividades, Estructura de Contenidos Original, Estructura de Contenidos Personal, Reglas de Secuenciación y Reglas Rollup, que se relacionan con el Proxy de Fachada, dado que la gestión de la estructura de contenidos personal utiliza métodos del Servicio Web de la aplicación.



FORMATO CASO DE USO: ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL



CAPA DE LOGICA DEL NEGOCIO Y SERVICIOS: DIAGRAMA DE CLASES DEL CASO DE USO ARMAR ESTRUCTURA DE CONTENIDOS PERSONAL

Fachada instancia objetos de: Recursos, Actividades, Estructura de Contenidos Original, Estructura de Contenidos Personal, Reglas de Secuenciación y Reglas Rollup, para delegar el proceso de gestión de la estructura de contenidos personal. Existiendo una asociación directa entre ellas. Los objetos Estructura de Contenidos, Recursos, Actividades, Estructura de Contenidos Personal, Reglas de Secuenciación y Reglas Rollup, utilizan los métodos adecuados de la clase de Servicios de la base de datos de acuerdo a la operación que se efectúe.

Tabla 44. Diseño del caso de uso Armar estructura de contenidos personal

5.3.3 Diseño del Caso: Visualizar contenidos personalizados

La interfaz que permite al estudiante visualizar los contenidos personalizados se presenta en la Figura 32.

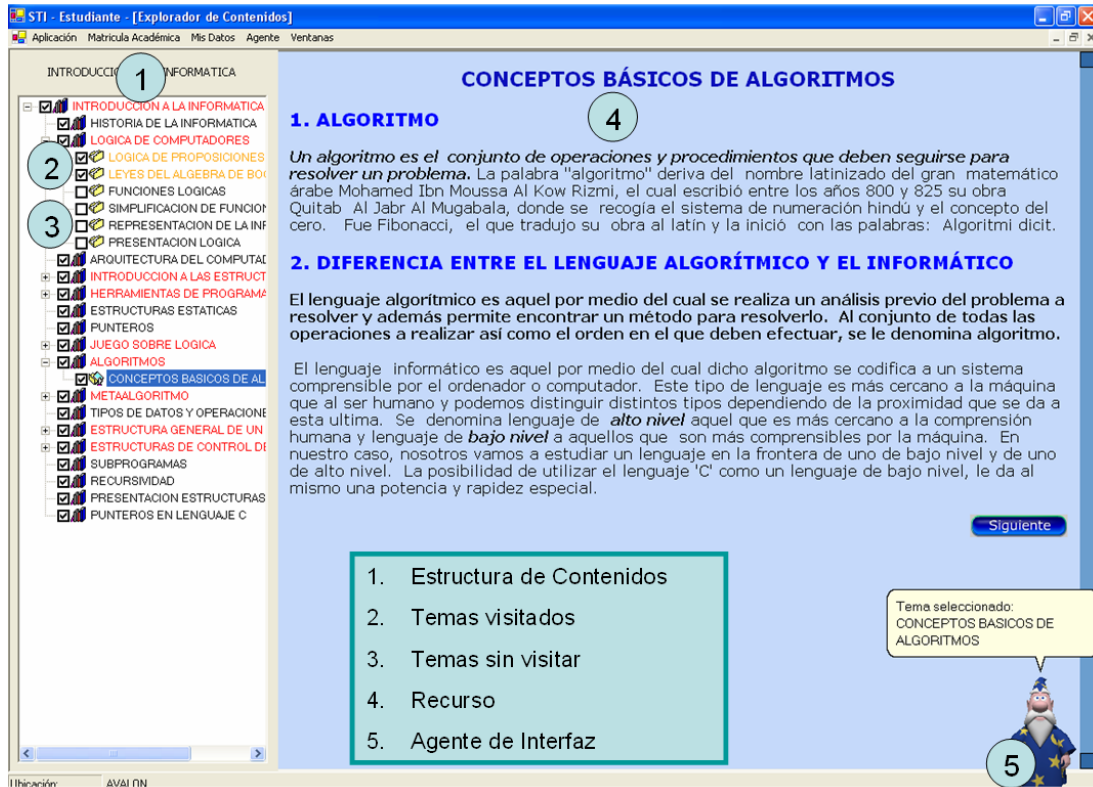


Figura 32. Screen Shot de visualizar contenidos personalizados

5.3.3.1 Caso de uso real

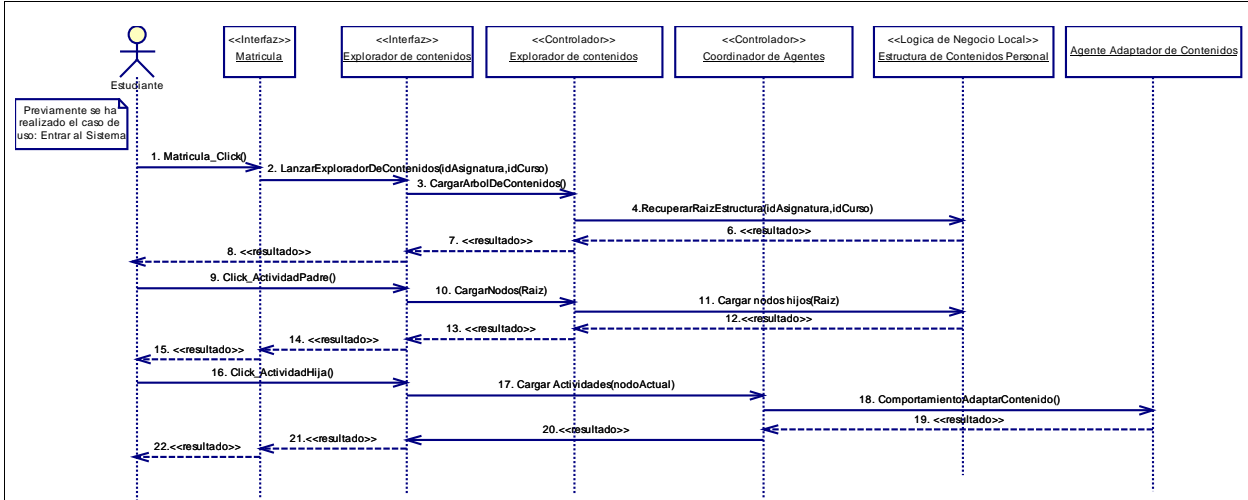
FORMATO CASO DE USO: VISUALIZAR CONTENIDOS PERSONALIZADOS	
Actores	
Estudiante (Iniciador).	
Este caso de uso comienza cuando el estudiante decide visualizar la estructura de contenidos del curso. El sistema solicita primero al estudiante que se loguee, invocando el caso de uso Entrar al Sistema. Después de este proceso el sistema presenta al estudiante la interfaz principal, donde éste visualiza la estructura de contenidos personalizada mediante información previamente recolectada de él (estilo de aprendizaje predominante, perfil). El controlador de la forma solicita dicha información a la clase Estructura de Contenidos Personal de Lógica de Negocios Local, la cual se comunica y propaga la solicitud a través de la referencia Proxy del servicio Web Fachada, quien se comunica con el servicio Web Estructura de Contenidos Personal de la lógica de Negocios, el cual gestiona la presentación de los contenidos de la asignatura y curso, y su personalización, ayudado del servicio Web Lógica de Servicios. Finalmente el sistema, envía la presentación de la estructura de contenidos personalizada de un curso. Este caso de uso finaliza cuando el estudiante: abandona el proceso, cierra la sesión o cierra la aplicación.	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El estudiante decide visualizar los contenidos de un curso específico.	2. El sistema redirecciona al estudiante a la interfaz de Conexión.
3. El estudiante utiliza el caso de uso Entrar al Sistema.	4. Si Entrar al sistema es exitoso, el sistema presenta la interfaz principal de la aplicación.
5. El estudiante visualiza a través del navegador la estructura de contenidos adaptada según su estilo de aprendizaje y las estrategias de aprendizaje básicas predefinidas (utilizando el caso de uso Armar estructura de contenidos personal).	



FORMATO CASO DE USO: VISUALIZAR CONTENIDOS PERSONALIZADOS

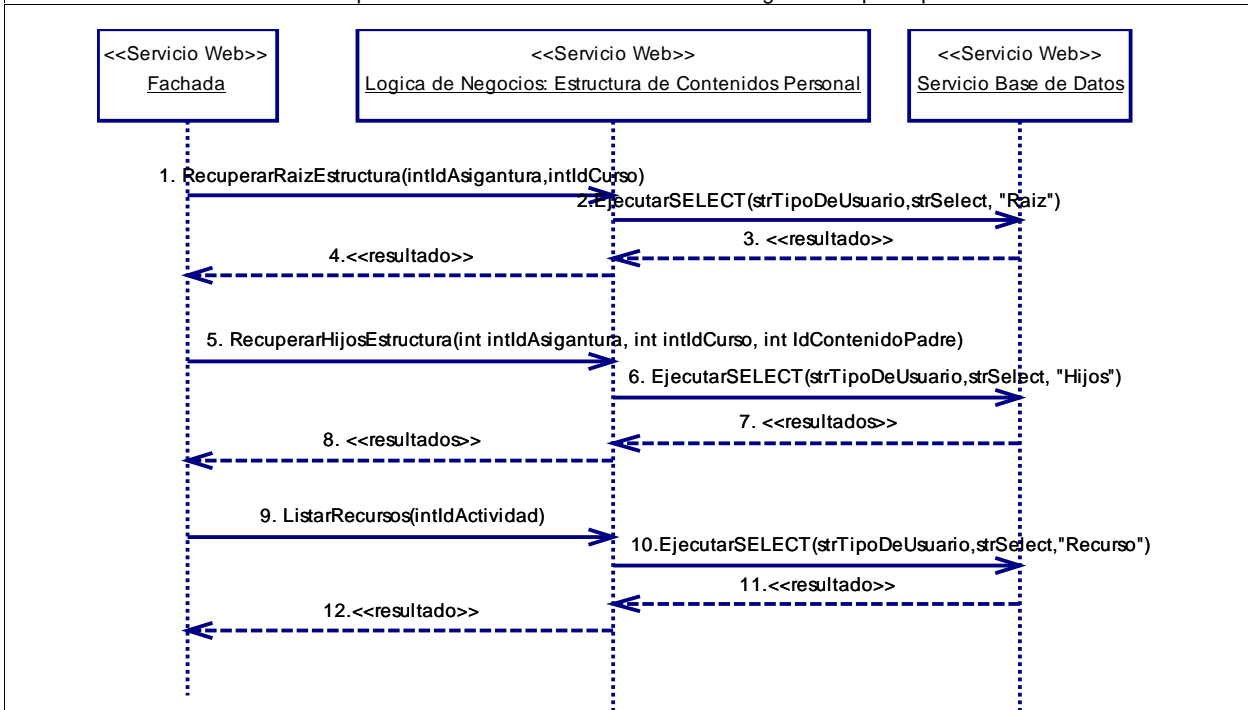
CAPA DE LOGICA DE PRESENTACION: DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL CASO DE USO VISUALIZAR CONTENIDOS PERSONALIZADOS

El estudiante escoge de su matrícula, la asignatura a cursar, esta información se envía a la clase Estructura de contenidos personal quien se encarga de armar la estructura de contenidos personalizada. Esta clase también está encargada de comunicarse y esperar respuesta del Servicio Web. Según el resultado, se despliega la estructura de contenidos personalizada según la información del estudiante (estilo de aprendizaje asociado).



CAPA DE LOGICA DEL NEGOCIO Y SERVICIOS: DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL CASO DE USO VISUALIZAR CONTENIDOS PERSONALIZADOS

El servicio Web Fachada, recibe desde la capa de presentación, la información referente a la personalización de la estructura de contenidos, este servicio Web delega al servicio Web Estructura de Contenidos Personal el proceso de personalización de la estructura de contenidos de acuerdo a la información del estilo de aprendizaje asociado predominante en el estudiante, utilizando el patrón experto. El servicio Web Estructura de Contenidos Personal procesa los datos e invoca al método respectivo de la clase de lógica Servicios base de datos, que se encarga de ejecutar el proceso de personalización contra la base de datos. Luego se informa del éxito o fracaso de dicho proceso a través del servicio Web hasta llegar a la capa de presentación.

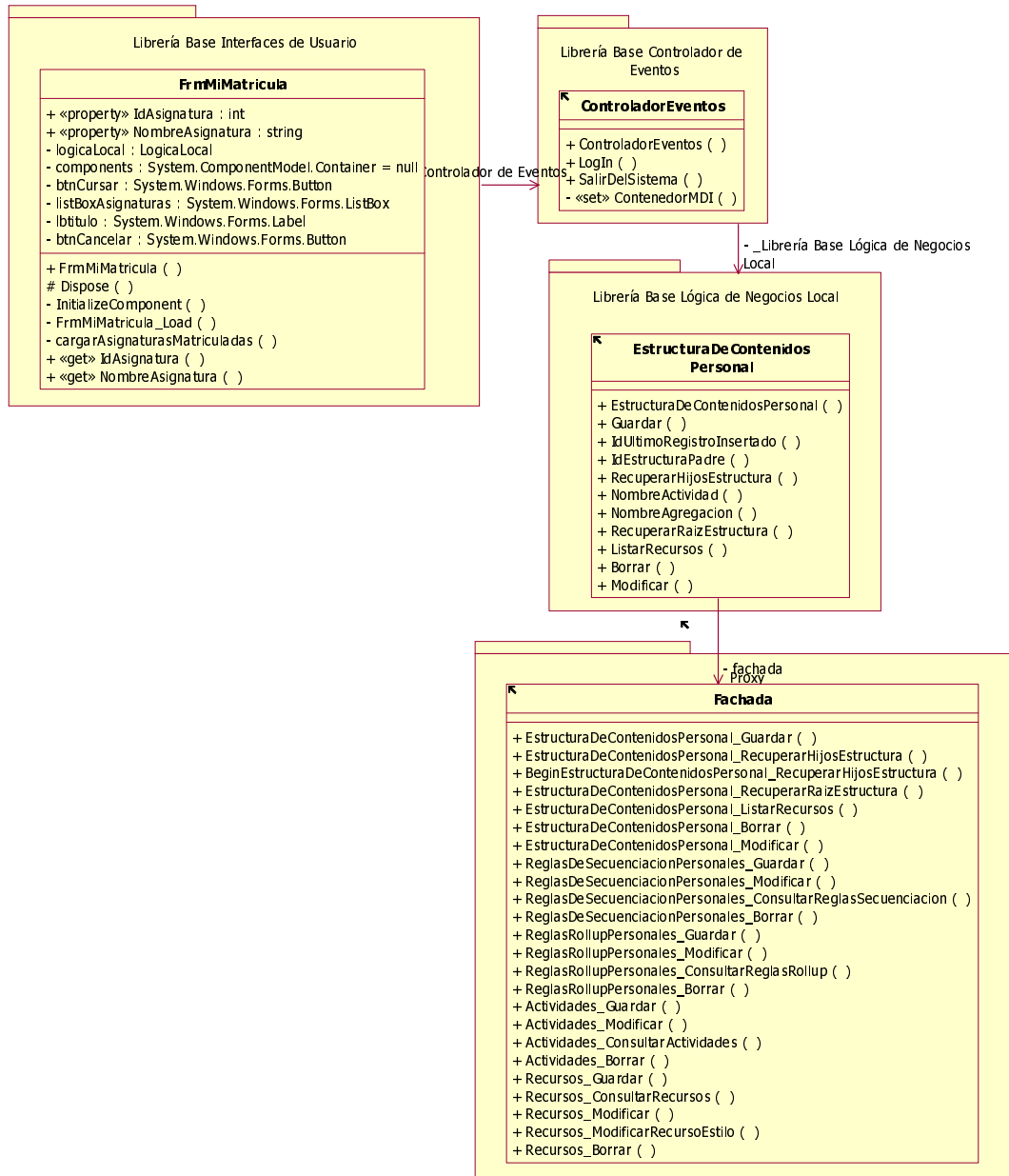




FORMATO CASO DE USO: VISUALIZAR CONTENIDOS PERSONALIZADOS

CAPA DE LOGICA DE PRESENTACION: DIAGRAMA DE CLASES DEL CASO DE USO VISUALIZAR CONTENIDOS PERSONALIZADOS

La interfaz Explorador de Contenidos se relaciona con el controlador a través de su código subyacente, que se relaciona con la lógica de negocios local por medio de la clase Estructura de Contenidos Personal, que se relaciona con el Proxy de Fachada, dado que visualizar contenidos personalizados utiliza métodos del Servicio Web de la aplicación.



CAPA DE LOGICA DEL NEGOCIO Y SERVICIOS: DIAGRAMA DE CLASES DEL CASO DE USO VISUALIZAR CONTENIDOS PERSONALIZADOS

Fachada instancia un objeto de Estructura de Contenidos Personal, para delegarle el proceso de visualización de contenidos personalizados. Existiendo una asociación directa entre ellas. El objeto Estructura de Contenidos utilizan los métodos adecuados de la clase de Servicios de la base de datos de acuerdo a la operación que se efectúe.

Tabla 45. Diseño del caso de uso Visualizar contenidos personalizados

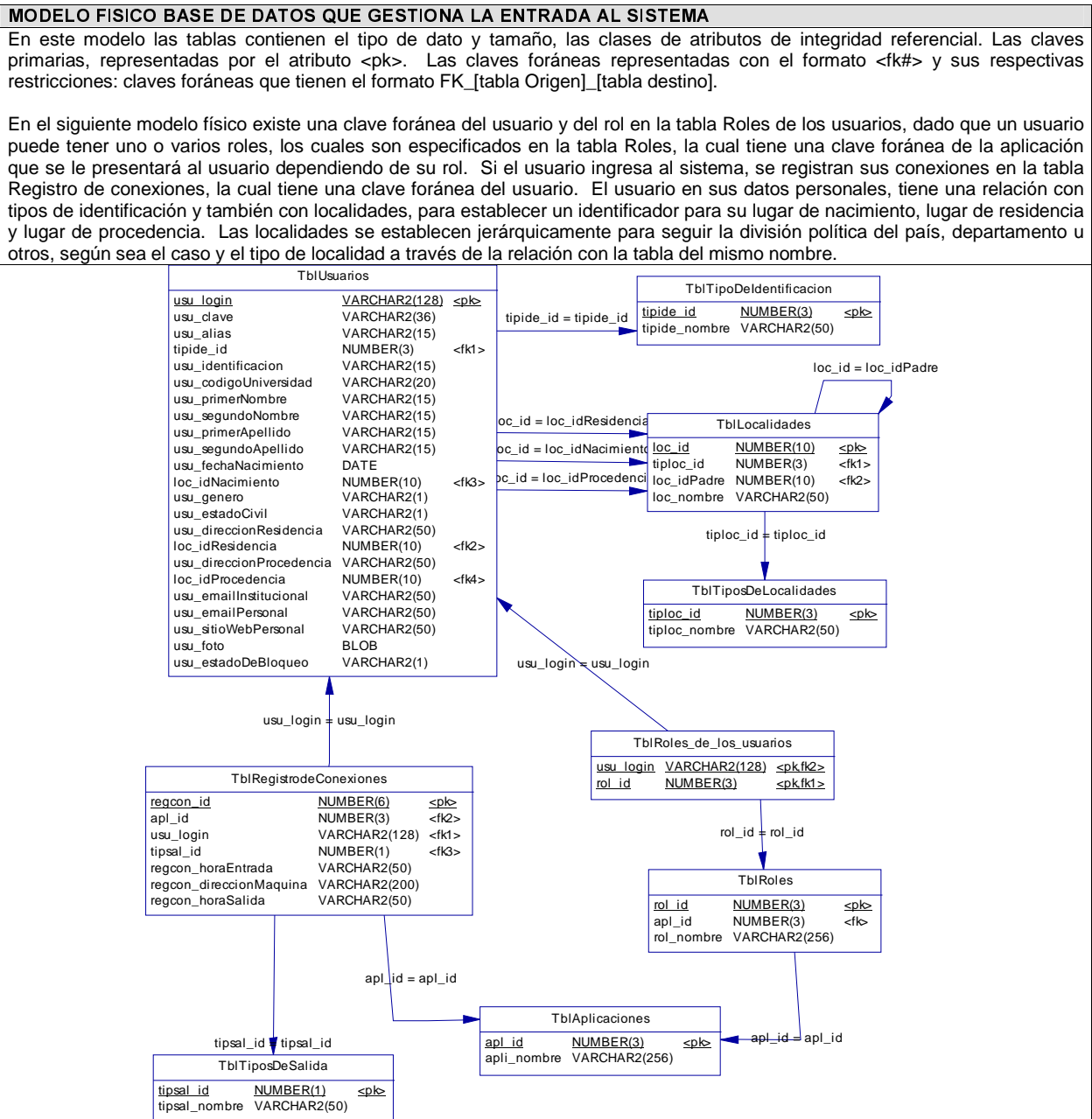


5.4 MODELO FISICO

A continuación se presentan los modelos físicos obtenidos de los modelos lógicos de datos expuestos en la etapa de análisis. Los demás modelos físicos se detallan en el Anexo A.

5.4.1 Modelo Físico de la base de datos que gestiona la entrada al sistema

En la fase de análisis se expuso el modelo relacional que gestiona la entrada al sistema. A continuación, se presenta el modelo físico de la base de datos. (Tabla 46).





5.4.2 Modelo Físico de la base de datos que gestiona los modelos de aprendizaje

En el capítulo anterior se expuso el modelo relacional que gestiona los modelos de aprendizaje. En la Tabla 47 se presenta el modelo físico de la base de datos.

MODELO FISICO BASE DE DATOS QUE GESTIONA LOS MODELOS DE APRENDIZAJE

En este modelo, las tablas contienen el tipo de dato y su tamaño, dos clases de atributos de integridad referencial. Las claves primarias, representadas por el atributo <pk>. Las claves foráneas representadas con el formato <fk#> y sus respectivas restricciones: de claves foráneas que tienen el formato FK_[tabla Origen]_[tabla destino].

En el siguiente modelo físico existe una clave foránea en estilos de aprendizaje que lo relaciona con el modelo de aprendizaje al que pertenece. Dado que un modelo puede tener uno o varios cuestionarios, existe una clave foránea en los cuestionarios. Las preguntas se asocian a los cuestionarios a través de la clave foránea. Para saber a que pregunta y estilo pertenece una respuesta se logra a través de las respectivas claves foráneas.

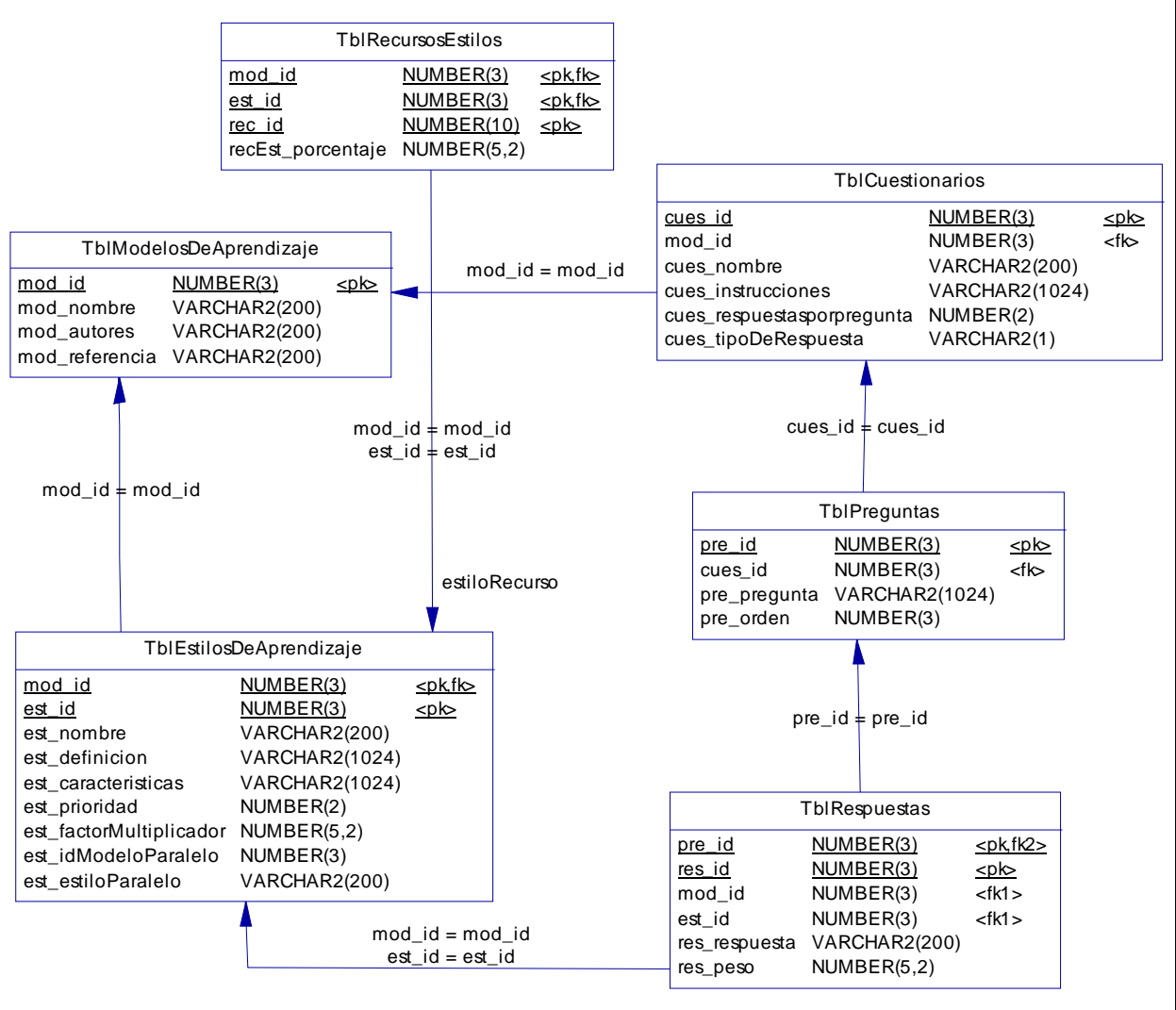


Tabla 47. Modelo Físico de la base de datos que gestiona los modelos de aprendizaje



5.4.3 Modelo Físico de la base de datos que gestiona la personalización de la estructura de contenidos

En el capítulo de análisis se expuso el modelo relacional que gestiona la personalización de la estructura de contenidos. A continuación, en la Tabla 48 se presenta el modelo físico de la base de datos.

MODELO FISICO BASE DE DATOS QUE GESTIONA LA PERSONALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTENIDOS

En este modelo, las tablas contienen el tipo de dato y su tamaño, dos clases de atributos de integridad referencial. Las claves primarias, representadas por el atributo <pk>. Las claves foráneas representadas con el formato <fk#> y sus respectivas restricciones: de claves foráneas que tienen el formato FK_[tabla Origen]_[tabla destino].

La estructura de contenidos personal tiene una llave foránea del Contenido Programático, para saber cual es el Contenido Programático vigente de la asignatura y curso, para lo cual se establecen llaves foráneas tanto en la estructura de contenidos, en el Contenido Programático y en la Estructura de Contenidos Personal.

La estructura de contenidos y la estructura de contenidos personal tienen claves foráneas de las agregaciones, actividades y objetivos para poder presentar la información del contenido a orientar en la asignatura.

Las actividades se relacionan con recursos a través de las claves foráneas para conocer los recursos asociados con los estilos de aprendizaje por medio de la entidad RecursosEstilos, para poder presentar al estudiante los recursos asociados a las actividades de acuerdo a los estilos de aprendizaje asociados al estudiante por medio de la llave foránea.

La estructura de contenidos personal tiene una llave foránea en si misma para poder establecer una jerarquía de contenidos. Cada estructura de contenido personal se asocia a una regla rollup por medio de una llave foránea en esta.

Las reglas de secuenciación personal tienen la llave foránea del tipo de regla y de acción que pueden efectuar. Además las reglas de secuenciación contienen la llave foránea de la estructura de contenidos personal sobre la cual se ejecutaran.

Estados actividad estudiante, permite registrar el desempeño que tiene el usuario-estudiante en el desarrollo del curso a través de la presentación de la estructura de contenidos personal por medio de las llaves foráneas propagadas que permiten establecer dicha información.

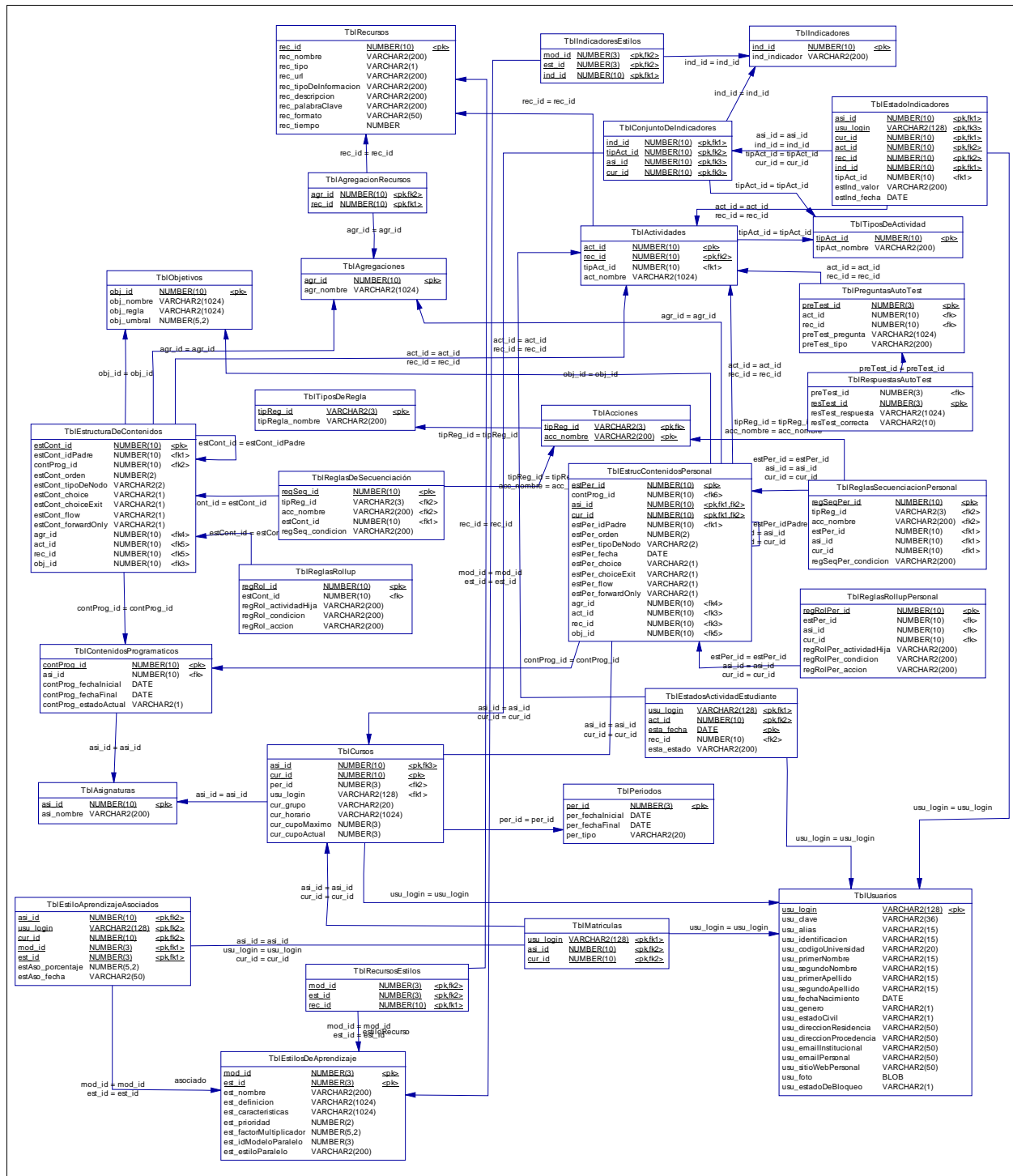


Tabla 48. Modelo Físico que gestiona la personalización de la estructura de contenidos



CAPITULO VI

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En este capítulo se presenta la plataforma o API construida en .Net para crear y controlar el ciclo de vida de los agentes y la implementación de los módulos del STI a través de las vistas de implementación, presentando los componentes principales de diseño y sus relaciones de forma independiente de los detalles técnicos y cómo se ha implementado la funcionalidad en la plataforma de ejecución (.NET Framework).

6.1 PLATAFORMA O API PARA LOS AGENTES

Para la construcción del módulo del STI apoyado en agentes inteligentes era necesario contar con una plataforma o API que permitiera crear y controlar el ciclo de vida de los agentes en la tecnología VS.Net, que es la plataforma donde se implementa el STI.

En busca de lo anterior se realizó una exploración tecnológica de las herramientas que permiten el desarrollo de sistemas multiagentes, se consideraron solo aquellas que siguen los estándares FIPA para la construcción de agentes, obteniendo como resultado que todas ellas trabajan sobre plataformas Java, impidiendo utilizarlas en tecnología VS.NET debido a problemas de interoperabilidad de protocolos de comunicación. Presentado este inconveniente se plantearon dos alternativas:

- *La primera*, conseguir la interoperabilidad entre una plataforma Java existentes y la tecnología .NET.
- *La segunda*, desarrollar una plataforma o API construida totalmente en .Net pero basada en los estándares FIPA y en alguna(s) de las plataformas Java.

Al explorar la primera opción, se buscó la interoperabilidad entre la plataforma Jade que es una herramienta de desarrollo de sistemas multiagente (SMA) que emplea Java y está basado en el estándar FIPA y .NET siguiendo las indicaciones de Martí Bayo Alemany [BAY03], lo cual permitió comprobar que era posible la construcción e instanciación de algunos agentes en .Net a través de Jade, con el inconveniente que algunos de los servicios que exponía la plataforma Jade no podían ser utilizados debido a problemas de comunicación entre las dos tecnologías. Debido a esto se optó por la segunda alternativa, tomando como base la plataforma Jade y comenzando un proceso de diseño de una plataforma construida totalmente en .NET en el lenguaje C#, que permitiera crear y controlar el ciclo de vida de los agentes.



6.1.1 Construcción de la Plataforma o API de agentes en VS.Net

Para la construcción de “**Agents**” la plataforma o API para los agentes en VS.Net se tomó como base la plataforma Jade, implementando aquellos servicios básicos que permitieran la creación, instanciación y control del ciclo de vida de los agentes, comenzando por:

6.1.1.1 FIPA-ACL

Se empleó FIPA-ACL como lenguaje de comunicación mediante la definición de un conjunto de performativas (ver Tabla 49) y propiedades públicas (ver Tabla 50) para el diálogo entre agentes, estas performativas y propiedades están encapsuladas dentro de la clase ACLMessage.

PERFORMATIVAS	PROPÓSITO
Accept_Proposal	Informa que se acepta la conversación previa para la realización de una acción.
Agree	Informa que se acepta la acción.
Cancel	Informa que se debe cancelar la acción.
Call_for_Proposal	Informa sobre el llamado a una oferta de acción.
Confirm	Confirma la realización de la acción.
Disconfirm	No confirma la realización de la acción.
Failure	Informa si se presenta un fallo.
Inform	Mensaje de información.
Inform_If	Mensaje de información previo a un pregunta.
Inform_Ref	Mensaje de información previo a una conversación.
Not_Understood	Informa que el mensaje no se ha comprendido.
Propagate	Permite identificar cuales son los agentes a los cuales debe ser propagado el mensaje.
Propose	Informa el propósito de una acción.
Proxy	Informa el Agente objetivo del mensaje.
Query_If	Respuesta a una pregunta.
Query_Ref	Respuesta a una referencia.
Refuse	Denegación a la petición y explicación de la denegación.
Reject	Rechazo de la petición.
Proposal	Oferta de acción.
Request	Respuesta a una acción.
Request_When	Petición cuando se realiza una acción.
Request_Whenever	Petición siempre que se realice una acción.
Subscribe	Suscripción a un servicio.

Tabla 49. Lista de Performativas – clase ACLMessage

PROPIEDAD	PROPÓSITO
public PerformativeList Performative	Obtiene o establece la performativa.
public string Sender	Obtiene o establece quien envía el mensaje
public string Receiver	Obtiene o establece quien recibe el mensaje.
public string Reply_to	Obtiene o establece a quien debería enviarse una réplica.
public object Content	Obtiene o establece el contenido del mensaje.
public string Language	Obtiene o establece el lenguaje de comunicación entre agentes.



PROPIEDAD	PROPÓSITO
public string Encoding	Obtiene o establece el tipo de codificación usado en la conversación.
public string Ontology	Obtiene o establece la Ontología de Comunicación para la conversación entre agentes.
public string Protocol	Obtiene o establece el protocolo de comunicación para la conversación entre los agentes.
public string Conversation_id	Obtiene o establece el identificador de la conversación entre agentes.
public string Reply_with	Obtiene o establece a quien se le envía una réplica.
public string In_reply_to	Obtiene o establece a quien se le envía una réplica.
public string Reply_by	Obtiene o establece quien envía una réplica.

Tabla 50. Lista de Propiedades - clase ACLMessage

6.1.1.2 Una clase Agente Básica

La clase **Agent** permite la implementación básica de un agente, mediante los elementos básicos de todo agente: lista de comportamientos, cola de mensajes, identificador del agente y plataforma en la cual fue construido el agente.

6.1.1.3 Comportamientos

Las tareas que realiza un agente se estructuran en comportamientos, que permiten que el agente sea implementado como un hilo (thread). Estos comportamientos se efectúan mediante delegados y eventos (ver Tabla 51) y métodos de las acciones del agente (ver Tabla 52).

DELEGADOS Y EVENTOS	PROPÓSITO
public delegate void DelegateAction();	Delegado para las acciones del agente
public event DelegateAction eventAction;	Evento que indica una acción a realizar por el agente.

Tabla 51. Delegados y eventos – Comportamiento del agente

MÉTODOS DE LAS ACCIONES	PROPÓSITO
private void Behaviour_Elapsed(object sender, System.Timers.ElapsedEventArgs e)	Método que ejecuta las acciones del agente.
public void Block(int Time)	Método que bloquea las acciones del agente.

Tabla 52. Lista de acciones del agente - comportamiento

6.1.1.4 Contenedor de agentes

Permite agrupar instancias de agentes, mediante atributos privados de los agentes (ver Tabla 53), propiedades (ver Tabla 54) y métodos para adicionar un agente al contenedor (ver Tabla 56).

ATRIBUTOS	PROPÓSITO
private ArrayList Agents	Lista de Agentes en el contenedor.
private String name	Nombre del contenedor de agentes.

Tabla 53. Atributos privados de los agentes – contenedor de agentes

PROPIEDADES	PROPÓSITO
public string Name	Obtiene o establece el nombre de la plataforma de agentes.

Tabla 54. Propiedades públicas de los agentes – contenedor de agentes

6.1.1.5 Runtime – Entorno de Ejecución.

El Runtime es la plataforma de agentes utilizada para la ejecución de los agentes, esta implementada mediante una instancia única (singleton), atributos privados (ver Tabla 55) y métodos públicos (ver Tabla 56).

ATRIBUTOS	PROPÓSITO
private ArrayList Containers;	Lista de contenedores en la clase Runtime.
private static Runtime _Instance;	Instancia única – singleton.

Tabla 55. Atributos privados de los agentes – Runtime

MÉTODOS	PROPÓSITO
public static Runtime GetInstance()	Método que implementa el patrón singleton.
public void AddContainer(Container newContainer)	Método para adicionar un contenedor a la plataforma.
public void Send(ACLMessage Msg)	Método usado para enviar un mensaje a un agente por medio de la plataforma.

Tabla 56. Métodos públicos de los agentes – Runtime

Una vez construidos los anteriores servicios se contó con una plataforma de agentes propia en .Net (Ver figura 33) que permite: crear y controlar el ciclo de vida de los agentes, los mensajes intercambiados al tener el servicio de transporte de mensajes (cola de mensajes) y un modelo de comunicación (FIPA –ACL).

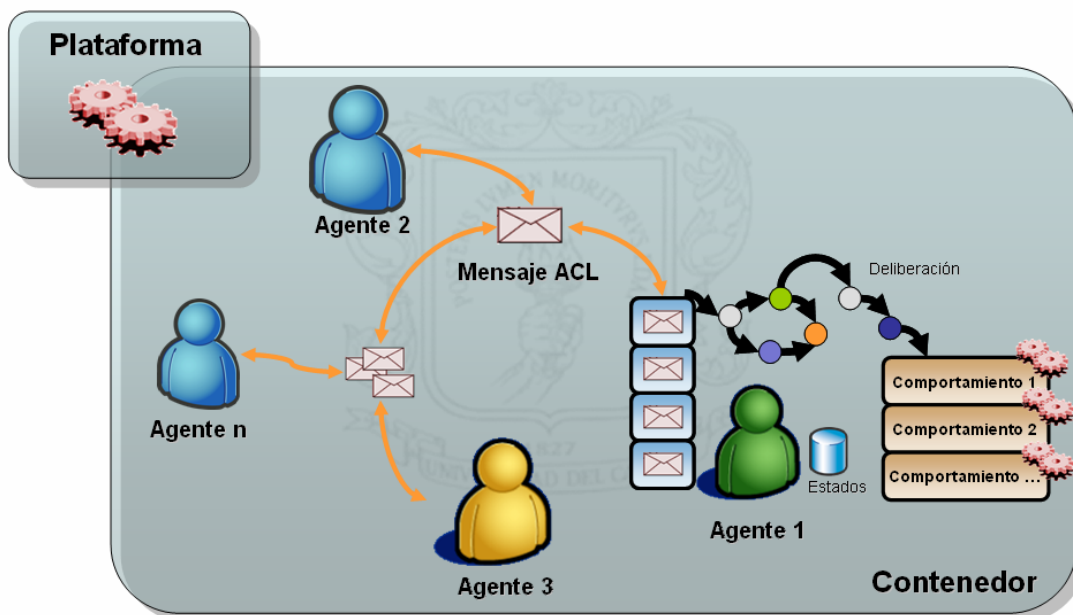


Figura 33. Arquitectura de la Plataforma de agentes en .Net

6.2 VISTA DE DESPLIEGUE DE LOS MÓDULOS DEL STI

Esta vista ilustra la distribución del procesamiento entre los distintos equipos que conforman la solución, incluyendo los servicios y procesos de base. Los elementos definidos en la vista lógica se "mapean" a componentes de software (servicios, procesos, etc.) que definen como se ejecutará la solución. En la Figura 34 se presenta la solución con sus tres nodos: Clientes, Servidor de Aplicación y Servidor de Base de Datos. Dentro de los nodos se ejecutan procesos, servicios y/o

componentes. El Cliente contiene los componentes relacionados con la presentación de la aplicación, **Interfaces de Usuario** y el **Agente de Interfaz**, el Servidor de aplicación despliega un conjunto de **Servicios Web** que representan la lógica de negocio soportados en el servidor de **Internet Information Server (IIS)**, el servidor de base de datos almacena la persistencia del sistema por medio de una base de datos **Oracle 10g**, todos estos servicios se comunican a través de protocolos estándar como HTTP, XML y SOAP.

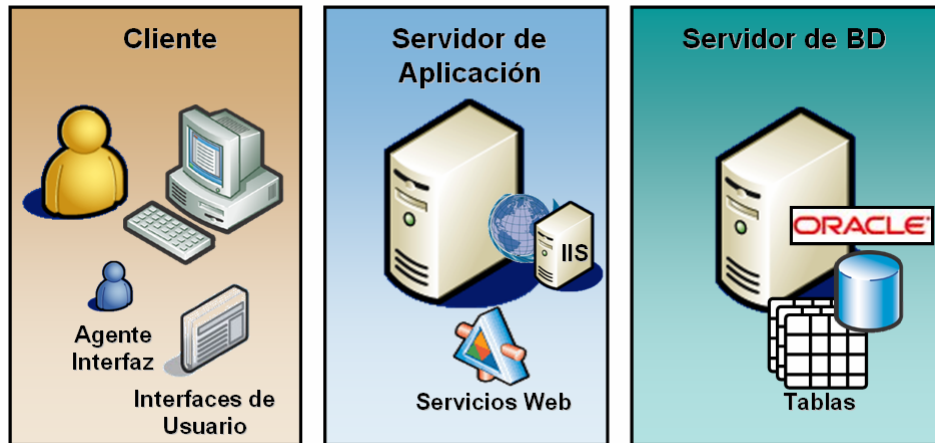


Figura 34. Vista de despliegue del Sistema

6.3 VISTA DE IMPLEMENTACIÓN

Esta vista describe cómo se implementaron los componentes agrupándolos en subsistemas organizados en capas y jerarquías, ilustra, además las dependencias entre éstos. Básicamente, se describe el mapeo desde los paquetes y clases del modelo de diseño a subsistemas y componentes implementados en el .NET Framework.

En Figura 35 se presenta cómo el patrón de diseño en capas planeado en la arquitectura del sistema puede llevarse a una implementación de **cliente inteligente**, desarrollando componentes físicos:

- **CLIENTE**
 - ✓ *Aplicaciones Windows:* **Aplicación del Estudiante, Aplicación del Profesor, Aplicación del Directivo, Aplicación del Administrador.** Cada una está implementada a través de un Proyecto Windows Forms compuesto por una interfaz de documento múltiple (MDI).
 - ✓ *Librería Base controlador de Eventos:* se implementó como una DLL que contiene clases que consiguen desacoplar las interfaces de usuario y la lógica de negocio logrando la separación vista controlador en el sistema.
 - ✓ *Librería Base Interfaces de Usuario:* es una DLL que contiene controles de usuario y Formularios necesarios para la recolección y visualización de datos del sistema.

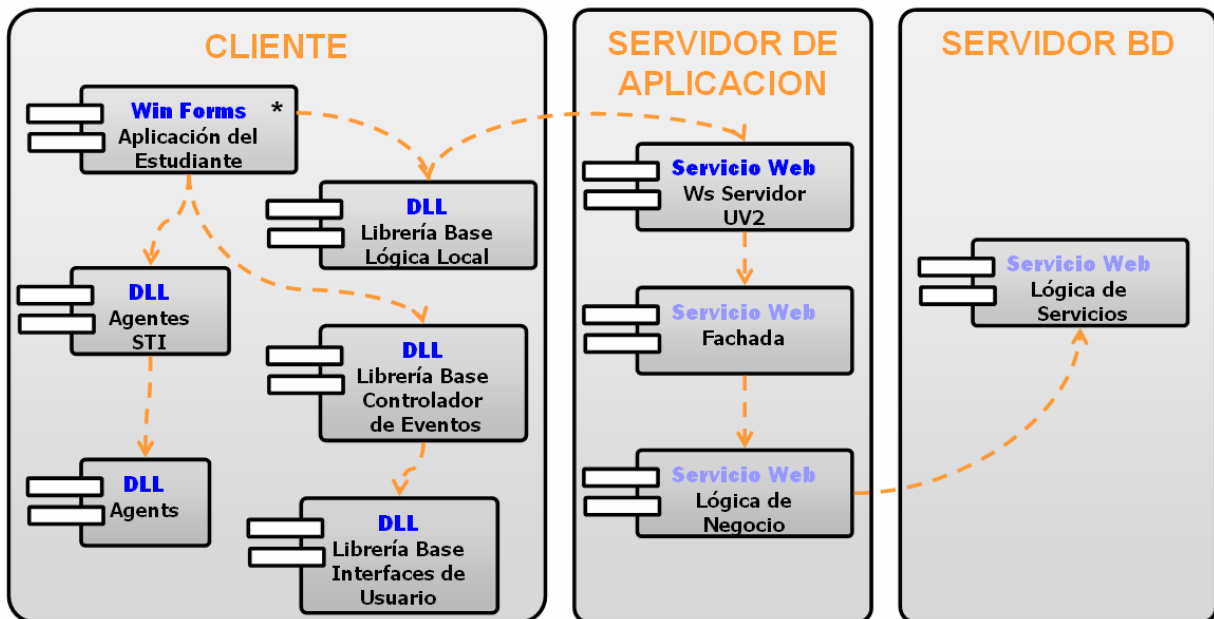
- ✓ *Agents*: esta librería representa la plataforma de agentes que controla el ciclo de vida de los agentes desarrollados en el Sistema, se implementó como un DLL usando .NET Framework versión 1.1.
- ✓ *Agentes STI*: Contiene los agentes encargados de realizar las operaciones de monitoreo, adaptación, etc., esta DLL se implementa sobre la librería de **Agents**, la cual da soporte a las operaciones de comunicación en el sistema Multi-Agente.

- **SERVIDOR DE APLICACIÓN**

- ✓ *Servidor UV2*: Contiene los **Servicios Web** correspondientes a la fachada del sistema y la lógica de negocio.
 - *Fachada*: Simplifica el acoplamiento entre el **Cliente** y la **Lógica de Negocio** ocultando el sistema complejo detrás de este servicio que hace las veces de pantalla, consigue aislar los posibles cambios que se puedan producir en alguna de las partes.
 - *Lógica de Negocio*: Esta porción de arquitectura se desarrolló utilizando servicios Web que permiten crear y garantizar las reglas de los clientes, y del sistema en general.

- **SERVIDOR DE BASE DE DATOS**

- ✓ *Lógica de Servicios*: se implementa a través de servicios Web y permite una separación del motor de base de datos sin impactar la estabilidad del sistema.



* Las aplicaciones del Profesor, Directivo y Administrador tienen las mismas relaciones físicas que la Aplicación del Estudiante, por este motivo no se ilustran en la figura.

Figura 35. Vista de Implementación



6.4 IMPLEMENTACIÓN

El siguiente listado desde la Tabla 57 la Tabla 61 presenta información acerca de la funcionalidad que hace parte del sistema de agentes. (Puede encontrar más información en el manual técnico de la aplicación):

Coordinador de Agentes

CoordinadorAgentes Constructor	Inicializa una instancia de la clase CoordinadorAgentes.
AgenteInterfaz_Detener	Permite Detener las acciones del Agente de Interfaz.
AgenteInterfaz_Hablar	Permite que el agente de interfaz lea un mensaje de texto
AgenteInterfaz_Mostrar	Permite que el agente de interfaz se muestre en pantalla.
AgenteInterfaz_Ocultar	Permite que el Agente se Oculte en la pantalla.
BienvenidaEstudiante	Realiza la Bienvenida usando el nombre del estudiante.
CargarActividades	Permite Cargar las actividades del Nodo Actual
CargarActividadesNuevas	Permite Cargar las nuevas actividades del nodo actual.
Inicializar	Permite cargar los datos iniciales del Agente de Interfaz.
CargarRecurso	Evento que permite Mostrar un recurso.

Tabla 57. Miembros del Coordinador de Agentes

Agente Perfil

AgentePerfil Constructor	Inicializa una instancia de la clase AgentePerfil.
AID (Hereda de Agent)	Obtiene o Establece el Identificador del Agente.
getMessage (Hereda de Agent)	Obtiene un mensaje de la Cola de Mensajes del Agente
Receive (Hereda de Agent)	Recibir mensajes
Start (Hereda de Agent)	Inicia los comportamientos de los agentes
Stop (Hereda de Agent)	Detiene los comportamientos de los Agentes

Tabla 58. Miembros de Agente Perfil

Agente Adaptador

AgenteAdaptadorContenido Constructor	Inicializa una instancia de la clase AgenteAdaptadorContenido.
AID (Hereda de Agent)	Obtiene o Establece el Identificador del Agente.
getMessage (Hereda de Agent)	Obtiene un mensaje de la Cola de Mensajes del Agente
Receive (Hereda de Agent)	Recibir mensajes



Start (Hereda de Agent)	Inicia los comportamientos de los agentes
Stop (Hereda de Agent)	Detiene los comportamientos de los Agentes
CargarRecurso	Evento que permite Cargar un Recurso

Tabla 59. Miembros de Agente Adaptador

Agente de Interfaz

AgenteInterfaz Constructor	Permite inicializar las instancias del Agente de interfaz
AID (Hereda de Agent)	Obtiene o Establece el Identificador del Agente.
Posición	Obtiene o Establece la posición del agente.
CargarAgente	Permite Cargar un Agente del sistema
Detener	Detiene todas las acciones del agente
getMessage (Hereda de Agent)	Obtiene un mensaje de la Cola de Mensajes del Agente
Hablar	Indica al agente cual es el texto a hablar
Mostrar	Permite visualizar el agente
Mover	Mueve el agente a las coordenadas especificadas
Ocultar	Oculto el agente de la pantalla
Receive (Hereda de Agent)	Recibir mensajes
Start (Hereda de Agent)	Inicia los comportamientos de los agentes
Stop (Hereda de Agent)	Detiene los comportamientos de los Agentes

Tabla 60. Miembros de Agente Interfaz

Agente monitor de contenido

AgenteMonitorContenido Constructor	Inicializa una instancia de la clase AgenteMonitorContenido.
AID (Hereda de Agent)	Obtiene o Establece el Identificador del Agente.
NodoActual.	Establece el Nodo que el Agente debe Monitorear
TiempoMonitoreo	Establece el Tiempo de Monitores para el Nodo
getMessage (Hereda de Agent)	Obtiene un mensaje de la Cola de Mensajes del Agente
Receive (Hereda de Agent)	Recibir mensajes
Start (Hereda de Agent)	Inicia los comportamientos de los agentes
Stop (Hereda de Agent)	Detiene los comportamientos de los Agentes

Tabla 61. Miembros de Agente Monitor de Contenido



CAPITULO VII

ETAPA DE PRUEBAS

7.1 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD

La prueba de funcionalidad desarrollada con el STI apoyado en agentes inteligentes consiste en una prueba simple que valida la adaptatividad de los contenidos en conjunto con los estilos de aprendizaje y las estrategias básicas de enseñanza-aprendizaje, esta prueba se realiza con el objetivo fundamental de validar la funcionalidad de los modelos conceptual y metodológico y del STI construido.

Dicha prueba se desarrolló en el curso de Informática I del programa de Ingeniería Electrónica dictado por el Ingeniero *Norman Hernando Muñoz Fandiño*. El modelo de aprendizaje establecido para este curso fue el modelo de aprendizaje de Felder y Silverman, el contenido a presentar y evaluar fue el correspondiente a los temas tratados durante el semestre en la asignatura Introducción a la Informática del programa de Ingeniería de Sistemas. Para el desarrollo de la prueba de funcionalidad se hizo uso de dos herramientas: una encuesta y la aplicación del STI para el estudiante.

A continuación se presenta el formato y los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los estudiantes del curso Informática I.

7.1.1 Formato Encuesta

La encuesta desarrollada por los estudiantes abarca dos partes:

- La primera parte permite clasificar al encuestado en los estilos de aprendizaje del modelo de Felder, a partir de la valoración que da el estudiante utilizando un puntaje entre 0 y 5. (Ver Tabla 62).

PRIMERA PARTE

1) De acuerdo a la información de las características presentada a continuación, califique de 0 a 5, aquella(s) que usted como estudiante cree tener.

- 5 -> Característica más destacada
0 -> Característica menos destacada.

CARACTERÍSTICAS

Nombre	Descripción	Calificación
Sensitivos	Usted entiende mejor la información a través de la vista, el oído o las sensaciones físicas.	()
Intuitivos	Usted entiende mejor la información a través de memorias, ideas, lecturas, etc.	()
Visuales	Usted entiende mejor la información a través de formatos visuales mediante cuadros, diagramas, gráficos, demostraciones, etc.	()
Verbales	Usted entiende mejor la información a través de formatos verbales mediante sonidos, expresión oral y escrita, fórmulas, símbolos, etc.	()
Secuenciales	Usted entiende mejor la información cuando implica un procedimiento secuencial.	()
Globales	Usted entiende mejor la información a través de un aprendizaje que implica un entendimiento global.	()
Activos	Usted entiende mejor la información cuando la procesa mediante tareas que implican actividades físicas o discusiones.	()
Reflexivos	Usted entiende mejor la información cuando la procesa a través de la reflexión.	()

Tabla 62. Clasificación de los estudiantes mediante encuesta

- El objetivo de la segunda parte es verificar si la presentación de los contenidos para el estudiante se adapta con el estilo de aprendizaje asociado predominante obtenido en la herramienta mediante el cuestionario del modelo de estilos de aprendizaje de Felder realizado al estudiante al momento de desarrollar el contenido del curso por primera vez. (Ver Figura 36)

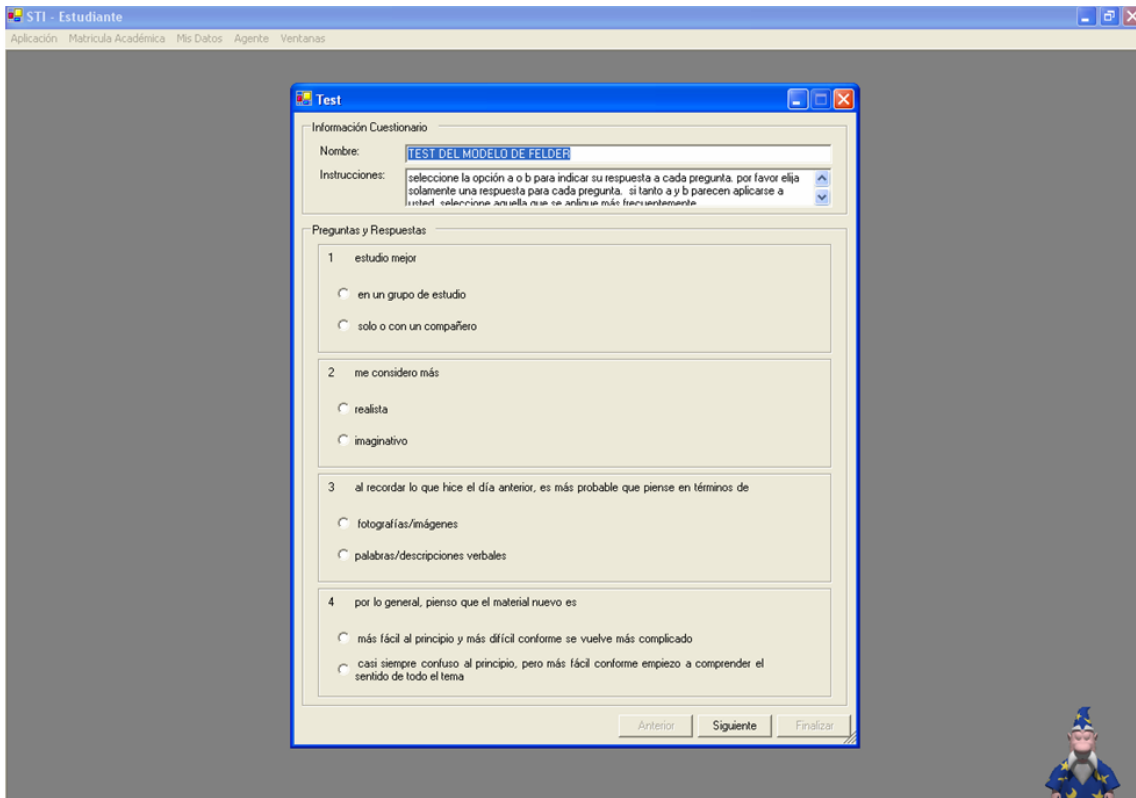


Figura 36. Screen Shot del Test del modelo de Felder y Silverman



SEGUNDA PARTE

2) Esta usted de acuerdo en la presentación de los contenidos de la asignatura “Introducción a la Informática”, según las características calificadas en la pregunta anterior. (Marque con una X).

a) Si

b) No

¿Por qué?

3) Para usted, la presentación de los contenidos establecida por la herramienta facilita su proceso de aprendizaje? (Marque con una X).

a) Si

b) No

¿Por qué?

4) ¿Considera usted que la presentación de contenidos establecida por la herramienta le ayudo a aprobar el examen de AutoTest planteado para el tema **algoritmos**? (Marque con una X).

a) Si

b) No

¿Por qué?

5) ¿Considera usted que la presentación de contenidos establecida por la herramienta le ayudo a aprobar el examen de AutoTest planteado para el tema **Meta-Algoritmos**? (Marque con una X).

a) Si

b) No

¿Por qué?

7.1.2 Resultados obtenidos

De los 40 estudiantes del curso Informática I, 16 asistieron a la prueba y contestaron la encuesta, 2 de ellos no desarrollaron el curso en la herramienta debido a la disponibilidad de equipos. Para el desarrollo de la prueba, los estudiantes tomaron un tiempo aproximado de 15 minutos para contestar la primera parte de la encuesta, 15 minutos para realizar el perfil inicial en la herramienta utilizando el Modelo de Felder, 30 minutos para desarrollar los temas correspondientes a Algoritmos y Meta-Algoritmos evaluados mediante el Auto-Test y 15 minutos para contestar la segunda parte de la encuesta.

En la siguiente (Tabla 63) se muestran los estudiantes de la asignatura, identificando aquellos que realizaron la prueba en la herramienta.

Nro.	Nombre Alumno	Código	¿Desarrolló la prueba?
1	ARCOS GOMEZ. CRISTIAN CAMILO	06051147	NO
2	ARISTIZABAL HERNANDEZ. JUAN PABLO	06051015	NO
3	BUITRON PAREJA. DANNEY LILIANA	06051050	NO
4	BURBANO SANCHEZ. CARMENZA ZURLEY	06051094	SI
5	CASTILLO NARVAEZ. WILLIAM GERARDO	06051033	NO
6	CASTRO. GUARACA CRISTIAN ANDRES	06051063	NO
7	CEBALLOS MORENO. OSCAR FERNANDO	06051070	SI
8	CERON IBARRA. DANIEL ERNESTO	06051120	NO



Nro.	Nombre Alumno	Código	¿Desarrolló la prueba?
9	CERON PLAZA. ALEXANDRA	06051075	NO
10	CHICANGANA MUÑOZ. CARLOS ALBEIRO	06051069	NO
11	COLLAZOS CASTRO. NESTOR JULIAN	06051056	NO
12	FALS MEJIA. JAIME ENRIQUE	06042022	SI
13	GAMBOA MUÑOZ. HECTOR FABIAN	06042023	NO
14	GARCIA HERRERA. JOHNNATAN ALEXANDER	06051084	SI
15	GONZALEZ SANDOVAL. RAFAEL RICARDO	06051141	SI
16	GUERRERO ERASO. JUAN CARLOS	06042027	NO
17	HURTADO SOLANO. JULIANA ANDREA	06051104	NO
18	IMBACHI ARBOLEDA. DEISY FRANCELY	06051025	NO
19	LEDESMA ERASO. OSCAR MANUEL	06051113	NO
20	MARTINEZ CERON. LEYDI CAROLINA	06051135	NO
21	MEDINA CHICUE. WILMAN MANUEL	06041073	NO
22	MERA ARCOS. ANDRES FELIPE	06051020	SI
23	OBANDO IBARRA. CHRISTIAN HERNAN	06051093	SI
24	ORDOÑEZ MUÑOZ. ROBINSON	06051122	NO
25	PALACIOS HOYOS. HAVER LEOVIGILDO	06042044	NO
26	PALACIOS LEDEZMA. CHRISTIAN HOSEP	06042073	NO
27	PINEDA BRAVO. CRISTIAN DAVID	06042045	SI
28	PUERTO ROJAS. DIEGO MAURICIO	06051021	SI
29	RENGIFO MONTENEGRO. DANIEL ESTEBAN	06051154	SI
30	RENGIFO VELASCO. WILMAR JOHAN	06051058	SI
31	RIASCOS HURTADO. JAVIR EDSON	06042075	NO
32	RUIZ ENCISO. EDINSON	06051115	NO
33	SANCHEZ RODRIGUEZ. HERMES YILMAR	06051159	NO
34	SEVILLA. ORDOÑEZ PAOLA ANDREA	06051128	NO
35	TERAN RAMIREZ. LAURA BEATRIZ	06051031	SI
36	TROCHEZ LEDEZMA. LUIS EDUARDO	06051061	SI
37	TRUJILLO CIFUENTES. DIANA ISABEL	06051151	NO
38	UNIGARRO SANTACRUZ. ERNESTO CAMILO	06051040	NO
39	VELASCO VIRAMA. JOSE LUIS	06051045	NO
40	VIDAL OROZCO. JUAN JOSE	06051077	SI

Tabla 63. Estudiantes de Informática I – Ingeniería Electrónica.

La Tabla 64 presenta los datos numéricos recolectados en la primera parte de la encuesta, estos resultados muestran que el estilo de aprendizaje asociado que cuenta con el promedio más alto es el Visual.

Estudiante	Sensitivos	Intuitivos	Visuales	Verbales	Secuenciales	Globales	Activos	Reflexivos	Totales
ANDRÉS FELIPE ARCOS	4	2	4	3	5	4	5	3	30
CARMEN ZURLEY BURBANO	4	3	5	3	4	3	4	5	31
CHRISTIAN HERNAN OBANDO	5	4	5	5	5	3	4	5	36
CRISTIAN DAVID PINEDA	4	5	4	3	5	3	5	4	33

Estudiante	Sensitivos	Intuitivos	Visuales	Verbales	Secuenciales	Globales	Activos	Reflexivos	Totales
DANIEL ESTEBAN RENGIFO	5	4	4	3	4	4	4	5	33
DIEGO MAURICIO PUERTO	4	3	3	5	3	4	5	4	31
ERNESTO CAMILO UNIGARRO	5	4	5	4	4	5	5	4	36
HECTOR FABAN GAMBOA	5	4	5	4	5	5	5	5	38
JAIME ENRIQUE FALS	4	3	4	3	4	4	4	4	30
JOHNNATAN GARCIA	4	4	4	3	4	4	3	2	28
JUAN JOSE VIDAL OROZCO		4	3	3	3	3	4	3	23
LAURA BEATRIZ TERAN	5		5	4	0		2		16
LUIS EDUARDO TROCHES	4	3	4,5	5	4	5	5	3	34
OSCAR FERNANDO CEBALLOS	4	3	5	3	4	4	5	5	33
RAFAEL RICARDO GONZALES	4	3	5	3	4	4	4	3	30
WILMAR JOHAN RENGIFO	4	4	4	4	3	4	4	3	30
Promedios	4,06	3,31	4,34	3,63	3,81	3,69	4,25	3,63	

Tabla 64. Datos recolectados de los estilos de aprendizaje de los estudiantes según la encuesta

Después de obtener los resultados utilizando la encuesta, se realiza una comparación con los datos generados por la herramienta del profesor (Figura 37), en donde se presenta el reporte de cada uno de los estudiantes, sus estilos de aprendizaje asociados y una gráfica porcentual de los estilos de aprendizaje dominantes en el curso, en este caso todos tienen como estilo de aprendizaje principal asociado el Visual.

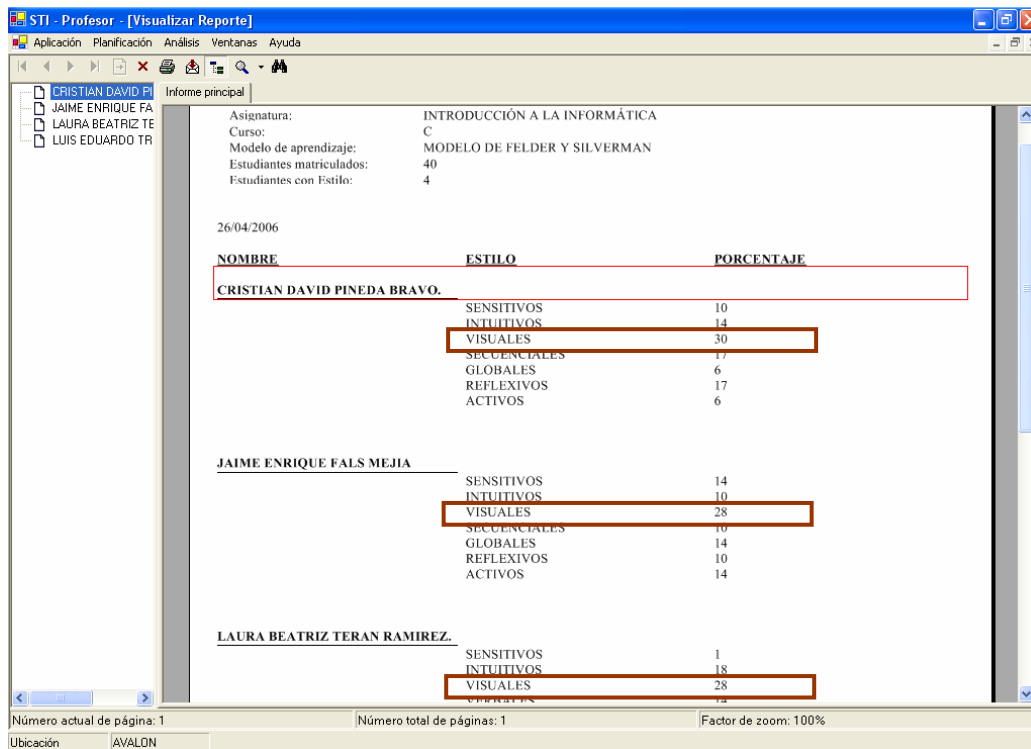


Figura 37. Reporte de Estilos de aprendizaje para el Curso de Introducción a la Informática.



La Tabla 65 presenta en detalle los datos obtenidos del sistema, cada estudiante tiene asociado a nivel porcentual un estilo de aprendizaje, dos de los estudiantes no tiene estilos asociados debido a que no realizaron el Test.

Estudiante	Sensitivos	Intuitivos	Visuales	Verbales	Secuenciales	Globales	Activos	Reflexivos	Totales
ANDRÉS FELIPE ARCOS	13%	9%	28%	6%	16%	6%	9%	13%	100%
CARMEN ZURLEY BURBANO	12%	7%	28%	15%	15%	4%	12%	7%	100%
CHRISTIAN HERNAN OBANDO	21%	3%	30%	0%	13%	10%	13%	10%	100%
CRISTIAN DAVID PINEDA	10%	14%	30%	0%	17%	6%	6%	17%	100%
DANIEL ESTEBAN RENGIFO	14%	9%	30%	0%	9%	14%	0%	24%	100%
DIEGO MAURICIO PUERTO	12%	8%	28%	12%	10%	7%	7%	15%	99%
ERNESTO CAMILO UNIGARRO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
HECTOR FABAN GAMBOA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
JAIME ENRIQUE FALS	14%	10%	28%	0%	10%	14%	14%	10%	100%
JOHNNATAN GARCIA	8%	13%	28%	8%	16%	6%	8%	13%	100%
JUAN JOSE VIDAL OROZCO	13%	8%	28%	8%	6%	16%	8%	13%	100%
LAURA BEATRIZ TERAN	1%	18%	28%	14%	14%	5%	12%	8%	100%
LUIS EDUARDO TROCHES	14%	9%	28%	3%	14%	9%	14%	9%	100%
OSCAR FERNANDO CEBALLOS	19%	5%	26%	15%	15%	1%	11%	8%	100%
RAFAEL RICARDO GONZALES	7%	15%	27%	3%	10%	14%	7%	15%	98%
WILMAR JOHAN RENGIFO	24%	0%	29%	0%	16%	7%	10%	14%	100%
Promedios	11%	8%	25%	5%	11%	7%	8%	11%	

Tabla 65. Datos Recolectados – Herramienta del Profesor

Después de recolectar los datos mediante la encuesta y la herramienta se observa que el estilo de aprendizaje predominante es el visual, lo que permite validar la efectividad del sistema para la recolección de datos relacionados con el perfil del estudiante a partir de los estilos de aprendizaje asociados.

La segunda parte de la prueba consiste en validar la eficacia en la presentación de los contenidos a partir del perfil obtenido por la herramienta para cada uno de los estudiantes, para esto se utiliza la parte de la encuesta con la siguiente información:

- Para la pregunta número 2: “Esta usted de acuerdo en la presentación de los contenidos de la asignatura “Introducción a la Informática”, según las características calificadas en la pregunta anterior”. Se determinó que el 87% de los estudiantes contestaron afirmativamente a la pregunta y un 13% contestaron negativamente. (ver Tabla 66Tabla 66).

Estudiante	2	
	SI	NO
ANDRÉS FELIPE ARCOS	1	0
CARMEN ZURLEY BURBANO	0	1
CHRISTIAN HERNAN OBANDO	1	0
CRISTIAN DAVID PINEDA	1	0
DANIEL ESTEBAN RENGIFO	1	0
DIEGO MAURICIO PUERTO	1	0

Estudiante	2	
	SI	NO
ERNESTO CAMILO UNIGARRO	1	0
HECTOR FABAN GAMBOA	1	0
JAIME ENRIQUE FALS	1	0
JOHNNATAN GARCIA	1	0
JUAN JOSE VIDAL OROZCO		
LAURA BEATRIZ TERAN	1	0
LUIS EDUARDO TROCHES	0	1
OSCAR FERNANDO CEBALLOS	1	0
RAFAEL RICARDO GONZALES	1	0
WILMAR JOHAN RENGIFO	1	0
Promedios	13	2

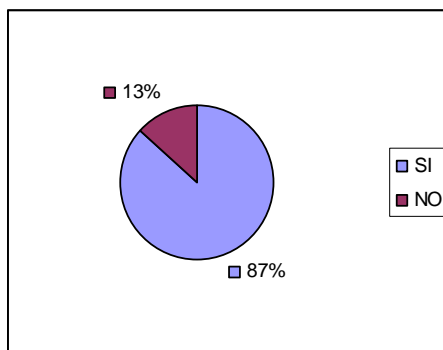


Tabla 66. Resultados Pregunta 2 – Encuesta

- Para la pregunta número 3: “Para usted, la presentación de los contenidos establecida por la herramienta facilita su proceso de aprendizaje?”. Se determinó que el 94% de los estudiantes contestaron afirmativamente a la pregunta y un 6% contestaron negativamente. (Ver Tabla 67).

Estudiante	3	
	SI	NO
ANDRÉS FELIPE ARCOS	1	0
CARMEN ZURLEY BURBANO	1	0
CHRISTIAN HERNAN OBANDO	1	0
CRISTIAN DAVID PINEDA	1	0
DANIEL ESTEBAN RENGIFO	1	0
DIEGO MAURICIO PUERTO	1	0
ERNESTO CAMILO UNIGARRO	1	0
HECTOR FABAN GAMBOA	1	0
JAIME ENRIQUE FALS	1	0
JOHNNATAN GARCIA	0	1
JUAN JOSE VIDAL OROZCO	1	0
LAURA BEATRIZ TERAN	1	0
LUIS EDUARDO TROCHES	1	0
OSCAR FERNANDO CEBALLOS	1	0
RAFAEL RICARDO GONZALES	1	0
WILMAR JOHAN RENGIFO	1	0
Promedios	15	1

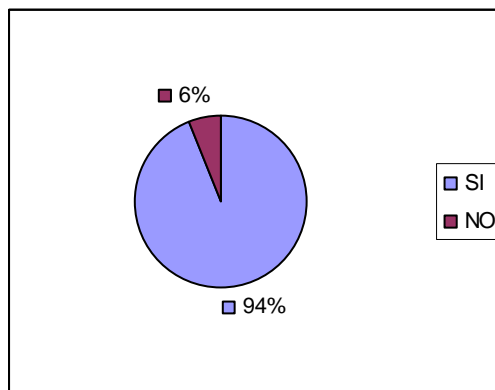


Tabla 67. Resultados Pregunta 3 – Encuesta

- Para la pregunta número 4: “¿Considera usted que la presentación de contenidos establecida por la herramienta le ayudó a aprobar el examen de AutoTest planteado para el tema **algoritmos**?”. Se estableció que el 81% de los estudiantes contestaron afirmativamente a la pregunta y un 19% contestaron negativamente. (Ver Tabla 68).

Estudiante	4	
	SI	NO
ANDRÉS FELIPE ARCOS	0	1
CARMEN ZURLEY BURBANO	1	0
CHRISTIAN HERNAN OBANDO	1	0
CRISTIAN DAVID PINEDA	1	0
DANIEL ESTEBAN RENGIFO	1	0
DIEGO MAURICIO PUERTO	0	1
ERNESTO CAMILO UNIGARRO	1	0
HECTOR FABAN GAMBOA	1	0
JAIME ENRIQUE FALS	1	0
JOHNNATAN GARCIA	1	0
JUAN JOSE VIDAL OROZCO	1	0
LAURA BEATRIZ TERAN	1	0
LUIS EDUARDO TROCHES	1	0
OSCAR FERNANDO CEBALLOS	1	0
RAFAEL RICARDO GONZALES	0	1
WILMAR JOHAN RENGIFO	1	0
Promedios	13	3

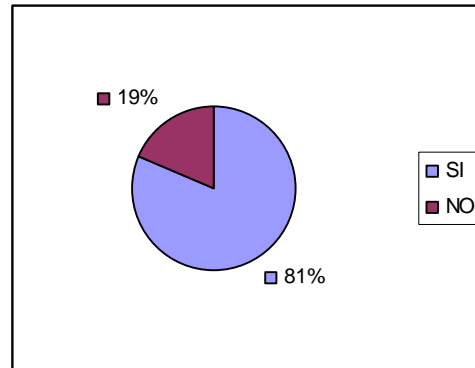


Tabla 68. Resultados Pregunta 4 – Encuesta

- Para la pregunta número 5: “Considera usted que la presentación de contenidos establecida por la herramienta le ayudo a aprobar el examen de AutoTest planteado para el tema **Meta-Algoritmos?**”

Se determinó que el 80% de los estudiantes contestaron afirmativamente a la pregunta y un 20% contestaron negativamente. (Ver Tabla 69).

Estudiante	5	
	SI	NO
ANDRÉS FELIPE ARCOS	1	0
CARMEN ZURLEY BURBANO	1	0
CHRISTIAN HERNAN OBANDO	0	1
CRISTIAN DAVID PINEDA	1	0
DANIEL ESTEBAN RENGIFO	1	0
DIEGO MAURICIO PUERTO	0	1
ERNESTO CAMILO UNIGARRO	1	0
HECTOR FABAN GAMBOA	1	0
JAIME ENRIQUE FALS	1	0
JOHNNATAN GARCIA	1	0
JUAN JOSE VIDAL OROZCO		
LAURA BEATRIZ TERAN	1	0
LUIS EDUARDO TROCHES	1	0
OSCAR FERNANDO CEBALLOS	0	1
RAFAEL RICARDO GONZALES	1	0
WILMAR JOHAN RENGIFO	1	0
Promedios	12	3

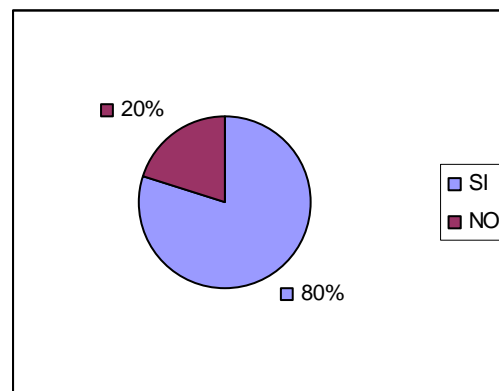


Tabla 69. Resultados Pregunta 5 – Encuesta



Después de recopilar los resultados de la segunda parte de la encuesta (preguntas 2 a 5), se puede afirmar que más del 80% de los estudiantes estuvieron de acuerdo y satisfechos con la presentación de la estructura de contenidos adaptada por el STI para cada uno a partir de su estilo de aprendizaje asociado predominante.

La prueba de funcionalidad realizada permitió verificar el proceso de adaptatividad de la presentación de contenidos, al corroborar que la estructura de contenidos presentada a los estudiantes a través de la herramienta del módulo del STI apoyada en agentes inteligentes se construye y/o personaliza de acuerdo al estilo de aprendizaje más sobresaliente en cada uno de los estudiantes.

7.1.3 Problemas presentados

El problema que se presentó durante la realización de la prueba de funcionalidad fue básicamente a nivel tecnológico, debido a que la aplicación tenía el servidor de Lógica de Negocios en un equipo con sistema operativo Windows XP y éste solo soporta 10 conexiones a los servicios Web al tiempo, impidiendo que todos los estudiantes accedieran a la aplicación de forma simultánea teniendo que esperar que otro estudiante que estuviera utilizando la aplicación se desconectara.

Para solucionar dicho problema el servidor de Lógica de Negocio fue montado en un equipo con sistema operativo Windows 2003 que al poseer características de servidor ofrece la posibilidad de establecer las opciones de rendimiento relativas a la memoria y al número de conexiones Web que se pueden realizar a un directorio virtual soporta un mayor número de conexiones, permitiendo que el acceso a la aplicación no sea limitado si el número de conexiones al mismo tiempo sobrepasa las 10.

CAPITULO VIII INTEGRACIÓN

La integración asegurará que todos los usuarios dispongan de una versión del software que cuente con todos los componentes que hacen parte de una solución, esto podría conllevar a problemas debido a que varios grupos deben trabajar en una única solución. Desde el punto de vista de la arquitectura software este problema suele tratarse mediante la definición de componentes y conectores. Los componentes encapsulan los aspectos computacionales de la aplicación, mientras que los conectores describen los patrones de interacción entre ellos.

Para evitar los problemas que pudieran surgir de la integración se tomaron en cuenta varios aspectos:

- Desarrollar una arquitectura transversal y que permitiera a los proyectos un acoplamiento uniforme. La Figura 38 presenta la arquitectura final del sistema, los componentes con el recuadro representan los componentes particulares de los proyectos que se integraron a la solución.

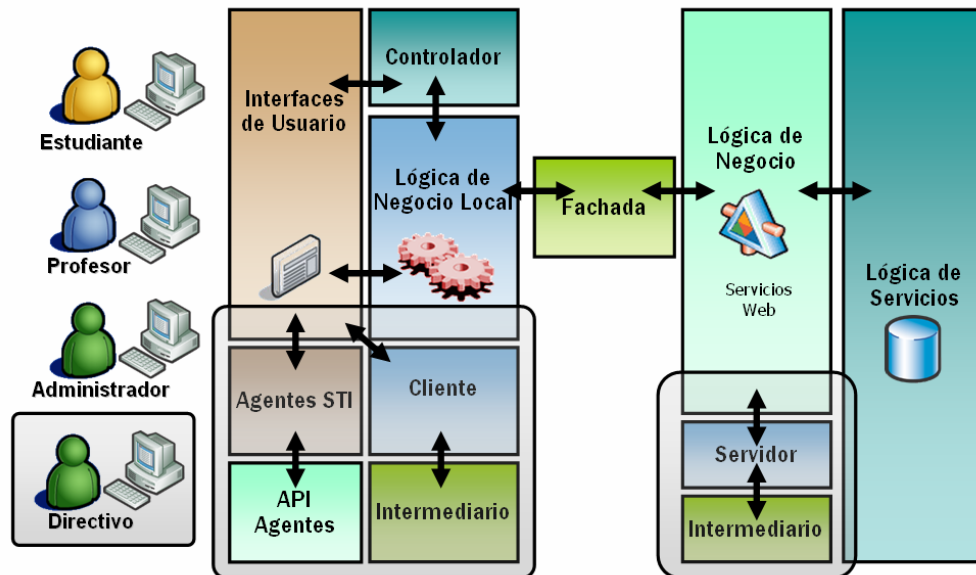


Figura 38. Arquitectura integrada del Sistema

- Realizar un control de versiones utilizando una herramienta que facilite el control de código fuente, con un sistema que permita que el servidor almacene y realice un seguimiento de las versiones de los archivos, además de controlar el acceso a los mismos. La tecnología usada para lograr lo anterior fue **Visual Source Safe (VSS)**, la Figura 39 muestra como los proyectos fueron integrados con el servidor de Oracle y el servidor de VSS.

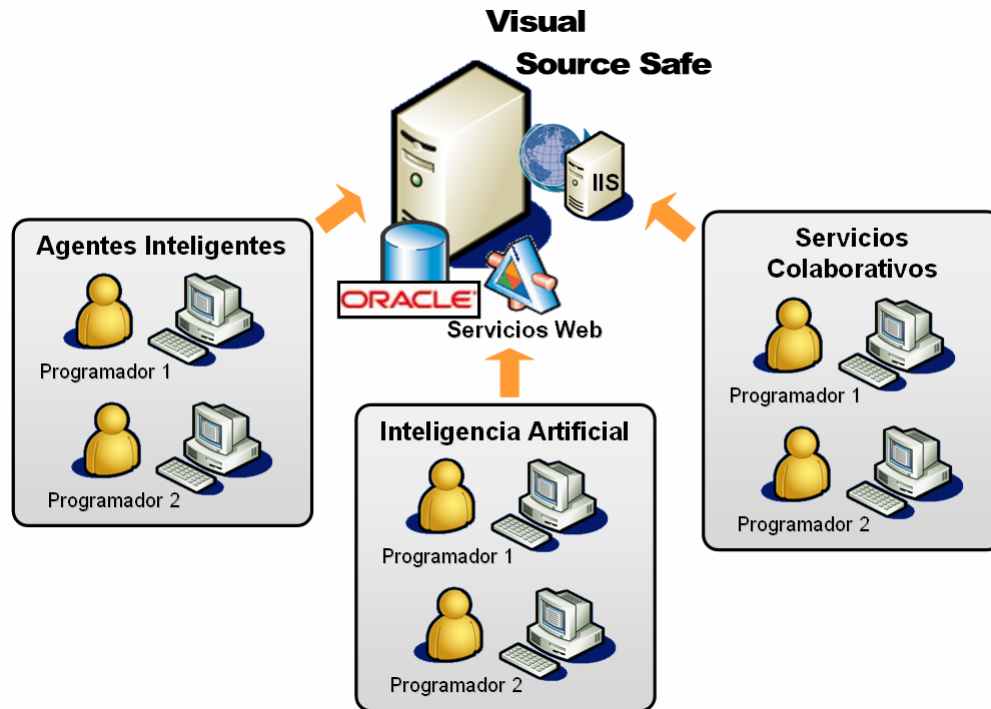


Figura 39. Control de código fuente

8.1 PROYECTOS INTEGRADOS A LA SOLUCIÓN

El macroproyecto Unicauca Virtual Fase 2, está compuesto en su totalidad por 5 proyectos:

- *Agentes inteligentes para adaptar la presentación de contenidos para cursos de educación en línea.*
- *Herramienta Software para el apoyo del aprendizaje colaborativo en la educación en Línea.- TELI.*
- *Solución informática para la edición cooperativa de diagramas de clase con UML.- POO -*
- *Inteligencia Artificial en la generación de estrategias de aprendizaje de un Sistema Tutor Inteligente.*
- *Sistema de apoyo para la toma de decisiones en Unicauca Virtual utilizando Data Warehouse y OLAP.*

La integración realizada entre los anteriores proyectos es de forma parcial, debido que al momento de finalización del presente proyecto, los otros proyectos no habían terminado en su totalidad.

Dicha integración se efectuó con los proyectos TELI e Inteligencia artificial. Donde el aporte del proyecto de TELI es a nivel del macroproyecto Unicauca Virtual, dado que permite contar con la



herramienta Chat como servicio colaborativo que facilita la comunicación entre los integrantes del grupo.

El grupo de inteligencia artificial ofrece la posibilidad al módulo del STI apoyado en agentes de contar con estrategias de enseñanza-aprendizaje personalizadas, debido a que el módulo del STI apoyando en agentes inteligentes solo trabaja con estrategias de enseñanza básicas dado los alcances del presente proyecto.

Debido a que el grupo de OLAP se enfoca en bodegas de datos, la interacción con este proyecto no es muy notable, dado que esta se lleva a cabo mediante la información que gestiona en la base de datos el módulo del STI apoyado en agentes y que es utilizado por el grupo OLAP en su sistema de apoyo para la toma de decisiones.

Con el grupo de POO, no existe una relación como tal, sin embargo este grupo hace uso de las herramientas de gestión construidas en el módulo del STI apoyado en agentes.

En cuanto a la metodología de trabajo de cada proyecto, se estableció que cada equipo era responsable de construir sus componentes (formularios Windows y controles de usuarios), de establecer la comunicación entre éstos y la lógica de negocios local y de ésta con la lógica de Negocios de los servicios Web a través de una interfaz común (Fachada), también realizar la comunicación de los servicios Web de lógica del Negocio con los de la capa de lógica de servicios que acceden a la base de datos.

8.2 PROBLEMAS PRESENTADOS Y SOLUCIONES PLANTEADAS AL MOMENTO DE INTEGRAR

De los problemas y soluciones presentadas durante el desarrollo del macroproyecto Unicauca Virtual Fase 2, se destaca:

Problema: al principio cada equipo comenzó a trabajar por separado debido al enfoque de cada proyecto.

Solución: realizar reuniones con todos los grupos del macroproyecto buscando que cada equipo diera a conocer a los otros, en qué consistía su proyecto y la situación actual del mismo.

Problema: la falta de una definición temprana y definitiva de la arquitectura que manejarían todos los equipos de trabajo, dado que conllevó a constantes cambios de la misma, lo cual generaba serios retrasos y cambios en el desarrollo de las aplicaciones.

Solución: se planteó una arquitectura transversal mediante tres capas: Lógica de la Presentación, Lógica de Negocios y Lógica de Servicios, que permitiera a los proyectos un acoplamiento uniforme, división de responsabilidades, flexibilidad y descomposición de tareas.

Problema: la falta de comunicación entre los equipos de desarrollo relacionada con cuestiones de modelamiento de la base datos, dado que algunos equipos descubrían conceptos que le eran útiles después de haber construido todo el modelo conceptual y del cual ya se había construido su esquema o modelo físico en la base de datos.

Solución: estudiar la viabilidad de los nuevos conceptos, con la finalidad de determinar su inclusión, la cual se lograba cuando el concepto como tal no afectaba drásticamente el modelo planteado, para ver estos cambios reflejados en el esquema de la base de datos se alteraron las tablas con el fin de no perder toda la información persistente en ellas y evitar problemas de integridad referencial.



CAPITULO IX

RESULTADOS OBTENIDOS

El desarrollo del presente proyecto permitió la obtención de una serie de resultados tangibles, producto de la investigación y construcción del módulo del Sistema Tutor Inteligente apoyado en agentes inteligentes, acorde con los objetivos y la metodología planteada para la ejecución del mismo. Los resultados obtenidos comprenden:

- **Monografía del trabajo de grado:** que corresponde al presente documento, en el cual se describen las bases conceptuales que permitieron percibir, identificar y describir el proceso educativo en la modalidad de educación en línea a través del STI apoyado en agentes; la formulación y construcción del modelo conceptual y metodológico como instrumento estratégico para acompañar, direccionar y orientar la utilización de herramientas software como los STI y conceptos pedagógicos como los modelos y estilos de aprendizaje para el apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de un entorno de educación en línea; el proceso seguido en el desarrollo del módulo del Sistema Tutor Inteligente apoyado en agentes inteligentes; los aportes fundamentales del proyecto, las conclusiones y recomendaciones para trabajos futuros.
- **Módulo STI + Agentes Inteligentes Versión 1.0.:** producto software para el sistema operativo Windows XP con .NET framework 1.1, implementado mediante una arquitectura de tres capas y modelado mediante UML y AUML.
- **Manual técnico:** el cual contiene los componentes de la aplicación y su respectiva funcionalidad para un mayor entendimiento del STI.
- **Manual de usuario en línea:** contiene la guía para la correcta utilización del software, acompaña al software Versión 1.0.

Como principales aportes obtenidos a partir de la ejecución del presente proyecto, se destacan:

- El desarrollo de una plataforma o API construida totalmente en .Net, que permite crear y controlar el ciclo de vida de un agente, dicha API está basada en los estándares FIPA y en alguna(s) de las plataformas Java, tomando como base la plataforma Jade.
- La construcción de una herramienta que permite incorporar los diversos modelos con sus estilos de aprendizaje asociados, los cuestionarios creados para los mismos, con sus preguntas y respuestas, utilizados en el momento de realizar una clasificación inicial del



estudiante en un estilo de aprendizaje. Existen varios estudios¹⁰ que confirman la relación entre los estilos de aprendizaje y el éxito académico, como resultado de la respuesta de los estudiantes a diferentes métodos de enseñanza. Varios investigadores han encontrado evidencias que presentar la información mediante diferentes enfoques lleva a una educación más efectiva. [SAA01].

- Un software del módulo del STI apoyado en agentes inteligentes que permite la adaptatividad de la presentación de contenidos para cursos de educación en línea. A partir de la construcción de tres aplicaciones basadas en formas Windows con servicios Web, con una arquitectura de capas bien definida.

Además la realización de este proyecto aportó al Departamento de Sistemas de la Universidad del Cauca, información y experiencia académica relacionada con el análisis, diseño y construcción de agentes en la plataforma .Net, que posibilitan la exploración del paradigma de agentes inteligentes que permite el desarrollo de sistemas que gozan de autonomía, flexibilidad y comportamiento social, como principales características; beneficiándose de ésta manera Unicauca tanto de la experiencia adquirida como de la utilización de la herramienta software a través de Unicauca Virtual.

También se cuenta con una publicación del trabajo de grado realizada mediante el artículo “**Agentes Inteligentes en educación en línea**”, el cual presenta una descripción del módulo del STI apoyado en agentes inteligentes detallando las cuestiones de diseño, la arquitectura utilizada, el funcionamiento del STI apoyado en agentes inteligentes, los trabajos relacionados y las conclusiones.

Este artículo fue aceptado y publicado en la Conferencia EuroAmericana en Telemática y Sistemas de Información (EATIS2006). Santa Marta, Colombia, del 7 al 10 de Febrero de 2006, también fue aceptado en la Conferencia Internacional sobre Educación Basada en Web (IASTED 2006), Puerto Vallarta, México. Enero 24 y 25 de 2006, pero no fue posible su publicación.

¹⁰ Murrel y Claxton (1987) citan tres trabajos en este área que sirven de base para toda la posterior investigación sobre los estilos de aprendizaje: Dewey (1938) señaló que los estudiantes aprenden mejor si se incluye un componente de experiencia en el proceso de aprendizaje, y Lewin (1951), de manera similar, encontró que un entorno de aprendizaje activo juega un papel importante. Por otra parte, Piaget (1971) amplió la investigación concluyendo que la inteligencia es un aspecto del dinamismo entre la persona y el entorno de aprendizaje.



CAPITULO X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

La API de agentes construida permite a un sistema dinámico y heterogéneo como el STI, reducir la complejidad de la implementación, el mantenimiento y a lograr mayor flexibilidad en el momento de realizar el proceso de adaptatividad de contenidos mediante el proceso de monitoreo durante todo el desarrollo del curso, dado que éstos realizan un seguimiento del estudiante en su aprendizaje.

Integrar conceptos como modelos, estilos y estrategias de aprendizaje en un modelo conceptual y metodológico estableció una base sólida para la construcción de una herramienta flexible y capaz de adaptarse a las necesidades cambiantes del estudiante.

Para que la etapa de integración no se convierta en un proceso tedioso y complicado debe establecerse de antemano una metodología de trabajo que abarque aspectos como:

- Una arquitectura robusta y modular.
- Definición de reglas de nombrado para métodos, funciones, propiedades y componentes entre otros.
- Buscar que el ambiente de trabajo sea colaborativo, para que la integración este a la par con el desarrollo de las aplicaciones y no esperar la finalización de cada proyecto para luego si proceder a integrar.

Aunque la prueba de funcionalidad se realizó con una muestra pequeña cumplió el objetivo planteado "validar los resultados asociados al modelo conceptual, metodológico y al módulo del STI a través de una prueba de funcionalidad, tomando un tema del curso Introducción a la Informática del programa de Ingeniería de Sistema de la Universidad del Cauca. Se deben realizar pruebas de funcionalidad teniendo en cuenta aspectos como:

- Número de estudiantes.
- Nivel de conocimiento.
- Ubicación geográfica.
- En el caso de estudios de nivel superior, tener presenta la carrera y/o especialidad.

Cuando un macroproyecto involucre varias fases cada una con varios proyectos, se debe inicialmente conocer y entender los avances del proyecto si los hay para no asumir que existen elementos (modelos, software) que al no estar puedan desviar los alcances del proyecto. En el caso que no existan avances, realizar una buena planeación soportada en un modelo conceptual y metodológico que representen los conceptos y relaciones fundamentales de la situación objeto de estudio.



10.2 RECOMENDACIONES

Si se piensa trabajar el paradigma de agentes en .Net, se puede contar y/o guiar de la plataforma o API construida para este proyecto totalmente en .Net, basada en los estándares FIPA y en la plataforma Jade. Su nuevo campo de trabajo y/o desarrollo abarcaría la construcción, funcionamiento y extender de servicios como: sistema de gestión de agentes (servicio de páginas blancas), directorio facilitador (servicio de páginas amarillas), movilidad entre otros, que darán a la API más funcionalidades al servicio de los agentes.

Dado que MAS-CommonKADS, metodología utilizada en el presente proyecto para el análisis de agentes no cuenta con una herramienta gráfica para el modelado de agentes se puede pensar en la construcción de una herramienta gráfica que modele los artefactos de análisis y diseño de ésta y de cualquier metodología basada en agentes.

Investigar los protocolos de comunicación de agentes que soportan el servicio de transporte de mensajes por la red, con el fin de conseguir que agentes desarrollados en nuestra plataforma se comuniquen con agentes desarrollados en plataformas de agentes existentes como es el caso de las plataformas que utilizan Java como lenguaje de desarrollo.

El STI desarrollado en el presente proyecto puede ser utilizado y mejorado para el proceso educativo de todo un plan de estudios, con el fin de dar un seguimiento más amplio y completo al proceso de aprendizaje del estudiante como individuo. Las mejoras comprenderían:

- Realizar una experimentación que determine el funcionamiento de las aplicaciones en un escenario real de educación.
- Conseguir que los agentes cumplan con el estándar RTE de SCORM para dar a conocer el estado de los SCO's en el STI.
- La ampliación de los tipos de actividad y el conjunto de indicadores utilizados en el proceso de monitoreo de los agentes dado que estos están previamente definidos en la aplicación del STI apoyado en agentes inteligentes.



BIBLIOGRAFIA

[ADL01] Sharable Content Object Reference Model Version 1.2. Advanced Distributed Learning, 2001. URL <http://www.adlnet.org>

[AHA98] DE BRA, P., CALVI, L. AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture, The New Review of Hypermedia and Multimedia, 4, 115-139, Taylor Graham Publishers, 1998.

[AICC] Aviation Industry CBT Committee. URL: <http://www.aicc.org/>

[ALO94] ALONSO, Catalina et al. "Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora", Ediciones Mensajero, Bilbao, 1994.

[ALO94-104] ALONSO et al. Características de cada estilo según Alonso C., Domingo J., Honey P. "Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora", Ediciones Mensajero, Bilbao, pp. 104-116, 1994.

[ARIADNE] Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe. URL: <http://www.ariadne-eu.org/>

[BAY03] BAYO A. M. Running Jade over .NET, 2003.

[BEL02] BELTRAN, Jesús. Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje. Editorial Síntesis. Madrid, 2002.

[BEN94] BENYON, David. "Accommodating Individual Differences through an Adaptive User Interface". Presented by Alison Nichols, October 21 st 1994.

[BEN98] BEN-DOV, Y. Modelos de Conocimiento y Estrategias de Educación. Planteamientos en Educación, 1998. Vol. 3. Nº 1. pp. 69-89.

[BRA99] DE BRA, P., HOUBEN, G.J., WU, H.: "AHAM: A Dexter-based Reference Model for Adaptive Hypermedia". Proceedings of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, pp. 147-156, Darmstadt, Germany, 1999. (Editors K. Tochtermann, J. Westbomke, U.K. Will, J. Leggett).

[BRU02] BRUSILOVSKY, P. y MAYBURY, M. From Adaptive Hypermedia to the adaptive web. Communications of the ACM. Volumen 45, No. 5, May 2002.



[BUR92] BURMEISTER, B. and SUNDERMEYER, K., "Cooperative problem solving guided by intentions and perception". In Werner, E. and Demazeau, Y., editors, Decentralized AI 3. Proceedings of the Third European Workshop on Modelling Autonomous Agents and Multi-Agent Worlds (MAAMAW-91), pp. 77-92. Elsevier Science Publishers B.V.: Amsterdam, The Netherlands. 1992.

[CAR] GONZALEZ, Carina Soledad. Sistemas Inteligentes en la Educación: una revisión de las líneas de investigación y aplicaciones actuales.

[CAS01] CASTAÑEDA, Jessica. "Revoluciona e-learning la educación". Periódico "Reforma". Sección: Cultural. Lunes 23 de abril de 2001. México. Pág.4C.

[CAZ01] CAZAU, Pablo. Estilos de aprendizaje, 2001. Disponible en: http://www.galeon.com/pcazau/guia_esti01.htm.

[CHA02] CHAVERO, Blanco. Hipermedia en educación. El modo escritor como catalizador del proceso enseñanza-aprendizaje en la Enseñanza Secundaria Obligatoria, 2002. Disponible en: <http://med.unex.es/Docs/TesisChavero/Indice.html>.

[CHA95] CHALVIN, Marie Joseph. "Los dos cerebros en el aula". TEA Ediciones. Madrid, 1995, pág. 78.

[CHAEA] Estilos de aprendizaje: Cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje (CHAEA). Disponible en: http://www.alfa.une.edu.ve/biblio/BiblioGeneral/C/cursos_inteligentes.pdf , <http://www.virtualeduca.org/virtualeduca/virtual/actas2002/actas02/117.pdf>

[CHE01] CHEVRIER, Jacques. Le style d'apprentissage: une perspective historique. 2001. Disponible en: <http://www.acef.ca/revue/XXVIII/articles/02-chevrier.html#h-7>

[COH90] COHEN, P. R., and LEVESQUE, H. J. Intention is choice with commitment. Artificial Intelligence, 42:213–261, 1990.

[DIAZ02] DÍAZ BARRIGA, F. y HERNÁNDEZ, G. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. 2ª. ed. México: McGraw Hill, 2002.

[DUNN85] DUNN, R., DUNN, K. and PRICE, G. Manual: Learning Style Inventory. Lawrence, KS: Price Systems, 1985.

[EDU04] EduStance, 2004. URL: <http://www.edustance.com/>

[FAB00] FABREGAT. R., MARZO, J.L. y PEÑA, C.I. "Teaching Support Units", Computers and Education in the 21st Century: Kluwer Academic Publishers, 2000.

[FEL] Estilos de Aprendizaje: Modelo de Felder y Silverman. Disponible en: http://galeon.hispavista.com/pcazau/guia_esti07.htm

[FEL98] FELDER, M. R. and SILVERMAN, L. "Learning and Teaching Styles in Engineering Education". In Engineering Education 78(7), 1988, pp. 674-681.

[FOL94] FOLINO, Juan Carlos. "El modelo Ned Herrmann". Revista Prensa Psicológica. Buenos Aires Septiembre, 1994, págs. 27-28.



[FON93] FONER, L. N. What's an agent, anyway? a sociological case study. Technical report, 1993. URL: <http://foner.www.media.mit.edu/people/foner/agents.html>.

[FRA96] FRANKLIN, S. and GRAESSER, A.. Is it an agent, or just a program?: A taxonomy for autonomous agents. In Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages, Budapest, Hungary, Aug. 1996. ECAI'96, Springer-Verlag: Heidelberg, Germany. URL: <http://www.msci.memphis.edu/franklin/AgentProg.html>.

[FUS92] FERGUSON, I. A., "Towards an architecture for adaptive, rational, mobile agents". In Werner, E. and Demazeau, Y., editors, Decentralized AI 3. Proceedings of the Third European Workshop on Modelling Autonomous Agents and Multi-Agent Worlds (MAAMAW-91), pp. 249-262. Elsevier Science Publishers B.V.: Amsterdam, The Netherlands, 1992

[GAR00] GARZA, R. y LEVENTHAL S. Aprender como Aprender. México: Trillas, 2000.

[GEN94] GENESERETH, M. R., SINGH, N. P., and SYED, M. A. A distributed and anonymous knowledge sharing approach to software interoperation. In Proceedings of the Third International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM'94), Nov. 1994.

[GEO87] GEORGEFF, M. P. and Lansky, A. L., "Reactive reasoning and planning". In Proceedings of the Sixth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-87), pp. 677-682, Seattle, WA, 1987

[GHE91] GHEZZI, C., JAZAYERI, P. y MANDRIOLI, D. "Fundamentals of software Engineering". Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall. 1991.

[HAB01] Habitat-ProTM Environment, Agents Inspired Technologies S.A, University of Girona, Girona, Spain, 2001, <http://www.agentsinspired.com>

[HAD96] HADDADI, A. and SUNDERMEYER, K. Belief-desire-intention agent architectures. In G. M. P. O'Hare and J. N. R, editors, Foundations of Distributed Artificial Intelligence, pages 169–186. John Wiley & Sons, 1996.

[HAL00] HALLER, C. R., GALLAGHER, V. J., WELDON, L. T. y FELDER, R. M. "Dynamics of peer education in cooperative learning workgroups." J. Engr. Education, 89(3), 285-293, 2000.

[IEEE] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Learning Technology Standards Committee (LTSC). URL: <http://ltsc.ieee.org/>

[IGLE98] IGLESIAS, C. A. Definición de una metodología para el desarrollo de sistemas multiagentes. Universidad Politécnica de Madrid, España, 1998.

[IMS] IMS Global Learning Consortium, Inc. URL: <http://www.imsglobal.org/>

[INTE] Estilos de aprendizaje: Modelo de las Inteligencias Múltiples. Disponible en: http://galeon.hispavista.com/pcazau/guia_esti06.htm

[JEN94] JENSSEN, Eric. Unlocking the Code: Learning Styles. Brain based learning and teaching. USA : Turning Point Publisher, 1994.

[KEE88] KEEFE, James. Aprendiendo Perfiles de Aprendizaje: manual de examinador, Reston, VA : Asociación Nacional de Principales de Escuelas de Secundaria, 1988.



[KIR84] KIRBY, J.R. Cognitive Styles and Educational Performance. New York: Academic Press (ed), 1984.

[KOLB84] KOLB, David. Experiential learning: experience as the source of learning and development. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1984.

[LAP01] LAPALMA, Fernando. “¿Qué es eso que llamamos inteligencia?”, Buenos Aires, Enero 2001. Disponible en www.lapalmaconsulting.com

[LIN01] LINDNER, R. Standardization Bodies at Work. Prometheus Newsletter, 6, 2001.

[MAE91] MAES, P., “Agents that reduce work and information overload”, Communication of the ACM, Vol. 37, Nº. 7, pp. 31-40, 1991.

[MAS99] PEÑA, C. I., MARZO, J. L. “Adaptive Intelligent Agent Approach to Guide the Web Navigation on the PLAN-G Distance Learning Platform”. IEEE Colloquium “Lost in the Web - Navigation on the Internet”, London, November 1999.

[MON94] MONEREO, C. et al. Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela. Graó. Barcelona, 1994.

[MON97] MONEREO, C y CASTELLO, M. Las Estrategias de Aprendizaje. Cómo incorporarlas a la práctica educativa, Barcelona, Edebé, 1997.

[MORA] MORA PENAGOS, William Manuel. Modelos de Enseñanza – Aprendizaje y Desarrollo Profesional: Elementos para la Cualificación Docente. Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”.

[MUL94] MÜLLER, J.P., PISCHEL, M. and THIEL, M. A pragmatic approach to modeling autonomous interacting systems - preliminary report -. In M. Wooldridge and N. Jennings, editors, Agent theories, architectures, and languages, pages 226–240. ECAI, Springer-Verlag: Heidelberg, Germany, 1994.

[ODE01] ODELL, J., MULLER, P J. y BAUER, B. Agent UML: A Formalism for Specifying MultiAgent Interaction. Agent-Oriented Software Engineering, Paolo Ciancarinni y Michale Wooldridge editores, Springer- Verlag, Berlin, pp. 91-103,2001.

[OPP97] OPPERMANN, R., RASHEV, R. y KINSHUK. “Adaptability and Adaptivity in Learning Systems”. Knowledge Transfer (volume II) (Ed. A. Behrooz), pAce, London, pp173-179. 1997. (ISBN 1-900427- 015-X).

[PER01] PÉREZ JIMÉNEZ, J. “Programación Neurolingüística y sus estilos de aprendizaje”, 2001. Disponible en: <http://www.aldeaeducativa.com/aldea/tareas2.asp?which=1683>

[PLAN05] PLAN DECENAL DE EDUCACIÓN - Colombia, 1996 – 2005.

[POL88] POLSON, MC., RICHARDSON, J.J. Foundations of Intelligent Tutoring Systems (NJ): Lawrence Erlbaum Associates Inc; 1988.

[PRE97] PRESSMAN, Roger. Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. Cuarta Edición. Mc Graw Hill, 1997.



[RAO95] RAO, A. S. and GEORGEFF, M. BDI Agents: from theory to practice. In Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS-95). San Francisco, CA, 1995.

[RAO96] RAO, A. S. Decision procedures for propositional linear-time Belief-Desire-Intention logics. In M. Wooldridge, J. P. Müller, and M. Tambe, editors, Intelligent Agents II (LNAI 1037), pages 33–48. Springer-Verlag: Heidelberg, Germany, 1996.

[REV98] REVILLA, Diana. “Estilos de aprendizaje”, Temas de Educación, Segundo Seminario Virtual del Dep. de Educación de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 1998.

[ROB00] ROBLES, Ana. “Estilos de aprendizaje: como seleccionamos y representamos la información”, 2000. Disponible en: <http://www.galeon.com/aprenderaaprender%20/general/indice.html>

[ROB01] ROBLES, Ana. “Las distintas teorías y como se relacionan entre sí”, 2001.

[SAA01] SAARIKOSKI, L.; SALOJÄRVI, S.; DEL CORSO, D.; OVCIN, E. (2001): “The 3DE: An Environment for the Development of Learner-Oriented Customized Educational Packages”. ITHET, 4-6 Julio, 2001, Kumamoto.

[SAL] SALCEDO LAGOS, Pedro, LABRAÑA, Cecilia y FARRÁN LEIVA, Yussef. Una Plataforma Inteligente de Educación a Distancia que incorpora la adaptabilidad de estrategias de enseñanza al perfil, estilos de aprendizaje y conocimiento de los alumnos. Universidad de Concepción, Chile.

[SCORM-SN] ADL SCORM – Secuenciación y Navegación. Versión 1.3.1. Julio de 2004.

[SELF90] SELF, J. "Theoretical Foundations for Intelligent Tutoring Systems", Journal of Artificial Int. in Education, 1 (4), 3-14, 1990.

[SHO93] SHOHAM, Y. Agent-oriented programming. Artificial Intelligence, 60:51–92, Marzo. 1993.

[STA02] STARK, C., SCHMIDT, K. J., SHAFER, L., CRAWFORD, M. Creating E-learning Programs: A Comparison of Two Programs. Proceedings of the 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. IEEE Computer Society Press. 2002.

[TAN99] CARRO, R.M., PULIDO, E. y RODRÍGUEZ, P. TANGOW: Un Sistema de Enseñanza Adaptativa a través de Internet. Universidad Autónoma de Madrid, Escuela Técnica Superior de Informática, 1999.

[W3C00] Extensible Markup Language (XML) 1.0, W3C Recommendation. World Wide Web Consortium. 2ª edición, 2000. URL <http://www.w3c.org/TR/2000/REC-xml-20001006>.

[WEB97] WEBER, G., SPECHT, M. User modeling and adaptive navigation support in www-based tutoring systems, Proceedings of User Modeling'97, 289-300, 1997.

[WIL02] WILEY, David. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor and a taxonomy, 2002.

[WIT77] WITKIN, et al. Learning Styles, 1977. Disponible en: <http://www.indstate.edu/ctl/styles/model.html>.



[WOD95] WOOLDRIDGE, M. and JENNINGS, N. R., “Agent Theories, Architectures, and Languages: a Survey”, in Wooldridge and Jennings Eds., Intelligence Agents, Berlin: Springer-Verlag, Vol. 1, N° 22, 1995.

[WOO95] WOOLDRIDGE, M. and JENNINGS, N. R. Intelligent agents: Theory and practice. The Knowledge Engineering Review, 10(2):115–152, 1995.

[WOO96] WOOLFOLK, A. “Psicología educativa”, México, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., 1996.

[WU01] WU, H. (Position Paper): “A Reference Architecture for Adaptive Hypermedia Systems”. Third Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia. Hypertext'01 . Århus, Denmark, August 14-18, 2001