



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LOJA

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

EDUCACIÓN ADAPTATIVA EN LA WEB: ESTADO DEL ARTE

*Tesis previa a la obtención del título de
Ingeniero en Sistemas Informáticos y
Computación.*

AUTOR:

Vicente Rodrigo Pesantez Merino

DIRECTORA:

Mgs. Priscila Marisela Valdiviezo Díaz

CODIRECTORA

Mgs. Inés Jara Roa

Loja – Ecuador

2008

CERTIFICACIÓN

Mgs. Priscila Valdiviezo Díaz.

DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICA:

Que el Sr. Vicente Rodrigo Pesantez Merino, autor de la tesis EDUCACIÓN ADAPTATIVA EN LA WEB: ESTADO DEL ARTE, ha cumplido con los requisitos estipulados en el Reglamento General de la Universidad Técnica Particular de Loja, la misma que ha sido coordinada y revisada durante todo el proceso de desarrollo, desde su inicio hasta la culminación, por lo cual autorizo su presentación.

Loja, septiembre de 2008

Priscila M. Valdiviezo Díaz

DIRECTORA DE TESIS

CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Vicente Rodrigo Pesantez Merino**, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja, que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

Vicente Rodrigo Pesantez Merino

AUTORÍA

Las conclusiones, recomendaciones, ideas, pensamientos y más contenidos expuestos en el presente proyecto de investigación son de absoluta responsabilidad del autor.

Vicente Rodrigo Pesantez Merino

DEDICATORIA

Con el sentido de gratitud, cariño y alegría dedico el presente proyecto de tesis a:

Dios Padre por permitirme tener la dicha de alcanzar un sueño y contar con sus bendiciones para seguir adelante.

Mi madre Mariela que con su esfuerzo, ejemplo y dedicación me permitió seguir mi sueño contando con su apoyo incondicional a pesar de la distancia.

Mis papas Piedad y Salvador, quienes desde que era pequeño supieron ser la luz que guía mi camino, con cuyo esfuerzo, cariño, ejemplo, y comprensión sirvieron de base para formar un pilar fundamental que da soporte a mi vida.

Mi novia, Martha quién con su gallardía, entrega, empuje, cariño y comprensión supo ser la mano que me tendió su ayuda incondicional para que este proyecto fuera una realidad.

Mi papá Vicente quien supo con sus palabras de aliento acompañar este proyecto, a la distancia.

A mis familiares queridos, amigos y compañeros por ser la otra parte que dijo “presente” cuando pasé apremio.

Rodrigo

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a mi directora Priscila, codirectora Inés Jara por su paciencia y comprensión, así como a todas las personas de la Unidad de Virtualización que supieron directa o indirectamente tenderme una mano al paso y contribuir con mi formación personal y profesional.

Rodrigo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Certificación.....	i
Cesión de Derechos.....	ii
Autoría.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de Contenidos.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
RESUMEN.....	3

1.	DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA	- 5 -
1.1	Educación Adaptativa.....	- 6 -
1.2	Hipermedia Adaptativa	- 6 -
1.3	Sistemas Inteligentes	- 7 -
1.4	Sistemas Adaptativos	- 10 -
1.4.1	Modelo De Usuario	- 11 -
1.5	Base de Conocimiento	- 12 -
1.6	Diseño Instruccional	- 13 -
2.	SISTEMAS ADAPTATIVOS.....	- 16 -
2.1	Definición	- 16 -
2.2	Clasificación.....	- 17 -
2.2.1	SeAN: Server for Adaptive News (Servidor para Noticias Adaptativas)	- 18 -
2.2.2	Interbook.....	- 20 -
2.2.3	PEGASUS: Presentation Modeling Environment for Generic Adaptive hypermedia Support Systems (Ambiente de Modelado de Presentación para Sistemas Adaptativos de Soporte Genérico Hipermedia).....	- 21 -
2.2.4	Tutor Inteligente para la Universidad de Salamanca	- 24 -
2.3	Análisis Comparativo de los Sistemas Adaptativos	- 25 -
3.	SISTEMAS ADAPTATIVOS EDUCATIVOS (SAE)	- 28 -
3.1	Arquitectura de un Sistema Adaptativo Educativo	- 30 -
3.1.1	Módulo del Dominio de la Base del Conocimiento.....	- 32 -
3.1.2	Módulo de Tutor	- 36 -
3.1.3	Módulo de Estudiante	- 44 -
3.1.4	Módulo de Interfaz de Estudiante	- 49 -
4.	PROPUESTA DE UNA ARQUITECTURA ADAPTATIVA PARA LA PLATAFORMA VIRTUAL UTILIZADA EN LA UTPL (MOODLE)	- 52 -
4.1	Introducción	- 52 -
4.2	Objetivos	- 53 -
4.3	Problemática Actual	- 53 -
4.4	Arquitectura Lógica y Física de Moodle	- 55 -
4.5	Adaptación	- 58 -
4.5.1	Tarea Adaptativa para el Soporte a la Navegación	- 59 -
4.5.2	Tarea Adaptativa de Soporte a la Colaboración.....	- 63 -

4.5.3	Tarea Adaptativa de Soporte a la Presentación.....	- 66 -
4.6	Componentes para la Adaptación.....	- 68 -
4.6.1	Módulo del Dominio de la Base del Conocimiento.....	- 69 -
4.6.2	Módulo de Tutor	- 70 -
4.6.3	Módulo de Estudiante.....	- 72 -
4.6.4	Módulo de Interfaz de Estudiante	- 74 -
4.7	Arquitectura Adaptativa de Moodle	- 75 -
	Discusión	- 89 -
	Conclusiones y Recomendaciones	- 92 -
	Conclusiones	- 92 -
	Recomendaciones	- 94 -
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:	- 97 -

INTRODUCCIÓN

Los avances enfocados hacia la educación en la actualidad se han dado a gran escala, uno de ellos son los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), que por su característica principal de automatizar el proceso educativo, se constituye en herramientas de soporte, que acorta las distancias geográficas, brindan las facilidades necesarias para la consecución de los objetivos de aprendizaje y mejora la comunicación estudiante – estudiante, profesor – estudiante y viceversa, así como también.

La evolución de los EVA's, se ha visto reflejada en la inclusión de herramientas que permiten una mayor participación del estudiante, y en el desarrollo e implementación de componentes inteligentes. Es así que aparecen los Sistemas Adaptativos Educativos (SAE), que aparte de tratar de ofrecer los servicios de un EVA, pretende de manera especial, en base a las características del estudiante, mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje, adaptándose el mismo de acuerdo a las preferencias del usuario.

En la UTPL desde el año 2002, hasta la fecha se han venido utilizando satisfactoriamente, Entornos Virtuales de Aprendizaje (ideas solutions, teleduc, moodle), cuya oferta de cursos, contenidos, y herramientas de interacción y comunicación, se dirigen de la misma manera a todos los estudiantes sin diferenciarlos por sus preferencias o características individuales. Esto, si bien ha representado una gran ventaja para los estudiantes de la UTPL, puede ser potenciado con la inclusión de componentes inteligentes, que permitan ofrecer un Sistema Adaptativo Educativo.

Es por ello, que la presente investigación tiene como objetivo, hacer un estudio del arte de la educación adaptativa en la Web, a fin de generar una propuesta, que refleje, los aspectos y componentes necesarios, para la implementación de un SAE en la UTPL. Esta propuesta inicia con un detalle de la problemática actual, en la que se realiza un análisis de la plataforma

Moodle que actualmente utiliza en la UTPL, que se la conoce como Entorno Virtual de Aprendizaje, para luego definir las tareas de adaptación a ser aplicadas, así como los componentes necesarios para cumplir sus objetivos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación pretende dar una visión completa de la educación adaptativa en la Web, por ello se parte de la definición de conceptos generales que permitan una ambientación con respecto al tema; seguidamente se investigan algunos de los diferentes sistemas adaptativos existentes, y se hace énfasis en los sistemas educativos adaptativos, lo cual permitirá definir la arquitectura y los componentes más comunes, a fin de culminar con una propuesta para la implementación de un SAE en la UTPL.

En la definición de conceptos generales, se analiza la terminología que es utilizada de manera general en el ámbito de la educación adaptativa en la Web, tales como: educación adaptativa, hipermedia adaptativa, sistemas inteligentes, agentes inteligentes, sistemas adaptativos, modelo de usuario, base de conocimiento y diseño instruccional.

Se hace un estudio y análisis comparativo de los diferentes sistemas adaptativos que existen en el mercado, tanto en el ámbito comercial como educativo. Los sistemas analizados son: Interbook, Pegasus, Sean y el Tutor inteligente de la Universidad de Salamanca, y entre las características consideradas para el análisis se tiene: tipo, área de aplicación, técnica utilizada, plataforma de software y base de datos, entre otras.

Una vez realizado este análisis, se profundiza en el estudio de los *Sistemas Adaptativos Educativos*, en el que se definen los módulos que constituyen su arquitectura, así como los componentes que deban ser considerados para la implementación de cada módulo.

Finalmente se desarrolla una propuesta para la implementación de un SAE en la UTPL, tomando como punto de partida el análisis de la información disponible en la plataforma virtual que se posee actualmente, seguido a esto se definen las tareas de adaptación con sus respectivos objetivos y técnicas, para luego plantear los componentes a ser desarrollados para cumplir con dichas tareas.

CAPÍTULO I

Definiciones y Terminología

1. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

Para iniciar el estudio de la educación adaptativa en la Web es necesario tener claro y bien diferenciado los principales términos o conceptos que la integran. Dentro de este ámbito se ven involucradas diferentes temáticas como: educación, inteligencia artificial y web.

En primera instancia conviene aclarar que el término **educación adaptativa** surge de la necesidad de mejorar la educación clásica, en el sentido de ofrecer los contenidos de manera más personalizada según las habilidades y destrezas de cada estudiante de un salón de clases, apartándose de la masificación, característica de la educación tradicional.

Con el transcurrir del tiempo se vio la factibilidad de salir de los salones tradicionales y aplicar este concepto a contenido o cursos brindados a través de la web, en donde encuentra mayor aplicabilidad debido a la facilidad de difusión y diversidad de usuarios, lo cual permite hablar de **hipermedia adaptativa**; la misma que basa su adaptabilidad en las selecciones de temáticas que el usuario haya realizado al momento de registrarse en un sitio web determinado.

Con el afán de potenciar esta adaptabilidad se buscaron diferentes mejoras, entre ellas los **sistemas inteligentes** que a diferencia de la hipermedia adaptativa, usan técnicas de inteligencia artificial que van registrando las preferencias y acciones del usuario de manera automática, para luego seleccionar y ofrecer los contenidos en forma personalizada. Para cumplir con este cometido es necesaria la presencia de varios componentes que permiten modelar no solo al usuario sino también al contenido y, a través de rutinas de software llamadas **agentes inteligentes** interactuar entre ellos y ofrecer la información específica a cada usuario.

Para el modelado de usuario es necesario manejar por cada usuario un **modelo de usuario (estudiante)**, el cual es el encargado de almacenar toda la información con respecto al estudiante como: sus datos o información personal, interacciones con el sistema, características, comportamiento, etc. Esto permitirá determinar sus preferencias, estilo de aprendizaje, nivel de conocimiento, etc. Así también es necesaria una **base de conocimientos** donde sea almacenada toda la información para la instrucción y luego utilizada para beneficio del estudiante, esto en lo que tiene que ver con su enseñanza y aprendizaje. Otros

conceptos que no se han mencionado aún o son complemento de alguno de los términos de relevancia, también serán descritos en este capítulo.

1.1 Educación Adaptativa

La educación adaptativa, es el término usado para describir el cambio en el sistema de educación que envuelve una mayor participación del estudiante, basado en su perfil, destrezas, habilidades y en tratar de mejorar el conocimiento del mismo.

Walberg y Paik (2005) definen a la educación adaptativa de la siguiente manera:

“La educación adaptativa es un proceso integrado de diagnóstico-intervención en el aula que combina varias prácticas como: tutoría, dominio de contenidos, aprendizaje en colaboración y enseñanza de estrategias de aprendizaje para adaptar la enseñanza a las necesidades de los sujetos y de grupos pequeños.”

A partir de la definición dada, se puede conceptualizar la educación adaptativa como un proceso combinado, que consiste en una evaluación previa y análisis del sujeto a modelar; es decir, en un diagnóstico de cada uno de los estudiantes para determinar sus preferencias o intereses, sus habilidades, sus hábitos de estudio, etc., y luego intervenir adaptando el sistema educativo o la metodología de clase a cada estudiante, basándose en las preferencias identificadas de cada uno de ellos.

Para brindar una educación adaptativa además de un modelo de usuario (estudiante, profesor) se requiere también un modelo de contenidos.

Considerando perfiles comunes se puede construir grupos de estudiantes para generar adaptación y así propiciar el trabajo colaborativo.

1.2 Hipermedia Adaptativa

La hipermedia adaptativa apareció en principios de los años 80, como una de las primeras herramientas que buscaba enfocar el contenido hacia el usuario.

Bueno David y otros (2002), definen lo siguiente:

“Un sistema hipermedia adaptativo es cualquier sistema hipermedia (o hipertexto) que guarde algunas características del usuario en un modelo de usuario y que utilice dicho modelo para adaptar aspectos visuales y funcionales del sistema a ese usuario.”

Una de las partes importantes que se obtiene de la definición anterior, es que la hipermedia adaptativa enfocaba algún tipo de adaptación con respecto al usuario pero basándose en aspectos muy generales y explícitos como: la edad, género, ubicación geográfica, etc. ; esta información por lo general era obtenida en la primera interacción del usuario con el sistema. Al ser una adaptación muy general el sistema tenía una gran desventaja ya que no se enfocaba en las necesidades, objetivos, nivel de conocimiento y otros aspectos importantes del usuario (Murphy Elizabeth, 1997).

Las principales características de los sistemas hipermedia adaptativos son:

- Interfaz de comunicación con el usuario a través de un navegador Web.
- Modelos de usuario incompletos.
- Modelos de usuario estáticos.

1.3 Sistemas Inteligentes

Un sistema es un conjunto de partes que interrelacionadas entre sí cumplen una función específica, por tanto un sistema inteligente es un conjunto de módulos que integrados son capaces de tomar decisiones, aprender y brindar respuestas ante situaciones reales siempre y cuando haya la existencia de un entorno sobre el cual actuar.

Este tipo de sistemas deben estar en la capacidad de determinar en cada interacción si han alcanzado el objetivo planteado y si están acercándose a él, por lo que se requiere además una retroalimentación entre los diferentes componentes que lo integran.

Fritz Walter (2007), define lo siguiente:

“Un sistema inteligente es un sistema que tiene su propio objetivo principal, así como sentidos y efectores. Para alcanzar su objetivo elige una acción basada en sus experiencias. Puede aprender generalizando las experiencias que ha guardado en su memoria”

La conceptualización de un sistema inteligente envuelve varios aspectos importantes que permiten llegar al objetivo propuesto. Estos sistemas aprenden durante su tiempo de vida, usan reglas de inferencia que les permiten tomar decisiones que ayudarán a cambiar su orientación con respecto a su objetivo principal, en caso de producirse un cambio de condiciones, dicho cambio no afecta el ámbito de la estructura de sus componentes, sino el proceso para ofrecer una respuesta con datos precisos dejando de lado la incertidumbre.

Este proceso es ejecutado por agentes inteligentes, los cuales son considerados elementos fundamentales de los sistemas inteligentes. Un agente puede trabajar en situaciones sencillas (ej.: recolectar de diferentes periódicos electrónicos la información para un usuario según sus gustos.) hasta situaciones en las que, las técnicas tradicionales actuales no llegarían.

Agentes Inteligentes

Un agente inteligente, de acuerdo a Serrano Cinca (2008), es una simulación de la inteligencia humana, que programada a través de computadora puede emular el comportamiento humano ante situaciones reales.

Según, Serrano Cinca (2008), los agentes por lo general poseen propiedades comunes como: comunicación, grado de inteligencia y autonomía.

Comunicación. El agente puede comunicarse con el usuario con una interfaz amigable, con otros agentes y con otros programas. Algunos agentes permiten comunicarse en lenguaje natural, algo típico de los chatbots¹.

El grado de inteligencia. Varía mucho de unos agentes a otros, que suelen incorporar módulos con tecnologías procedentes de la inteligencia artificial. Los más sencillos se limitan a recoger las preferencias del usuario, mientras que los más complejos pueden comunicar varios módulos con gran información, guardarla y extraerla, comunicarse con otros agentes y posiblemente con humanos. Un ejemplo de los agentes inteligentes complejos, son aquellos que se basan en tecnología de redes neuronales, especializados en identificar mensajes de correo electrónico sospechosos de contener spam - mensajes no deseados -. En una primera fase el usuario debe marcarlos como spam, luego el agente va aprendiendo a identificar los rasgos que caracterizan a estos mensajes y posteriormente los filtra.

Autonomía. Un agente no sólo debe ser capaz de hacer sugerencias al usuario sino de actuar. En el ejemplo anterior, el agente que filtra el spam no puede estar continuamente alertando al usuario en cada mensaje de correo que llega sobre la posibilidad de que sea un mensaje no deseado, su verdadera utilidad surge cuando elimina de forma autónoma dichos mensajes.

Una característica adicional a las mencionadas anteriormente es:

Pro-Actividad. El agente puede cambiar, si se da cuenta que las condiciones con respecto al objetivo al cual estaba apuntado están cambiando de rumbo y re-direccionarlas. (Rosmalen Peter y otros, 2005).

Cabe señalar que los agentes inteligentes según Carrasco, (2005), se los puede clasificar según su estructura en tres tipos:

- **Agentes de reflejo:** este tipo de agente realiza sus procesos o acciones en base a las entradas obtenidas de las percepciones de los sensores (funciones) y hace entrega de

¹ Programas de inteligencia artificial que pueden seguir una conversación escrita.

las respuestas a través de los efectores (funciones) una vez aplicadas las reglas de acción-reacción. Tanto los sensores como los efectores tienen directa interacción con el ambiente.

- **Agentes Informados que mantienen una traza del mundo:** mantiene una constante actualización de los estados internos del ambiente que ingresan a través de las percepciones de los sensores, de esta manera por cada acción envían una respuesta diferente a través de los efectores una vez aplicadas las reglas de condición-acción, lo que permite al agente determinar cuál es el efecto de sus decisiones.
- **Agentes basados en el objetivo:** a diferencia de los agentes informados mencionados anteriormente, aquí se mantienen los estados percibidos por los sensores para brindar las respuestas que más lo acerquen al objetivo del diseño una vez aplicadas las reglas de condición-acción, es decir a realizar una función netamente exitosa.

La clasificación de los tipos de estructura de los agentes inteligentes descrita, permitirá categorizar dentro de uno de los tipos a los agentes propuestos en esta investigación, identificando de esta manera el comportamiento de ellos con respecto a su ambiente según a la estructura que posean.

Al analizar estas propiedades comunes en los agentes inteligentes, se puede observar que, el que resalte una propiedad más que otra dependerá del medio sobre el que actúen. Un agente inteligente simula una reacción ante situaciones cambiantes en las cuales se requiere la toma de decisiones, siendo estas necesarias para suplir la dependencia humana; es decir, la presencia de un administrador ó para ayudar a éste a tomar una decisión más acertada.

1.4 Sistemas Adaptativos

Martínez y otros (2005) definen:

“Los Sistemas Educativos Adaptativos e Inteligentes en Web (del inglés Web based Adaptive and Intelligent Educational Systems) (SEAI en Web) son sistemas de educación basados en Internet, donde se aplican técnicas de inteligencia artificial con el objetivo de adaptar el contenido del sistema a los estudiantes según sus necesidades pedagógicas.”

Acotando la definición anterior se puede determinar que los sistemas adaptativos tienen su base en los sistemas inteligentes por consiguiente combinan el uso de agentes inteligentes para simular situaciones reales con respecto al usuario, es decir como si el usuario estuviese trabajando con un tutor real.

Los sistemas adaptativos por lo general buscan la adaptación con respecto a las características del usuario, las mismas que, durante las continuas interacciones con el sistema, se van almacenando en un modelo de usuario. Cabe indicar que en un sistema adaptativo pueden existir uno o más modelos de usuario, dependiendo del alcance que éste tenga.

Sharman y Esparcia (2008) indican cómo está compuesto un sistema adaptativo:

“Un sistema adaptativo está compuesto de numerosos agentes, o componentes que interactúan mutuamente. En general, el comportamiento de estos agentes es simple, local y bien definido. Sin embargo, el comportamiento global o emergente del sistema en su conjunto puede ser muy complejo y aparentar inteligencia o habilidad para adaptarse o reaccionar ante cambios en su entorno.”

Se puede percibir que un sistema adaptativo tiene algunos componentes que varían de una aplicación a otra, aunque los más comunes son: una base de conocimiento, uno o varios modelos de usuario (estudiante, tutor) y, para lograr la interacción de estos componentes se usan los agentes de software o agentes inteligentes.

1.4.1 Modelo De Usuario

Las características esenciales o descriptivas de un usuario conforman lo que es el perfil de usuario. Dicho perfil al ser instanciado en un sistema adaptativo se convierte en el modelo de usuario.

De acuerdo a Kennedy, I., Fallahkhair, S., Fraser R, Ismail A, Rossano V, Trifonova, A. (2005), el sistema parte de la información obtenida del usuario, dentro de esta información se

definen dos tipos: información explícita e información implícita, ambos tipos de información permiten rellenar el modelo de usuario.

La información explícita hace referencia a los datos personales del usuario por ejemplo: nombre, apellido, identificación, edad, sexo, etc. La información implícita en cambio hace referencia a los datos que el sistema aprenderá del perfil del usuario, esta información está constituida por su comportamiento y competencias y es adquirida por el sistema a través del uso de test, cuestionarios y comportamientos analizados.

Esta información permite tener un record de los datos generales y de interacción del estudiante con el sistema, que permitirán generar la adaptación.

1.5 Base de Conocimiento

La base de conocimiento puede tomar diferentes roles dependiendo de la actividad y objetivo para que sea aplicada o diseñada.

Una base de conocimiento permite organizar, capturar, almacenar y administrar la información sobre un ámbito definido, de tal forma que se pueda hacer un mejor uso de la información dentro de una organización o sistema.

La base de conocimiento dentro de un sistema adaptativo, es la encargada de almacenar todo el material o información que el sistema va a disponer para la interacción con el usuario, si no existiera esta base de conocimiento sería como si un maestro al dictar una clase no tiene el tema en sus apuntes y por tanto, no puede disponer de él para hacerlo llegar a sus alumnos. De igual manera la base de conocimiento debe contener el material y conocimientos para poder educar al usuario en uno o varios temas determinados (Kennedy lan y otros 2005).

La información que puede contener una base de conocimiento puede ser de dos tipos: tácita o explícita, al hablar de información tácita se habla de toda aquella información que puede ser extraída y aprendida por el sistema, por ejemplo, en el caso de los sistemas adaptativos toda la información generada por las interacciones del usuario. En cambio, al hablar de

información explícita, se entiende como toda la información que puede ser almacenada en la base conocimiento que previamente ha sido ingresada; por ejemplo: los datos personales de un usuario, los metadatos de un objeto de aprendizaje, los datos iniciales de un curso, etc.

1.6 Diseño Instruccional

El diseño instruccional es un concepto que fue creado por Robert Glaser en 1962, el cual vincula al alumno en el diseño y desarrollo de la instrucción y ha retomado su función a partir de la aparición de los entornos virtuales de aprendizaje. (Ramírez Hernán, 2008)

Según Gonzales Palmira (2006):

“El diseño instruccional es el proceso sistemático de transformar principios generales de instrucción y aprendizaje en planes para el aprendizaje y el desarrollo de materiales instruccionales”.

El diseño instruccional es un proceso que permite estructurar, organizar, instrumentar y evaluar los contenidos de un curso a fin de que se pueda garantizar el cumplimiento de sus objetivos. Este proceso inicia con la definición de las competencias que se quiere alcanzar, así como los contenidos que propiciarán las mismas, para luego definir los recursos necesarios y la forma de instrumentarlos, para finalmente evaluar el logro de las competencias establecidas.

Con la aparición del e-learning el diseño instruccional tiene una especial atención, es así que a nivel internacional existen especificaciones y estándares para su implementación

Dentro de las especificaciones para la creación del diseño instruccional tenemos: IMS-LD (Learning Design) y EML.

La especificación IMS-LD enfoca su principal objetivo hacia la codificación, transportación y ejecución de diseños de aprendizaje. Su base principal es EML que es otra especificación desarrollada por la OUNL (Open University of Netherlands) la cual encapsula en un solo paquete el diseño instruccional sumado a las interacciones de los profesores y estudiantes,

en cambio IMS-LD usa otras especificaciones de la IMS para realizar esta actividad por lo que se considera más modular.

CAPÍTULO II

Sistemas Adaptativos

2. SISTEMAS ADAPTATIVOS

Los sistemas adaptativos son una gran ayuda para diferentes áreas que ven la necesidad de enfocar y especializar sus servicios hacia el usuario, debido a que la mayoría de empresas e industrias tratan de captar la atención de sus clientes ofreciéndoles recursos que se ajusten a la medida de sus necesidades. En cambio las instituciones educativas se enfocan en el aprendizaje de sus usuarios.

Los sistemas adaptativos son considerados sistemas inteligentes, ya que son su base para la generación de resultados, usando algunos de los componentes según sea conveniente para brindar solución a un problema.

2.1 Definición

El rápido crecimiento de usuarios con acceso a Internet y el avance de las tecnologías en línea, han beneficiado el desarrollo de aplicaciones basadas en Web tanto comerciales como educativas, así como también han promovido el desarrollo de herramientas que permitan ofrecer servicios personalizados al usuario final a través de una adaptatividad de los sistemas, a fin de lograr su satisfacción.

Retomando la definición de Martínez y otros (2005):

“Los Sistemas Educativos Adaptativos e Inteligentes en Web (del inglés Web based Adaptive and Intelligent Educational Systems) (SEAls en Web) son sistemas de educación basados en Internet donde se aplican técnicas de inteligencia artificial con el objetivo de adaptar el contenido del sistema a los estudiantes según sus necesidades pedagógicas.”

Se deduce que un sistema adaptativo se basa en un modelo de usuario que facilita el aprendizaje del sistema, éste debe estar en la capacidad de aprender el comportamiento,

características y datos personales del usuario para permitir una adaptación, mostrando de esta manera un cierto grado de inteligencia.

Además es necesario establecer la diferencia entre lo que es adaptabilidad y adaptatividad. La adaptabilidad se refiere a un sistema que puede ser adaptable a los componentes del hardware sobre el cual corre el sistema, o puede tener un módulo que permita trabajar con otros tipos de aplicación, por lo tanto la adaptabilidad se enfoca más en lo que es el sistema en sí. La adaptatividad en cambio, se enfoca desde el sistema hacia el usuario, aprendiendo de éste sus gustos, necesidades, requerimientos, basándose en variables tanto explícitas como implícitas.

2.2 Clasificación

Según Carro Rosa (2001) basada en estudios de Peter Brusilovsky, los sistemas adaptativos pueden ser clasificados de acuerdo a las áreas de aplicación y considera aspectos como: características del usuario a las que se aplica (conocimiento, objetivos, procedencia, experiencia en la navegación y preferencias), aspectos que pueden ser adaptados (contenidos y opciones de navegación), métodos y técnicas de adaptación (explicaciones adicionales, comparativas, método de orientación y método de variantes).

La clasificación que plantea Carro de acuerdo a las áreas de aplicación es:

- **Sistemas de ayuda online**, permiten acceder a cualquier tipo de información sobre una aplicación, por lo que se limita el espacio a temas específicos de ayuda sobre dicho sistema.
- **Sistemas de información online**, cuyo principal objetivo es permitir el acceso a las diferentes fuentes de información que van desde enciclopedias hasta toda la documentación disponible en Internet, todo esto de acuerdo al nivel de conocimiento del usuario.
- **Sistemas de recuperación de datos basados en hipermedia**, permiten la estructuración, recuperación y presentación de la información en forma de

hipertexto, de acuerdo al perfil del usuario, que por lo general son profesionales de diferentes áreas.

- **Sistemas de información institucional**, ofrecen a los usuarios información específica de su área de trabajo dentro de la institución.
- **Sistemas educativos**, encargados de brindar al estudiante acceso a la información y a los medios del curso, de acuerdo a sus características, destrezas y nivel de conocimiento.

A continuación se presentan algunas herramientas disponibles en internet categorizadas de acuerdo a la clasificación anteriormente presentada. Estas herramientas por lo general tienen sus bases en estudios o investigaciones anteriores y han sido mejoradas con técnicas recientes.

2.2.1 SeAN: Server for Adaptive News (Servidor para Noticias Adaptativas)

SEAN (Server for Adaptive News) es un sistema desarrollado como proyecto del grupo "Intelligent User Interfaces", del departamento de Informática de la Universidad de Torino². Puede ser categorizado dentro de los sistemas de recuperación de información on-line, ya que presenta las noticias al usuario en base a su perfil.

El desarrollo de aplicaciones Web con función personalizada se está convirtiendo en una importante aplicación para sistemas adaptativos. Casi todos los portales proveen acceso a algún tipo de noticia y otros a publicidad especializada de interés para sus usuarios, cuyo principal objetivo es atraer a los navegantes de la Web y ganarse su lealtad. (Ardisono, Console, Torre, 2004).

SeAN se ha creado, enfocándolo en la generación de hipermedia adaptativa para el acceso electrónico a un servidor de noticias. Es un sistema multi-agente que puede ser accedido desde cualquier navegador Web, se enfoca en dos cosas, la selección de temas que son del interés del usuario y el nivel de detalle de la presentación de cada noticia.

² Intelligent User Interface Group. <http://www.di.unito.it/~seta/index.html>

Dispone de tres formas de personalización para ofrecer el acceso a un archivo de noticias:

1. El sistema debe seleccionar los tópicos o temas y noticias que sean de interés del usuario, dejando de lado otra información que no sea solicitada por el mismo.
2. El sistema debe adaptar el nivel de detalle de la presentación de cada noticia de acuerdo al interés del usuario y su experiencia.
3. Los anuncios que son insertados en la presentación deben ser apropiados para cada usuario y para el contexto en el cual ellos son insertados.

Estas formas de personalización se ofrecen a los usuarios frecuentes; para los usuarios nuevos, se genera un modelo de usuario inicial cuando éstos se conectan al servidor por primera vez y llenan un formulario de registro, luego conforme se convierten en usuarios frecuentes, se revisa el modelo haciéndolo progresivamente más semejante a sus características actuales y siguiendo sus posibles cambios de interés.

La arquitectura de SEAN, en forma general, funciona de la siguiente manera: el usuario puede ingresar al servidor usando cualquier navegador; este navegador interactúa con varios agentes que son los responsables del modelado de usuario y de las actividades de personalización; estos agentes pueden acceder a la información que se almacena en el conjunto de bases de datos.

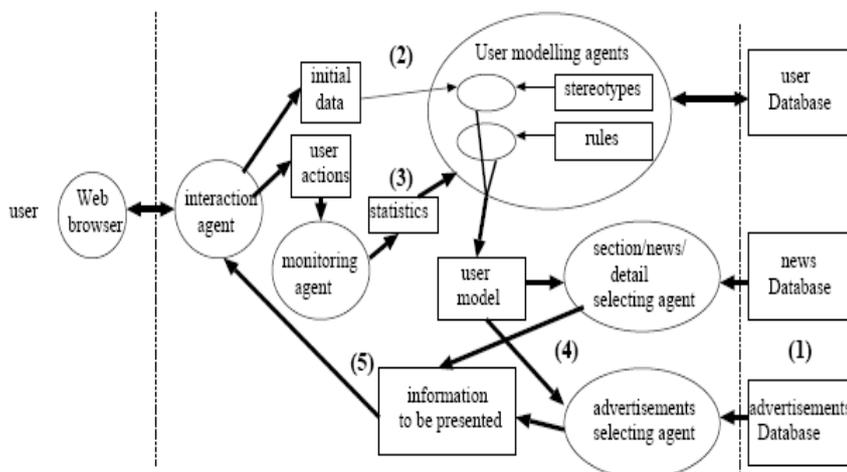


Figura 1. Arquitectura del Sistema. Recuperada de: <http://www.di.unito.it/~seta/index.html>

El modelado de usuario es manejado por dos agentes: uno es activado solo cuando el usuario se conecta al servidor por primera vez, es el responsable de crear un modelo inicial empezando con los datos proveídos por el usuario y usando la librería de los estereotipos. El segundo agente es activado al final de cada sesión y es responsable de revisar el modelo del usuario, de acuerdo a los eventos se resume el comportamiento del usuario durante la sesión y se define un conjunto de reglas del modelado del usuario relativas a tales eventos.

Los modelos de usuario son almacenados en las bases de datos; y, así el modelo de un usuario específico puede ser recuperado cada vez que el usuario se conecte al servidor. (Ardissono Liliana y otros, 2004).

Este sistema adaptativo no es muy complejo, posee una estructura bien definida que le permite cumplir con su objetivo, ya que enfoca los gustos y preferencias del usuario como parte fundamental de la adaptación; maneja varios agentes inteligentes para llevar desde la integración de la base de datos de modelo de usuario hasta un monitoreo de este.

Así mismo, integra esas preferencias con el servidor, para presentar las noticias más adecuadas y la información más relevante para el usuario. Es de tipo comercial; y, considerando la clasificación de Brusilovsky, de acuerdo a su área de aplicación, se lo puede ubicar como un Sistema de Información Online.

2.2.2 Interbook

[[Interbook es una aplicación que permite crear y distribuir documentos electrónicos en forma adaptativa a través de la Web. Permite la creación de documentos desde un texto simple hasta un HTML comentado. Además provee un servidor HTTP para las entregas adaptativas a través de la Web. Por cada usuario registrado, el servidor de Interbook mantiene un modelo individual del conocimiento de cada uno, y a partir de estos datos almacenados provee al usuario una guía, soporte de navegación y ayuda adaptativa.

Interbook aplica algunos resultados de investigaciones sobre Hipermedia Adaptativa, demostrando que el soporte de navegación adaptativo puede evitar que el usuario se pierda

en el hiperespacio y hacer a la navegación hipermedia más productiva.)] (Brusilovsky Peter, Shwarz Elmar, 1999)

El hacer la navegación hipermedia más productiva permite que los usuarios finales dispongan de información orientada y optimicen sus destrezas, y, que los usuarios generadores de contenido, se conviertan en proveedores de material educativo basado en estándares y herramientas de creación que permitan una eficiente utilización de la Web como un medio de soporte de aprendizaje inteligente.

Conceptualmente tiene un enfoque basado en el conocimiento, que fue inicialmente utilizado por ELM-ART, un sistema tutor inteligente que permite aprender a programar en LISP, el mismo que sirvió de base para el desarrollo de Interbook.

Al probar Interbook³, su interfaz demuestra ser sencilla, fácil de interpretar y seguir. Lo primero a mostrar es una tabla de contenidos del lenguaje de programación LISP, la cual se va activando según el progreso el estudiante en los contenidos del curso. Cada contenido o capítulo, contiene la teoría, algunos ejemplos y una evaluación parcial, siempre y cuando el estudiante alcance un cierto porcentaje de su evaluación, se puede iniciar el siguiente tema.

Las técnicas de soporte de navegación adaptativa aplicadas en Interbook prueban ser eficientes para aplicaciones de hipertexto e hipermedia.

2.2.3 PEGASUS: Presentation Modeling Environment for Generic Adaptive hypermedia Support Systems (Ambiente de Modelado de Presentación para Sistemas Adaptativos de Soporte Genérico Hipermedia)

[(En base a la creciente autonomía que están ganando los estudiantes con el rápido desarrollo de herramientas computacionales en línea y debido a que las aplicaciones tutoras están manejando una diversidad de usuarios y plataformas, se han realizado considerables

³ Interbook. <http://interbook.exp.sis.pitt.edu/>

esfuerzos para el desarrollo de aplicaciones que se adapten automáticamente al estudiante y a las características de la plataforma. Una de esas herramientas basadas en Web es PEGASUS.]] (Castells Pablo, Macías José, 2001).

Por la descripción realizada y **de acuerdo a la clasificación de Brusilovsky**, a este sistema se lo ha categorizado **como un sistema adaptativo educativo**.

PEGASUS es un sistema de presentación genérica para hipermedia adaptativa, es decir que su diseño y estructuración pueden servir o son comunes a cualquier otro sistema de gestión del curso, entre otras cosas permite determinar cómo el dominio y el diseño instruccional deberían ser implementados. Sirve como una guía para proveer a los diseñadores de cursos de un arma para desarrollar presentaciones adaptativas no triviales. Su principal característica es que tiene como base una red semántica que soporta diversos dominios de ontologías, y el principal será el que mejor se adapte a la descripción y conceptualización estructurada del contenido.

Una red semántica es formada a partir del vocabulario conceptual definido en la ontología asociados a los cursos creados por los diseñadores los cuales están constituidos por objetos del dominio o unidades de conocimiento, así mismo la presentación es diseñada a partir de un modelo de presentación explícito donde las presentaciones son asociadas con los objetos, clases y relaciones de la ontología.

Existen plantillas y reglas de presentación a seguir para poder generar una adaptación la cual debe incluir entre otras cosas: requerimientos del curso, metas u objetivos de los estudiantes, modelos de uso, etc. Estas plantillas describen como presentar una clase del dominio. (Castells, Pablo; Macías, José; 2001).

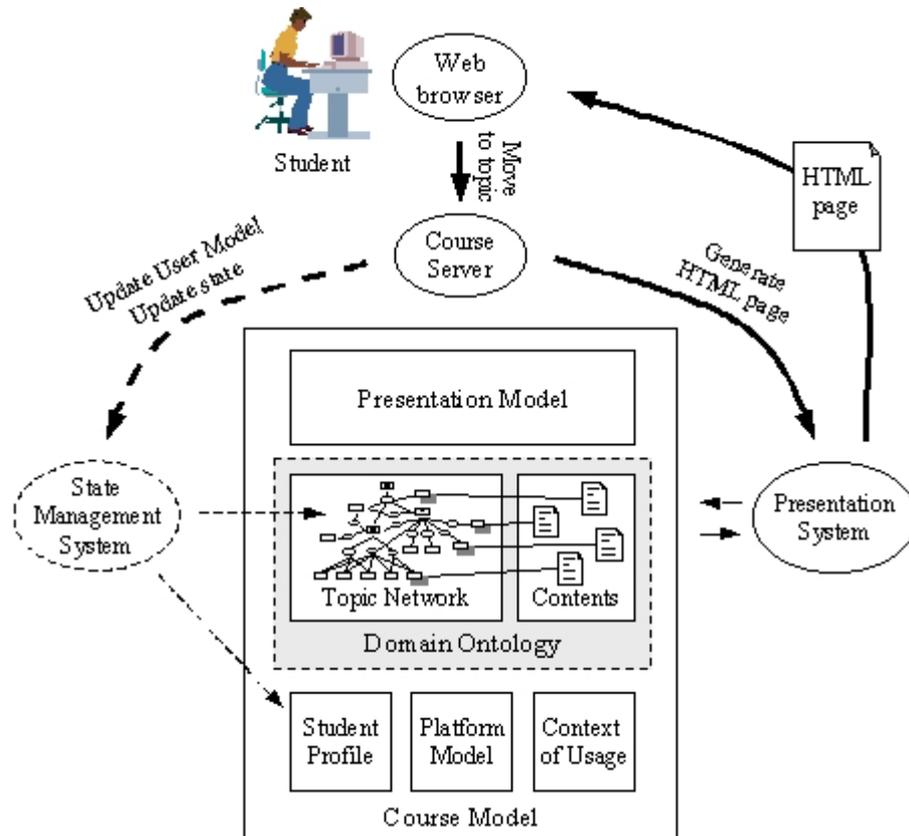


Figura 2. Modelo del Curso y Arquitectura Global. Recuperado de: <http://astreo.ii.uam.es/~castells/pegasus/>

Como se muestra en la figura 2, en el tiempo de ejecución el estudiante interactúa con la aplicación a través del navegador web y maneja los objetos del dominio a través de links, de esta manera cada vez que el estudiante mueve un objeto, la aplicación responde creando una nueva página HTML.

El sistema realiza el proceso siguiente:

- Resuelve las peticiones del usuario determinando los objetos del dominio a mover.
- Encuentra la instancia actual del modelo del dominio.
- Actualiza el dominio y el modelo de usuario tomando en cuenta la acción actual del usuario.
- Genera la presentación HTML aplicando las reglas pertinentes y las plantillas que corresponden a la clase del dominio del objeto.

2.2.4 Tutor Inteligente para la Universidad de Salamanca

Según la clasificación de Brusilovsky, este sistema, al igual que PEGASUS ha sido clasificado como un **sistema adaptativo educativo**, ya que a través de agentes inteligentes permite a un estudiante personalizar su propio entorno, así como también al tutor trabajar con una interfaz personalizada para la verificación, evaluación y comprobación de las habilidades del estudiante.

El tutor inteligente ha sido desarrollado bajo la plataforma de programación JAVA, específicamente con la herramienta NetBeans 5.0, y usando una base de datos open source o de código abierto como lo es PostgreSQL. (Gómez, Diego; García, Juan; 2006).

Su funcionamiento se basa en tres técnicas principales: *TreeMap*, la cual divide la pantalla de presentación en varios colores que contienen toda la información del usuario con respecto a las evaluaciones y los promedios de las evaluaciones. *FishEye*, la cual permite la visualización de las actividades y evaluaciones seleccionadas por el usuario. *Barras apiladas*, esta técnica permite finalmente desplegar totalmente las selecciones hechas por el usuario en todo el contorno de la pantalla del sistema.

Dentro de la información mostrada al usuario el sistema presenta, en base a colores determinados, las actividades que menor porcentaje de revisión han tenido y las evaluaciones con menor nota, de esta manera el usuario deberá revisar nuevamente las actividades con bajo porcentaje para intentar cambiar ese valor porcentual y mejorarlo. Así mismo el sistema indicará las actividades futuras que estén relacionadas a las que actualmente se encuentre cursando, a fin de procurar en el usuario un mayor interés. (Gómez Diego, García Juan, 2006).

Este sistema hasta la actualidad, no cuenta con información real evaluada por lo que no se puede ofrecer una comparación con otros sistemas o valores de rendimiento, estabilidad u otros.

Como el punto central de esta investigación son los sistemas adaptativos educativos en el siguiente capítulo se profundizará en ellos.

2.3 Análisis Comparativo de los Sistemas Adaptativos

S. Adaptativos Características	SEAN	INTERBOOK	PEGASUS	TUTOR INTELIGENTE U. DE SALAMANCA
Tipo	Comercial	Comercial – Educativo	Educativo	Educativo
Objetivo	Presentar los links de noticias de acuerdo a preferencias del usuario	Crear libros electrónicos de acuerdo al perfil de usuario	Crear presentación de cursos basados en ontologías y plantillas de presentación	Personalizar entorno del estudiante entorno de tutor
Distribución	Pagado	Libre	Pagado	Pagado
Software Base	Java	NA	Java	Java
Base de Datos	NA	NA	NA	Postgres
Plataforma	Basado en Web	Basado en Web	Basado en Web	Basado en Web
Aplicación	Noticias	Generar documentos web adaptativos	Generar material educativo	Tutor inteligente
Desarrollador	Universidad de Torino – Italia	Universidad Carnegie Mellon - USA	Universidad Autónoma de Madrid	Universidad de Salamanca
Técnica	Almacenamiento de Acciones de usuario	Almacenamiento de Acciones de usuario	Ontologías, Red semántica	Agente de Software

Tabla 1. Análisis comparativo de los sistemas adaptativos

Haciendo una comparación entre los sistemas adaptativos analizados se puede determinar que estos requieren de:

- Una base de datos necesaria para el manejo y almacenamiento de la información como se menciona en el sistema Pegasus, el cual usa una base de datos conocida y de código libre como lo es Postgresql.
- El uso de agentes inteligentes, ontologías, redes semánticas, etc. que permitan la organización, manipulación e interacción de la información entre los diferentes módulos o partes del sistema.
- El uso de una interfaz de comunicación del sistema con el usuario, en el caso de los sistemas adaptativos se lo realiza a través de un navegador Web.
- Un soporte o guía de navegación que permitan al usuario seguir sus metas y objetivos. De esta manera el usuario no se perderá en el hiperespacio del sistema.
- La utilización de un software base (plataforma de desarrollo) adaptable y compatible con las diferentes tecnologías presentes en el mercado.

CAPÍTULO III

Sistemas Adaptativos
Educativos (SAE)

3. SISTEMAS ADAPTATIVOS EDUCATIVOS (SAE)

Un SAE es un sistema que debe necesariamente poseer un tipo de inteligencia que permita generar una adaptatividad para con el estudiante, está enfocado en identificar sus destrezas y conocimientos, agrupa a aquellos estudiantes que presenten características similares a fin de brindarles información útil, logrando así el aprendizaje colaborativo.

Este tipo de sistemas está basado en la hipermedia adaptativa, por lo que la mayoría de sistemas necesitan un navegador web como interfaz principal, o una aplicación con conexión a la red.

Los sistemas adaptativos poseen un tipo de arquitectura, que se enfoca en el estudiante, por lo que uno de sus principales componentes es el **modelo del usuario (estudiante)**, pero sin descartar el **modelo de tutor** y otros componentes como diseño instruccional y agentes inteligentes que utilizan toda la información almacenada para presentar al estudiante una interfaz adaptada a sus preferencias y estilo de aprendizaje.

Para la creación del modelo del usuario se debe llevar un proceso en el que se toma en cuenta las variables implícitas y explícitas. Las variables implícitas son aquellas que el sistema aprende durante el proceso de aprendizaje del estudiante; es decir, el comportamiento, nivel de conocimiento, preferencias y deficiencias, mientras que las variables explícitas son aprendidas por el sistema desde la primera interacción del estudiante, siendo estas: nombre, datos personales, ubicación, etc.

Considerando que un SAE es un sistema muy complejo de modelar debería permitir diferentes estilos pedagógicos, es por ello necesario considerar el modelo educativo previo a la implementación de cualquier sistema educativo sobre una plataforma adaptativa.

Un modelo educativo tiene como objetivo disponer de una descripción o representación del proceso educativo sobre el que se quiere actuar, este proceso educativo se sustenta en una determinada tendencia pedagógica que junto a diversos recursos pedagógicos y a una metodología determinada, permiten el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje,

(Molina, Silva, Cabezas, 2005). De esta manera se facilita el control y regulación pedagógica de forma meditada y consciente (Bachs, Reyes, Gonzales, Manzano, Penalba, 1997).

En el caso específico de la UTPL, estos tres elementos (tendencia pedagógica, recursos pedagógicos y metodología determinada) se amalgaman en un modelo pedagógico centrado en el estudiante y en una serie de componentes que giran en torno a él, a fin de facilitar el proceso de aprendizaje (Figura 3).

Según Aguilar, R., Gómez, I. Herrera, E., Minga, R., (2008):

“Estos componentes se encuentran armónicamente imbricados en el modelo y son: el diseño curricular, el personal docente y de tutoría, los materiales educativos, la infraestructura en la Sede y en los Centros Universitarios, así como en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TICs) que facilitan la interacción con los alumnos. Todo este conjunto está perfectamente retroalimentado por la evaluación – investigación, que proporciona la información, para el mejoramiento continuo de los procesos y de la calidad del servicio educativo que ofrece.”

Los componentes de la UTPL detallados en el párrafo anterior se sostienen en los siguientes ejes: materiales educativos, evaluación – aprendizaje, expertos, docentes y tutores.

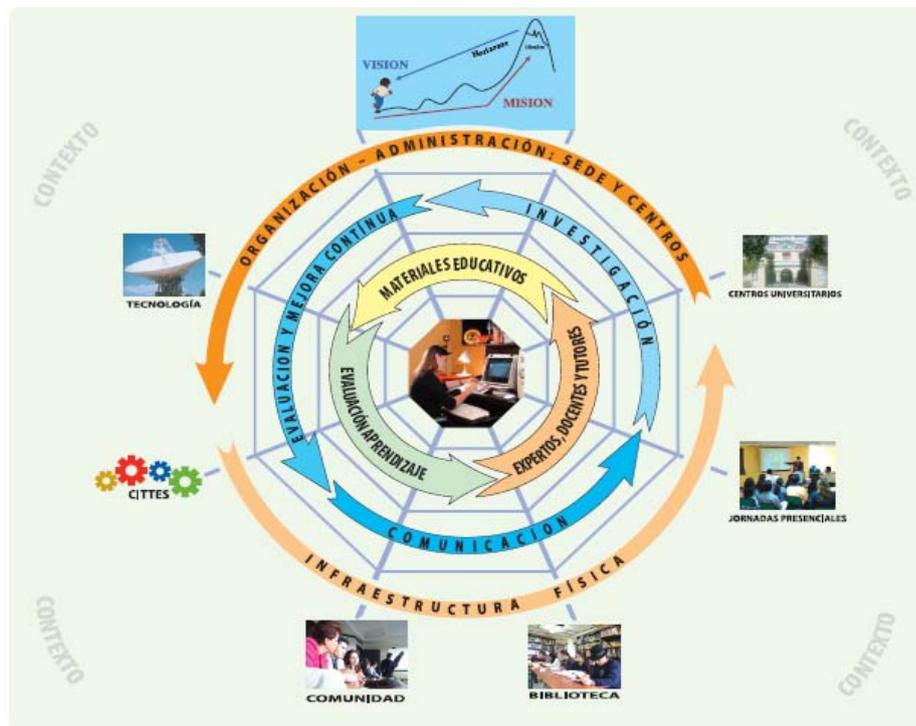


Figura 3. Modelo Educativo de la UTPL en la Modalidad Abierta y a Distancia⁴.

Cada uno de los ejes que se muestran en la figura 3, se encuentran detallados en Aguilar R. y otros, (2008). Aquí se puede ver claramente que la presencia e interacción entre ellos permite sostener y mantener el modelo pedagógico definido, el mismo que constituirá la base para la implementación de un SAE en una institución educativa.

Los componentes de un SAE deben orientarse a la tendencia pedagógica definida en el modelo, a fin de garantizar la consecución de sus objetivos.

3.1 Arquitectura de un Sistema Adaptativo Educativo

A un SAE, se lo considera como un sistema inteligente que identifica las diferencias individuales de cada estudiante y apoya el proceso de aprendizaje a las necesidades de cada individuo o usuario, este debe contener una arquitectura o estructura bien definida

⁴Aguilar, R., Gómez, I. Herrera, E., Minga, R. (2008). *IPED Instituto de Pedagogía para la Educación a Distancia, Conociendo a la Modalidad Abierta y a Distancia de la UTPL*, Editorial UTPL

constituida por varios módulos que son independientes, pero que a la vez permiten la interacción entre cada uno de ellos para generar la adaptación.

La mayoría de los SAE tienen como base una arquitectura lógica compuesta de tres módulos: módulo del dominio de la base del conocimiento, de estudiante y de tutor (Brusilovsky, Peter; 2003).

Los tres módulos mencionados interactúan entre sí a través de agentes de software dedicados a funciones específicas dentro y entre cada módulo. Estos agentes cumplen funciones como, por ejemplo: extraer información del módulo del estudiante hacia el módulo de tutor para verificar el estado actual del perfil del estudiante.

Considerando el estudio realizado por los miembros de las universidades de: Witwatersrand, Brighton, West Indies, Warwick, Bari, Trento; a los módulos presentes hace falta agregar el módulo de interfaz de estudiante que permitirá manejar la comunicación del estudiante de manera personalizada, independiente y adecuada a sus preferencias, gustos y estilo de aprendizaje. Así mismo, permitirá brindarle una guía y soporte de navegación para evitar que se pierda en el hiperespacio.

Según, Kennedy Ian y otros (2005), un SAE constaría de cuatro componentes: (figura 4)

- Módulo del dominio de la base del conocimiento
- Módulo de tutor
- Módulo de interfaz de estudiante
- Módulo de estudiante

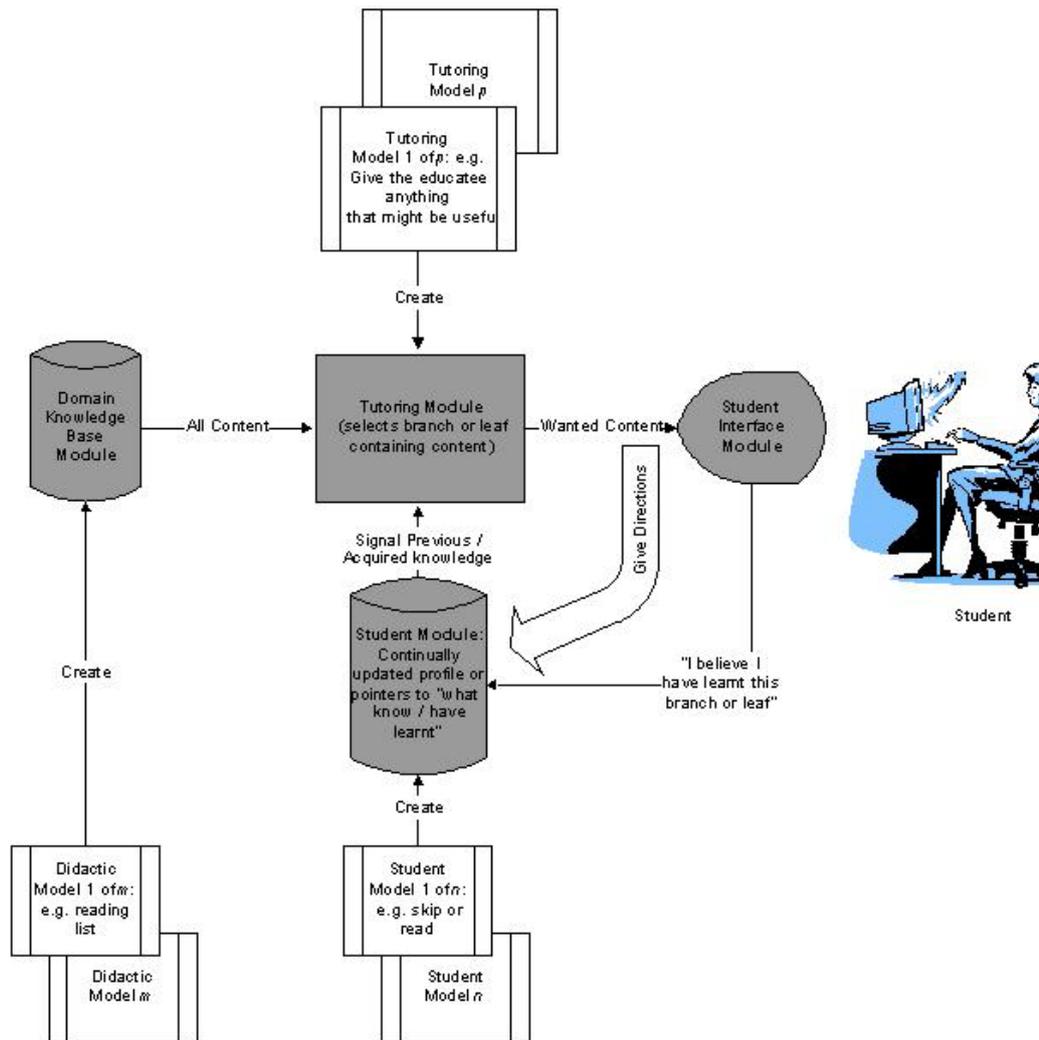


Figura 4. Arquitectura de un Sistema Adaptativo Educativo Simple. Recuperado de:

[http://itsuite.it.brighton.ac.uk/student/sf1/web/A%20Simple%20Web-based%20Adaptive%20Educational%20System%20\(SWAES\).htm](http://itsuite.it.brighton.ac.uk/student/sf1/web/A%20Simple%20Web-based%20Adaptive%20Educational%20System%20(SWAES).htm)

Estos módulos trabajan en conjunto y con cierta dependencia relacional para generar la adaptación en un sistema educativo. A continuación, se procederá a describir cada uno de los módulos.

3.1.1 Módulo del Dominio de la Base del Conocimiento

El módulo del dominio de la base del conocimiento es el cuerpo del sistema, es donde se encuentra almacenada toda la información y herramientas que envuelven el aprendizaje, al decir herramientas se hace referencia a todo el material educativo útil para el proceso de

enseñanza al estudiante, (Kennedy Ian y otros, 2005). Este material puede ser: objetos de aprendizaje, conceptos, material instructivo, registros de los diferentes modelos de usuario, registros del modelo didáctico, etc. La información dentro de este módulo se la puede manejar u organizar en diferentes estructuras de datos.

Según Peter Brusilovsky (2003) se nombran las siguientes estructuras:

1. Red Semántica: la información se organiza en una estructura de red enlazada donde cada link conoce su antecesor y predecesor.
2. Vector: la información se almacena secuencialmente como una pila y de esta manera será mostrada al usuario durante su proceso de aprendizaje. (Brusilovsky, Peter; 2003).
3. Árbol: la información se organiza con una estructura de ramificaciones.

La red semántica permite el acceso, búsqueda y recuperación de la información de manera inteligente permitiendo una fácil comunicación entre un sistema y otro, haciendo el lenguaje natural entendible para una máquina u ordenador y eliminando de esta forma los operadores intermediarios humanos.

El vector y el árbol son utilizados por diferentes formas de representar el conocimiento como: las taxonomías, los tesauros, los mapas conceptuales y las ontologías.

El vector por ser una estructura lineal, permite almacenar los conceptos o descriptores sin una relación jerárquica o taxonómica, mientras que los árboles permiten una representación jerárquica, en donde cada uno de los nodos representa los conceptos y, las ramas las relaciones entre los mismos, en un árbol cada rama se la puede considerar como una unidad independiente en donde cada ramal que se desprenda hereden características del ramal mayor, permitiendo clasificaciones dentro del mismo árbol. Estas relaciones pueden ser: de jerarquía, de equivalencia, y de asociación. (Rodríguez Keilyn, Ronda Rodrigo, 2005)

Por lo tanto con una estructura de árbol el conocimiento puede ser representado a través de: taxonomías, tesauros, mapas conceptuales y ontologías.

Se procederá a continuación a dar una breve definición de cada una de las formas de organizar la información sobre las estructuras mencionadas de árbol o vector, ya que la mayoría de formas de organizar la información deben estar alojadas sobre estructuras flexibles que permitan tanto la parte semántica como la parte sintáctica. Es por esto que las formas de organizar la información deben estar en la capacidad de resolver ambas partes, entonces se considera las siguientes que pueden ser usadas en un SAE:

Taxonomía: el término taxonomía era más usado en el campo de biología, pero debido a los grandes avances en el campo de la tecnología fue acogido para ofrecer una clasificación de la información de forma jerárquica donde cada nodo equivale a una clase y cada enlace a las relaciones entre ellas. Dependiendo de cómo se avance en la taxonomía se puede ver un grado de generalización en el caso de los nodos superiores y un grado de especificación en los nodos inferiores. Las taxonomías establecen relaciones semánticas donde las clases padre tienen un sentido semánticamente más fuerte y las subclases tienen un sentido semánticamente más débil, además las taxonomías se constituyen en la columna vertebral de las ontologías. (Rodríguez, Ronda, 2005)

Una taxonomía nos permite organizar la información de manera jerárquica, es decir con la presencia de un ramal principal o padre y ramales secundarios, derivaciones o hijos, pero sin introducir una organización lógica entre ellos.

Mapas Conceptuales: los mapas conceptuales corresponden a otra forma de organizar la información la cual puede ser jerárquica o no. No aplican un control de vocabulario, ni tampoco poseen un esquema definido para su creación. Sin embargo según Ronda y Rodríguez (2005), se pueden seguir las siguientes pautas:

- Identificación de los conceptos importantes de un dominio.
- Clasificación de los más generales a los más específicos.
- Puesta en relación del conjunto.

Un mapa conceptual por consiguiente es, un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones.

Tesauros: Se constituye en otra forma de organizar la información, la cual es estructurada como unidades de conceptos con sus respectivas descripciones. El tesauro puede ser considerado como una ontología liviana, ya que define conceptos, taxonomías de conceptos, las relaciones entre los conceptos y las propiedades que los describen.

Los tesauros forman unidades del conocimiento, es decir pequeños vocabularios sobre dominios determinados, en un tesauro se hacen explícitas tres tipos de relaciones: Relaciones de equivalencia, relaciones de jerarquía y relaciones de asociación. Siempre y cuando estas tres relaciones estén presentes se considerará como un tesauro, caso contrario se la considerará simplemente como una relación de descriptores. Cabe señalar que la principal diferencia entre un tesauro y una ontología es que la segunda usa reglas de inferencia. (Rodríguez, Ronda, 2005).

Un tesauro es una manera útil de organizar la información donde esta es detallada de una manera semántica y además se hace énfasis en las relaciones entre conceptos, es útil dentro de la Web semántica, pero no mejor que una ontología, ya que esta incorpora la parte matemática la cual no está presente en los tesauros

Ontologías: debido al gran crecimiento de los volúmenes de información en la Web se adoptó una manera más completa de organizarla, usando ontologías. Las ontologías van de la mano con los tesauros, incluyendo taxonomías relacionales de conceptos y lo más importante, la definición de un conjunto de reglas de inferencia o axiomas.

En la ontología se debe delimitar los términos de un determinado dominio que van a ser incluidos en la construcción de la representación del conocimiento. Cabe señalar que las ontologías permiten la compartición de la información entre diferentes sistemas, así como el re-uso de las mismas para generar nuevas ontologías que tengan relación en su estructura. (Rodríguez, Ronda, 2005).

De todas estas formas de representar la información, la más utilizada es la ontología, ya que además de organizar el conocimiento definiendo conceptos y relaciones en los mismos,

también define un conjunto de axiomas o reglas de inferencia que permiten dar el significado a los conceptos y facilita la recuperación de la información por parte de los agentes inteligentes.

3.1.2 Módulo de Tutor

El módulo de Tutor es el corazón del sistema, es la parte encargada de decidir, que contenido presentar, cuándo y cómo hacerlo, y además accediendo directamente a la base del conocimiento.

Casi toda la información esta almacenada en la base del conocimiento, pero la información acerca de cómo instruir, enseñar y evaluar al estudiante, se encuentra en el módulo del tutor. En dicho módulo se define uno o varios modelos de tutor, así como también el modelo de enseñanza a seguir es decir el diseño instruccional.

El modelo de tutor será compuesto por la información adquirida por el SAE, luego de algún tiempo de su funcionamiento, este debe ser definido por la institución o empresa que lo implemente, es por eso que para empezar los agentes de software tomarían ese papel momentáneamente, cumpliendo esta función. Todo esto es debido a que no existen técnicas que permitan identificar la mejor manera de enseñar.

El diseño instruccional nos permite garantizar que la enseñanza dirigida al estudiante va a ser impartida correctamente, además de ser una guía y un medio para la enseñanza-aprendizaje, incluye actividades como: definición de competencias, instrumentación, enseñanza y evaluación. En estas actividades están envueltos diferentes actores como lo son: estudiante, profesor y sistema. Existen varios modelos de diseño instruccional, que están detallados y analizados en (Sarmiento ,2007), aquí se muestra una visión general de cada uno de ellos:

Modelo ADDIE: sus siglas hacen referencia a: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación, las mismas que son fases de este modelo. Es útil para crear productos instruccionales, y es aplicado en el diseño programas. Este modelo está centrado en el

profesor y permite la retroalimentación entre las diferentes fases; es decir, que el resultado de la evaluación formativa permite al diseñador regresar a la fase anterior.

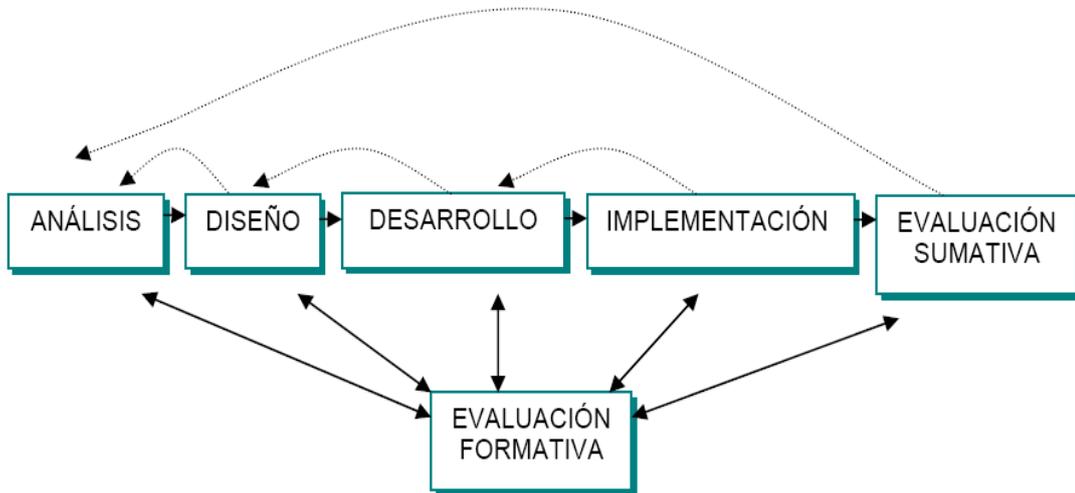


Figura 5. Modelo ADDIE. Recuperado de: http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_URV/AVAILABLE/TDX-0806107-121312//TESISCAP%CDTULO34.pdf

Se inicia con la fase de *análisis*, donde se determina el problema, sus causas y se diseña una posible solución que abarque las metas instruccionales y las tareas que deben ser instrumentadas.

En la fase de *diseño* se define las estrategias para alcanzar las metas instruccionales, a través de un detalle de los instrumentos a utilizar en cada tarea, la forma de dirigirlos, los recursos complementarios, etc.

En la fase de *Desarrollo*, se elabora toda la instrumentación definida en la fase de diseño.

La fase de *Implementación*, hace referencia a la instalación del proceso de instrucción, ya sea en un aula de clases, en un laboratorio de computación, en una plataforma virtual, etc.

Finalmente *la Evaluación*, que tiene como objetivo determinar las posibles deficiencias de cada fase y de todo el proceso a fin de promover su corrección. Se considera dos tipos de evaluación: la evaluación formativa que se aplica durante cada fase y entre ellas, y tiene

como objetivo validarla antes de ser implementada; y, la evaluación sumativa que se aplica al final de todo el proceso a fin de garantizar su efectividad.

Modelo de Kemp: este modelo es muy útil para ser aplicado a gran escala en cuanto a grupos de personas y a múltiples recursos. Consta de ocho fases que no son de orden lineal o secuencial, es decir no tiene un punto de inicio definido, por lo que los diseñadores lo pueden adaptar de acuerdo a sus necesidades y usar el modelo de forma flexible.

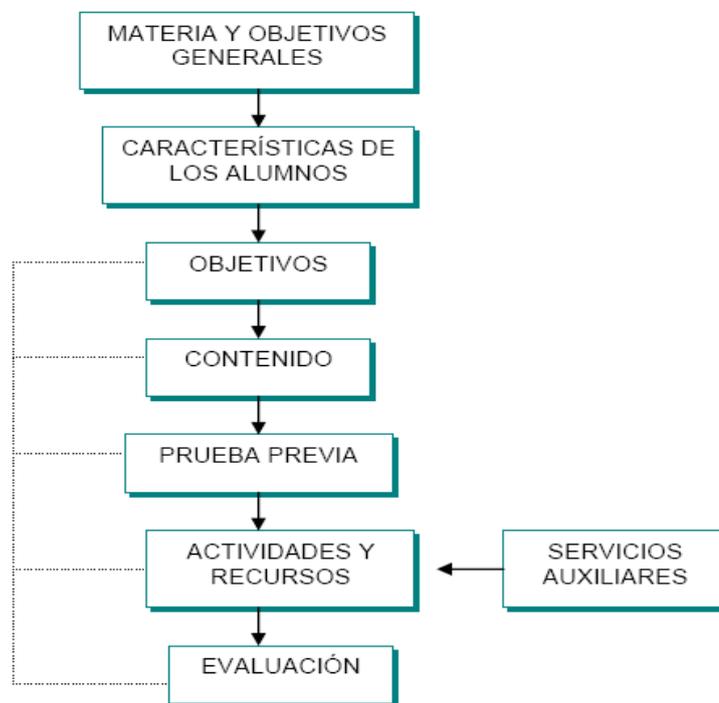


Figura 6. **Modelo de Kemp.** Recuperado de: http://www.tesisexarxa.net/TESES_URV/AVAILABLE/TDX-0806107-121312//TESISCAP%CDTULO34.pdf

Este modelo inicia con la definición de metas generales, luego se fijan los temas a estudiar y los fines específicos esperados por el docente. Dentro de los *objetivos generales* se considera las *características de los alumnos*, las mismas que sirven para determinar los *objetivos de aprendizaje*. Luego de esto se seleccionan todos los *contenidos* a ser desarrollados y que se orientan a la consecución de los objetivos fijados, se elaboran *pruebas previas* de todo el proceso, se seleccionan los *materiales de enseñanza*, se *valora* tanto el aprendizaje del

alumno como el plan de instrucción, y se apoyan las actividades y recursos con los *servicios auxiliares*.

Modelo Dick y Carey: este modelo usa una metodología en la cual propone la división del diseño instruccional en pequeños componentes. La instrucción es apuntada a las destrezas y el conocimiento a ser asimilado. Los componentes del modelo se detallan a continuación

Identificación de la meta de instrucción: se refiere a lo que el alumno será capaz de hacer una vez terminada la instrucción.

Análisis estructural de la meta: se hace una descripción paso a paso de lo que el alumno está haciendo cuando está en búsqueda del objetivo, a fin de determinar que necesita en cuanto a habilidades cognitivas.

Análisis de conductas de entrada y del contexto: se refiere a las habilidades con las cuales el estudiante inicia el proceso de aprendizaje, y las habilidades que serán aprendidas y utilizadas.

Enunciados de los objetivos operacionales: identificada la meta de instrucción y las conductas de entrada, es necesario definir los objetivos operacionales con los que se identifican las conductas a ser aprendidas, las condiciones bajo las cuales se han de realizar y los criterios para su ejecución satisfactoria.

Desarrollo de instrumentos: definidos los objetivos operaciones se procede al desarrollo de instrumentos de enseñanza, fase referenciada como “Diseño de criterios para cuestionarios” en la figura 7.

Desarrollo de estrategias de instrucción: se identifican las estrategias para lograr el objetivo final, esto es: se hace énfasis en la presentación de la información, la práctica y el feedback.

Desarrollo y selección del material instruccional: se ejecuta luego de seleccionada la estrategia, aquí se seleccionan o crean los materiales instruccionales apropiados.

Diseño y ejecución de la evaluación formativa: se revisa los materiales instruccionales, se los evalúa y chequea previo a su distribución.

Revisar la instrucción: los datos obtenidos en la fase anterior, son resumidos e interpretados para detectar dificultades a la hora del aprendizaje por parte de los estudiantes y así mismo se determina alguna deficiencia en los materiales.

Evaluación sumativa: aquí se juzga la eficacia de la instrucción, independientemente de la evaluación formativa.

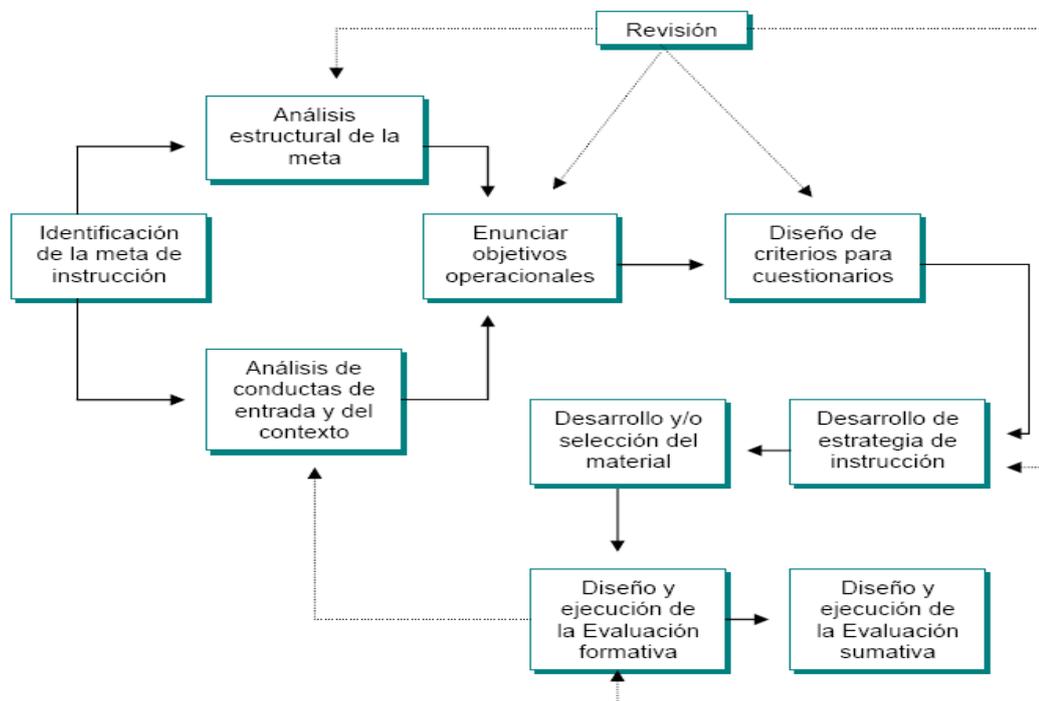


Figura 7. **Modelo de Dick y Carey.** Recuperado de: http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_URV/AVAILABLE/TDX-0806107-121312//TESISCAP%CDTULO34.pdf

Todas las fases anteriores se detallan en la figura 7. Además cabe recalcar que en este modelo se ejecutan procesos de control como: control ejecutivo y control de expectativas, el cual, en el caso del ejecutivo es aplicado sobre el diseñador y el de expectativas es aplicado sobre los objetivos del diseño.

Modelo de Elena Dorrego: en este modelo se especifican ocho fases, que se fundamentan en la teoría del procesamiento de la información.

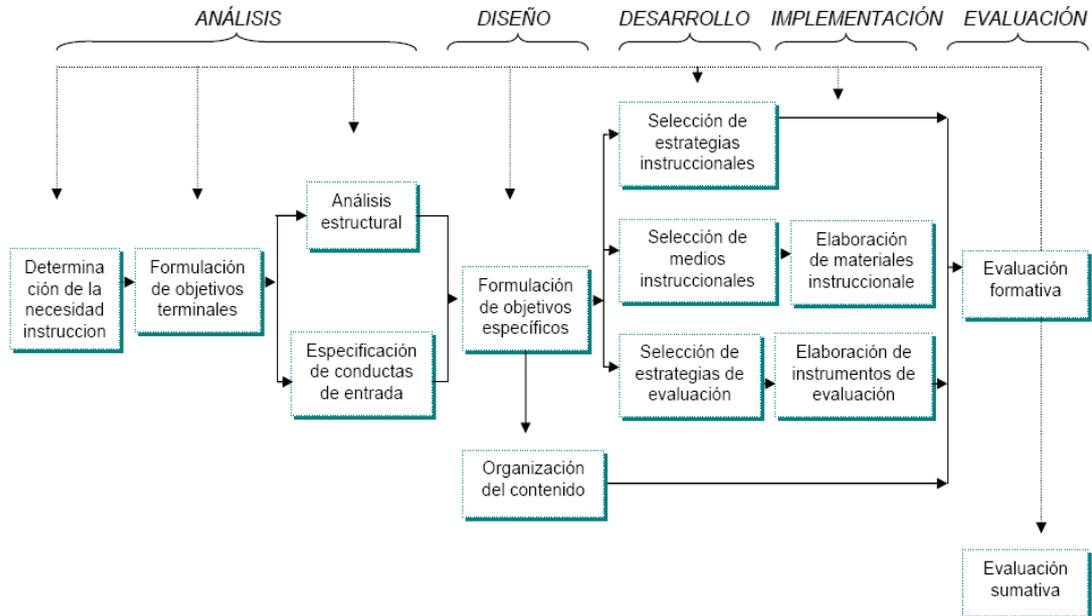


Figura 8. Modelo de Elena Dorrego. Recuperado de: http://www.tesisnaxarxa.net/TESIS_URV/AVAILABLE/TDX-0806107-121312//TESISCAP%CDTULO34.pdf

Determinación de la necesidad instruccional: se justifica el problema instruccional, en relación al diseño curricular, además se definen los objetivos y fines curriculares.

Formulación de objetivos terminales: se establece el aprendizaje que el alumno debe alcanzar al finalizar el proceso de instrucción.

Análisis estructural: este análisis se realiza sobre los aprendizajes, debe ser jerárquico si es conceptual, procedimental si es psicomotor, o mixto si se combinan los anteriores. Algo adicional es que se establecen los aprendizajes previos que deben tener los alumnos.

Formulación de objetivos específicos: se definen los objetivos de acuerdo a las áreas y niveles de aprendizaje, cabe señalar que estos objetivos se establecen en términos de operación.

Organización del contenido: comprende cuatro fases: a) Selección de estrategias instruccionales, en función de las fases del aprendizaje, modalidad, modelo de enseñanza y

de los resultados a alcanzar. b) Selección de los medios instruccionales, permiten la transmisión del mensaje, esto depende claramente de los objetivos definidos, la estrategia, las características de los alumnos y del contexto. c) La organización del contenido, para lo que se toma en cuenta las orientaciones de la teoría de la información (uso de organizadores, esquemas, etc.). d) La selección de estrategias de evaluación, éstas deben ser apropiadas al tipo de aprendizaje a alcanzar y a los instrumentos para evaluar o valorar el logro de los objetivos.

Elaboración de materiales instruccionales: se crean los materiales instruccionales y los instrumentos de evaluación, que fueron seleccionados previamente.

Elaboración de instrumentos de evaluación: hace referencia a los procedimientos para evaluar formativamente la instrucción que permitiría determinar las posibles fallas en cuanto la consecución de objetivos de la instrucción.

Evaluación formativa: permite determinar los errores de cada fase a fin de corregir los posibles fallos del proceso de instrucción.

Evaluación sumativa: en base a la información obtenida de la fase anterior, se procede a realizar una evaluación sumativa que permitirá mejorar el próximo diseño de instrucción.

Se debe recalcar que para adecuar un SAE a una institución educativa, el modelo de diseño instruccional a usar dependerá notablemente del modelo educativo que la institución posea, en el caso de la UTPL se elegiría un modelo centrado en el estudiante.

Cuadro Comparativo de los Modelos de Diseño Instruccional

A continuación se muestra una comparación entre los diferentes modelos de diseño instruccional anteriormente analizados en este apartado:

Modelos D. I. Características	Modelo ADDIE	Modelo DE KEMP	Modelo de Dick y Carey	Modelo de Elana Dorrenge
Punto principal del Modelo	Centrado en el Profesor	No aplica	No aplica	No aplica
Aplicada a Grupos o Programas de instrucción	Programas	Grupos Grandes	No presente	Grupos
Tipo de Modelo	Lineal - sistemático	No Lineal	Sistemático – lineal	Sistemático - lineal
Información inicial de cada Fase	Adquirida de la Fase anterior	Depende de la fase que inicie	Adquirida al identificar los objetivos de la instrucción	Adquirida de la definición de los objetivos
Retroalimentación global	Permitida	Permitida	Permitida	Permitida
Evaluación final del diseño	Si	Si	Si	Si
Retroalimentación entre Fases	Permitida	Variable	No Presente	No Presente

Tabla 2. Análisis comparativo de los modelos de diseño instruccional.

De acuerdo al cuadro comparativo de los modelos de diseño instruccional se puede deducir que:

- Aunque algunos modelos tienen como base componentes de otros modelos, dependerá de la situación en que se los aplique, el que resalten sus características.
- Pueden ser usados en diferentes contextos, pero siempre será importante considerar las características del grupo destino.
- En su aplicación todos los modelos tienen un enfoque holístico y una evaluación formativa y sumativa.

- Estudiando el grupo o programa sobre el cual un modelo será aplicado, se podrá definir si es conveniente el aplicar un modelo flexible (iniciar desde cualquier etapa) o cerrado (completamente sistemático).
- La retroalimentación entre etapas permitirá mejorar la salida u objetivo final del modelo, permitiendo cambios y mejoras durante el proceso de desarrollo del mismo.
- La retroalimentación global permitirá el mejoramiento del proceso para una próxima aplicación del modelo, creando por consiguiente una instrucción con mejores bases.

Como se puede observar en todos los modelos de diseño instruccional presentados, algunos pueden encajar dentro de otros, por ejemplo: al modelo de Kemp lo podemos encuadrar dentro de las etapas implementación y evaluación del modelo ADDIE.

3.1.3 Módulo de Estudiante

El módulo de estudiante es el encargado de almacenar los diferentes modelos de usuario que un SAE puede contener, tiene una interacción directa con el módulo de tutor y el almacenamiento de la información concerniente a los perfiles de estudiante, es decir la información que contendría cada modelo de estudiante, se almacena en una parte de la base de conocimiento.

El modelado de usuario permite crear en el sistema el efecto de la adaptación, para lo que se requiere del usuario información implícita. La información implícita se extrae durante el proceso de interacción del usuario con el sistema y la información explícita puede ser previamente ingresada o requerida al momento de la primera interacción del usuario con el sistema. Es así que los modelos de usuario son una base fundamental para la existencia de los SAE.

Según Gaudioso (2002), un modelo de estudiante debe contener la siguiente información:

- Datos del usuario (Información necesaria para generar la adaptación, Ej. Datos personales).

- Datos de uso (Información aprendida indirectamente del estudiante, Ej. Páginas visitadas, foros, etc.).
- Datos de entorno (Información referente al entorno del usuario, Ej. Versión del navegador que está utilizando, medio de acceso, conexión).

Toda esta información, que contiene un modelo de estudiante puede ser muy útil dependiendo del tipo de modelo que se pretenda usar.

A continuación se detallan los tipos de modelos existentes de acuerdo a:

- Las fuentes de información: explícito e implícito.
- La caducidad de la información: de corto plazo y de largo plazo.
- La actualización del modelo: estático o dinámico.
- Los tipos de usuario que se modelan: estándares o Individualizados.

Cabe señalar que algunos tipos de modelos de usuario pueden ser complementados o incluidos en otros, tal es el caso de los modelos a corto plazo, estándares y estáticos, los cuales tendrán tareas definidas como estáticas, explícitas y de poco alcance, a diferencia de los modelos dinámicos, de largo plazo e individuales que tendrán tareas dinámicas de actualización de los modelos y además el aprendizaje de la información de manera implícita. También se habla de modelos híbridos que han mejorado algunos aspectos al hablar de un SAE.

Así mismo Kennedy y otros (2005) indican que los modelos de usuario pueden ser clasificados en dos tipos específicos:

- Modelo estático: se lo conoce como explícito, el cuál obtiene información directamente del estudiante en base a simples preguntas como: ¿cuál es su nombre?, ¿cuál su número de cédula?, etc.
- Modelo dinámico: se lo considera también implícito, utiliza toda la información que pueda ser inferida del estudiante desde el momento en que se ponga en contacto con el sistema, este tipo de modelo recoge información como: tiempo de navegación

del estudiante, tiempo que se demoró en revisar un link, tiempo tomado en pasar de una actividad a otra, etc.

Como se puede observar esta clasificación es más limitada y específica ya que se reduce a dos únicos modelos definidos de acuerdo a la fuente de información: estático, con datos explícitos que no varían, y dinámico con datos implícitos que serán aprendidos durante el proceso de vida del usuario en el sistema.

Otra clasificación es la mencionada por Rui (2003) quien define a los modelos como *métodos para la creación de perfiles*:

- Método explícito: al que también se lo conoce como de creación manual, toda la información recolectada es introducida manualmente respondiendo a formularios que el sistema emite.
- Método colaborativo: este tipo de perfil se crea y modifica a partir de la interacción colaborativa con otros perfiles, recurriendo específicamente al conocimiento del dominio y a técnicas de heurística inteligentes.
- Método implícito: toda la información recabada se genera a partir de la interacción del usuario con el sistema, por medio de la utilización de técnicas de inteligencia artificial.

Así mismo se puede combinar cualquiera de estos métodos para crear otro más completo como el modelo híbrido.

De igual manera se puede identificar dos fuentes principales de alimentación para los diferentes modelos de usuario, que son:

- La primera en la que el usuario es el encargado de rellenar su perfil en base a formularios de entrada.
- La segunda en la que el sistema se encarga de guardar la interacción del usuario y abstraer de ella la información necesaria para rellenar su perfil.

Una clave para lograr un modelado de usuario eficiente, que se ajuste a las necesidades del sistema y del estudiante, dependerá de la correcta definición del dominio del sistema y donde se desea aplicar el modelo.

Una vez elegido el modelo de usuario adecuado al entorno a modelar y a las características que este va a tener, es necesario elegir una forma de representación la cual se clasifica en: explícita, implícita e híbrida. (Gaudioso Elena, 2002)

Representación explícita: el conocimiento es previamente definido en el modelo de usuario, o es adquirido mediante tareas específicas como: formularios de entrada, test, etc. Siguen reglas de adquisición del conocimiento determinadas, es decir dichas reglas se definen una sola vez y/o varían durante el tiempo. Su principal desventaja se ve reflejada en la dificultad de mantener los modelos en lo concerniente a evolución de las características y necesidades del usuario.

Representación implícita: en este tipo de representación los modelos se basan en la aplicación de técnicas de aprendizaje automático, esta técnica de representación trata de suplir a la representación explícita obteniendo la información del estudiante a partir de sus interacciones con el sistema. Una gran ventaja de esta técnica es que permite llevar el mantenimiento de los modelos dinámicos de manera más sencilla.

Representación híbrida: esta técnica de representación combina las dos técnicas anteriormente descritas y de esta manera supera las carencias que supone el uso de cada técnica de manera individual.

A estas formas de representación de información del usuario se puede agregar una nueva, esta es la: *representación colaborativa*, la que se basa en los modelos dinámicos y en la participación del usuario en los diferentes ámbitos del sistema; en base a sus perfiles se agrupan los que más coinciden, para propiciar la colaboración más adecuada en cuanto a características y nivel de conocimiento.

Además de las formas de representación la información se puede considerar los estilos de aprendizaje⁵. Al hablar de **estilos de aprendizaje** se topa un tema muy extenso debido a la gran cantidad de teorías referentes a los mismos. Una de las más conocidas es la de Felder y Silverman la cual subdivide a los estilos de aprendizaje en varios tipos: Intuitivos – Sensitivos, Verbales – Visuales, Inductivos – Deductivos, Secuenciales – Globales, Activos – Reflexivos. Estos estilos de aprendizaje son muy útiles al definir la creación de un modelado de usuario.

Identificadas las características del usuario es necesario plantear las tareas de adaptación, como parte complementaria para apuntar al SAE al objetivo de adaptación que debe cumplir. Estas tareas deben tomar en cuenta los siguientes puntos para ser definidas (Gaudioso Elena, 2002):

- El elemento a adaptar.
- El objetivo que se desea lograr y la técnica que se va a adoptar.
- Los criterios de usabilidad que van a tomar en cuenta.

La función principal de las **tareas de adaptación** es alcanzar el desarrollo de las fases fundamentales del SAE, y tienen mucha influencia en el modelado de usuario. Las tareas de adaptación son heredadas de la Hipermedia Adaptativa así como de los Sistemas Tutores Inteligentes, pero son pocas las que pueden ser adoptadas para la definición de un SAE por lo que las tareas de adaptación que más se ajustan son: *soporte adaptativo a la colaboración*. Esta tarea reúne a los modelos de usuario que mejor se acoplen en cuanto a características y nivel de conocimiento. Además de esta existen dos tareas de adaptación importantes como (Gaudioso Elena, 2002):

- Soporte adaptativo a la navegación: trata de guiar al estudiante presentando diferentes enlaces o generándolos de acuerdo a sus preferencias, a las páginas navegadas o simplemente por recomendación del sistema con respecto a las

⁵ Estilos de Aprendizaje: “son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje” (Cazau Pablo, (nf)).

interacciones del mismo. Para dicha tarea se pueden ejecutar técnicas como: orientación y recomendación adaptativa.

- Soporte adaptativo a la presentación: consiste en presentar al usuario tanto el contenido como las páginas adaptadas de acuerdo a sus preferencias o conocimiento inicial.

Además cabe señalar que los SAE por lo regular modelan los intereses o necesidades del usuario y están en la capacidad de modelar el conocimiento del mismo. (Brusilovsky Peter, Millán Eva, 2007).

3.1.4 Módulo de Interfaz de Estudiante

Este módulo contempla las tecnologías, estándares, técnicas y métodos, que sean necesarios para construir un canal de entrada – salida de información desde el sistema adaptativo al estudiante y viceversa.

Desde el sistema adaptativo al estudiante

En esta vía, este módulo es el encargado de llevar al estudiante de una manera accesible, visible y entendible, la información que esté a la altura de sus necesidades y que el sistema determine es la mejor para cumplir con su aprendizaje. Entre otras cosas el módulo de interfaz de estudiante debe estar en la capacidad de mantener la atención del mismo, además de adaptarse a las condiciones del dispositivo o navegador a través del cual realiza la interacción con el sistema.

Este módulo mostrará la información más adecuada al usuario, la cual sea dispuesta por el módulo de tutor según las características del usuario, es por esto que se considera una interfaz humana, ya que tiene contacto directo con el estudiante, por lo que el sistema haga debe ser reflejando en la manera más entendible para el usuario.

El contenido presentado al estudiante podrá variar de acuerdo a su perfil, considerando el estilo de aprendizaje, se definen los componentes de la interfaz, como: imágenes en el caso de ser visual o, de lecturas en el caso de ser verbal, etc.

Otra de las funciones módulo de interfaz de estudiante es servir al sistema de intermediario para brindar al estudiante recomendaciones, de acuerdo a los objetivos que él persiga, es decir mostrar en pantalla anuncios o posibles sugerencias útiles para guiar al estudiante. (Alexandre Rui, García Francisco, Romero Luis, 2003).

Desde el estudiante al sistema adaptativo

El módulo mencionado es el principal medio a través del cual el sistema adquirirá la información de los diferentes estudiantes, ya sea para rellenar su perfil en su primera interacción, o para agregar información a los modelos ya creados durante el transcurso del curso, de esta manera por cada nueva interacción, se mostrará la información más adecuada según su nivel de conocimiento actual o de acuerdo al que haya adquirido durante el proceso de aprendizaje.

Entre la información que el sistema podría adquirir del estudiante se tiene la siguiente:

- **Software:** esta información hace referencia al navegador Web por medio del cual el estudiante accede al sistema, tomando en cuenta las características, versión del navegador, tipo, etc.
- **Hardware:** información referente específicamente al dispositivo que el estudiante usa para ingresar al sistema. Ej. Un computador portátil o PC, una palm, un celular, etc.
- **Conexión:** se toma en cuenta el tipo de conexión que usa el estudiante (dial up, cable modem, DSL, etc.), el ancho de banda del que dispone para navegar en Internet, la ubicación geográfica desde donde accede, etc.

Esta información es almacenada en el modelo de estudiante respectivo, actualizándose por cada interacción del estudiante con el sistema.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE UNA
ARQUITECTURA ADAPTATIVA
PARA LA PLATAFORMA VIRTUAL
UTILIZADA EN LA UTPL
(MOODLE)

4. PROPUESTA DE UNA ARQUITECTURA ADAPTATIVA PARA LA PLATAFORMA VIRTUAL UTILIZADA EN LA UTPL (MOODLE).

4.1 Introducción

El cambio que hoy en día se está generando a nivel de Entornos Virtuales de Aprendizaje, introduciendo la particularidad de la adaptación permitirá orientar y potenciar la enseñanza, de tal manera que sea dirigida al estudiante basándose en sus características de aprendizaje definidas en un perfil.

Para que la UTPL cuente con un entorno virtual de aprendizaje adaptativo, se requiere de la implementación de cada uno de los componentes de la arquitectura de un SAE, por ello, en esta propuesta se inicia con un detalle de la problemática actual, en la que se realiza un análisis de la plataforma que actualmente utiliza la UTPL (Moodle), identificando sus características, ventajas y desventajas.

Luego se definen las tareas de adaptación, las cuales permitirán, identificar los objetivos, las técnicas y métodos que servirán para orientar la adaptación hacia un umbral específico.

Definidas las tareas de adaptación, y tomando como referencia la arquitectura de un SAE se identifica los componentes del EVA útiles para la implantación de la misma, así como también se describe los que deben ser desarrollados para cumplir con los objetivos.

En cada componente se analiza la información necesaria para su implantación, la disponibilidad y la recomendación correspondiente.

4.2 Objetivos

Objetivo General

- Identificar los componentes necesarios para que la Plataforma Virtual de la UTPL posea una arquitectura adaptativa.

Objetivos Específicos

- Describir los recursos y actividades que posee el EVA de la UTPL.
- Definir las posibles tareas de adaptación de acuerdo a las actividades y recursos que posee la plataforma virtual (Moodle) en la UTPL.
- Identificar que componentes de un SAE se necesita para la incorporación de las tareas de adaptación definidas.
- Instrumentar los componentes de un SAE para la UTPL.

4.3 Problemática Actual

La UTPL ofrece dos modalidades de estudio como lo son: clásica o presencial y abierta y a distancia. Dentro de la modalidad clásica o presencial se ofrecen 23 carreras, agrupadas de acuerdo a cuatro áreas específicas: técnica, socio – humanística, administrativa y biológica⁶. Esta modalidad adoptó el sistema de acreditación europea ECTS desde el año 2007.

El modelo educativo que se maneja en la modalidad clásica, propone una educación basada en competencias, involucrando conocimientos, habilidades y actitudes del estudiante, a fin de prepararlo para un aprendizaje autónomo y convertirlo en protagonista de su formación⁷.

La modalidad abierta y a distancia, ofrece 18 carreras de pregrado y 23 carreras de postgrado. Al igual que la modalidad clásica las carreras de pregrado están agrupadas de la

⁶ Universidad Técnica Particular de Loja. (Tríptico Informativo). (2008)

⁷ Universidad Técnica Particular de Loja. www.utpl.edu.ec . (2008)

misma manera en la modalidad abierta y a distancia. El modelo educativo que maneja esta modalidad está centrado en el estudiante, el cual varía con respecto al de la modalidad clásica o presencial.

Uno de los soportes fundamentales de la educación a distancia en la UTPL es el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), el mismo que también es usado en la modalidad clásica pero no con la misma intensidad ni con el mismo objetivo que en la modalidad abierta y a distancia, ya que en la modalidad clásica es utilizado en su mayoría para complementar las clases presenciales, además de generar cierta interacción del estudiante con el profesor y compañeros, a parte de la realizada en el aula de clases. En cambio, en la modalidad abierta su objetivo es acortar las distancias geográficas del estudiante con el profesor y compañeros, a través de diferentes herramientas como: la mensajería interna y el correo electrónico, que permiten hacer consultas al profesor en cualquier momento y desde cualquier lugar, los anuncios semanales que muestran una presencia constante del profesor, los foros que facilitan la discusión de temas entre compañeros y profesor y, otras herramientas.

En el EVA, el profesor dispone de varios recursos y actividades que puede proponer para generar un enriquecimiento en el proceso de enseñanza – aprendizaje. Los recursos son documentos, imágenes, videos, páginas web y otros materiales que el profesor pone a disposición del estudiante, en cambio las actividades son tareas que el estudiante debe desarrollar, ambos con el fin de reforzar los contenidos del curso.

De los recursos y actividades disponibles en el EVA, para los profesores de la modalidad abierta y a distancia durante el periodo académico son obligatorias las actividades de: *foros* y *cuestionarios*; y, los recursos de: *enlazar un archivo o Web* (video, audio, documento y demás). Además el ingreso de un anuncio semanal de tipo formativo (informe de cada tema o semana), este permite identificar cada parte del curso y darle una estructura lógica. El resto de actividades y recursos quedan a consideración del profesor para ser usadas de acuerdo al grupo de estudiantes, contenido de la materia, nivel de interacción, etc. En cambio para los profesores de la modalidad presencial el uso de las actividades y recursos es opcional.

A pesar de las ventajas que posee el EVA utilizado en la UTPL y de las facilidades para: hacer llegar el material educativo a cada estudiante, dar asesorías complementarias y facilitar la interacción de estudiante-estudiante, estudiante-profesor y viceversa, no existe información respecto a las preferencias del usuario, secuencia de navegación, valoración de un documento, nivel de conocimiento etc., es decir, aspectos que permitan ofrecer un servicio personalizado a cada estudiante, mas bien, el proceso de enseñanza – aprendizaje ha sido desarrollado en forma general para todos los integrantes de un curso.

Una alternativa para enfrentar dichos problemas, es enfocar el EVA totalmente hacia el estudiante, tratando de esta manera que el sistema se adapte a cada uno de los estudiantes, instruyéndolos de acuerdo a sus estilos de aprendizaje así como ajustándose a la medida de sus necesidades. Para ello, es necesaria una arquitectura que permita a la plataforma virtual actual tornarse adaptativa, esto será posible siempre y cuando el EVA con el que se trabaje tenga la disposición a variar y adaptarse a esta arquitectura.

4.4 Arquitectura Lógica y Física de Moodle

Antes de describir la arquitectura actual de Moodle se menciona que esta plataforma virtual puede integrar servicios adaptativos que le permitan tomar una arquitectura adaptativa según Tiraniaigh, M. (2005).

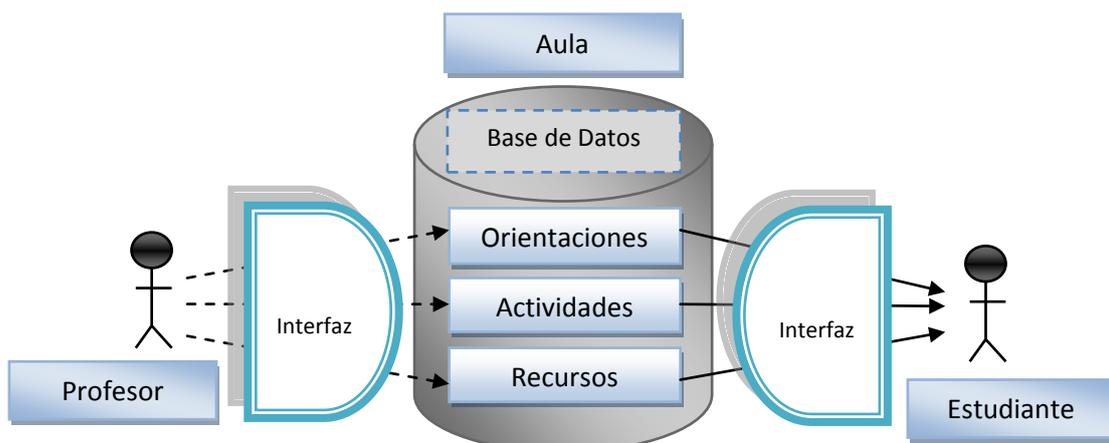


Figura 9. Arquitectura Lógica de Moodle

En esta arquitectura (figura 9) se muestran tres componentes principales, el profesor, el aula en donde se da el proceso educativo, y el estudiante como tal. Estos tres componentes interactúan entre sí de la siguiente manera:

El profesor es quien busca y produce toda la información necesaria para el desarrollo del curso, la organiza en bloques semanales o bloques temáticos en los cuales ingresa: la *orientación* del tema, los *recursos* de apoyo e instrumentación (archivos, documentos, videos, audio, etc.) y las *actividades* que el estudiante debe desarrollar.

El estudiante es el encargado de desarrollar las actividades propuestas, descargar o revisar los recursos e interactuar con los compañeros, de acuerdo a las orientaciones recibidas por el profesor.

La interfaz de usuario es estándar y es el medio por el cual la información es estructurada e ingresada por el profesor y es mostrada al estudiante.

El proceso de enseñanza-aprendizaje se realiza en el **aula**, y la información que se genera se almacena en una sola **base de datos relacional**, la que es alimentada y accedida a través de la interfaz.

Los recursos y actividades que el profesor puede utilizar dentro del aula irán acompañados de orientaciones que propicien el proceso de aprendizaje. Entre los recursos y actividades que pueden utilizarse se tienen:

RECURSOS	ACTIVIDADES
Etiqueta: Las etiquetas son fragmentos de texto que se muestran en las semanas o temas de la parte central del curso.	Chat: Permite mantener conversaciones de tiempo real con otros usuarios sean profesores o estudiantes, la comunicación a través de este medio es síncrona y de uno a muchos. Así mismo el chat permite la interacción e intercambio de ideas por parte de los participantes en tiempos más cortos e interactivos.
Editar página de texto: Se ingresa el texto normal mecanografiado directamente sin ningún tipo de formato (negrita, cursiva) o estructura (listas, tablas).	Consulta: Tiene como objetivo realizar consultas rápidas y simples entre los miembros (estudiantes y profesores) de la asignatura virtual.
Editar página Web: Es una página Web normal, un texto HTML puro. Usando el editor se puede dar formato al texto e incluso usar tablas, gráficos simples, listas numeradas y viñetas.	Cuestionario: Aquí se puede crear listas de preguntas a ser aplicadas al estudiante, las cuales pueden poseer una calificación. Con esto se puede medir el progreso del proceso de aprendizaje del estudiante.
Enlazar archivo o Web: Se especifica un enlace a cualquier tipo de elemento que pueda ser direccionado en la Web. Esto es, dando su URL hacia otra página o	Encuesta: Se pueden usar varios tipos de encuesta que ofrecen al profesor la posibilidad de evaluar la aceptación del curso por parte del estudiante.

un archivo descargable.	
Directorio: En este medio se crea simplemente un acceso a un directorio o carpeta en particular. En un directorio pueden ser agrupados y almacenados varios archivos relacionados.	Foro / Grupo: Los foros son la principal herramienta a través de la cual los usuarios del EVA discuten diferentes temáticas planteadas por el profesor, fomentando así la participación colectiva. Estos aportes pueden o no obtener una puntuación dependiendo de la configuración del mismo.
Paquete de contenido IMS: Permite cargar contenido empaquetado bajo el estándar de IMS CP ⁸ .	Glosario: Los glosarios pueden ser estructurados con información pertinente a la asignatura que van desde simples entradas de texto, hasta enciclopedias ilustradas con gran cantidad de material. En sí, es una estructura con <i>entradas</i> que dan paso a un artículo que define, explica o informa sobre el término usado en la entrada. (Moodle, 2007)
	SCORM: Se puede importar paquetes de contenidos con estándar SCORM, que pueden servir como complemento al contenido de la materia.
	Tareas: Brinda un vínculo de almacenamiento para que el estudiante suba su documento o tarea digital en algún formato de archivo definido o soportado. Así mismo permite devolver como texto cualquier entrada o realizar actividades que no requieran estar en línea con el sistema. (Moodle, 2007)
	Wiki: Es un tipo especial de página Web que se compone con un texto que usa la sintaxis Wiki, su principal ventaja es que permite ser editada por cualquier usuario a diferencia de una página Web convencional que es de solo lectura.

Tabla 3. Actividades y Recursos personalizados en el EVA de la UTPL.

Según Tiraniaigh, M. (2005), en cuanto a la arquitectura física de Moodle (EVA), este posee una estructura dividida en tres capas:

- Capa de presentación
- Capa de lógica de negocios

⁸ IMS Content Package: Archivo que contiene contenido y metadatos que puede ser leído desde un LMS.

- Capa de datos

Dentro de cada capa constan los siguientes elementos como se muestra en la figura 10:

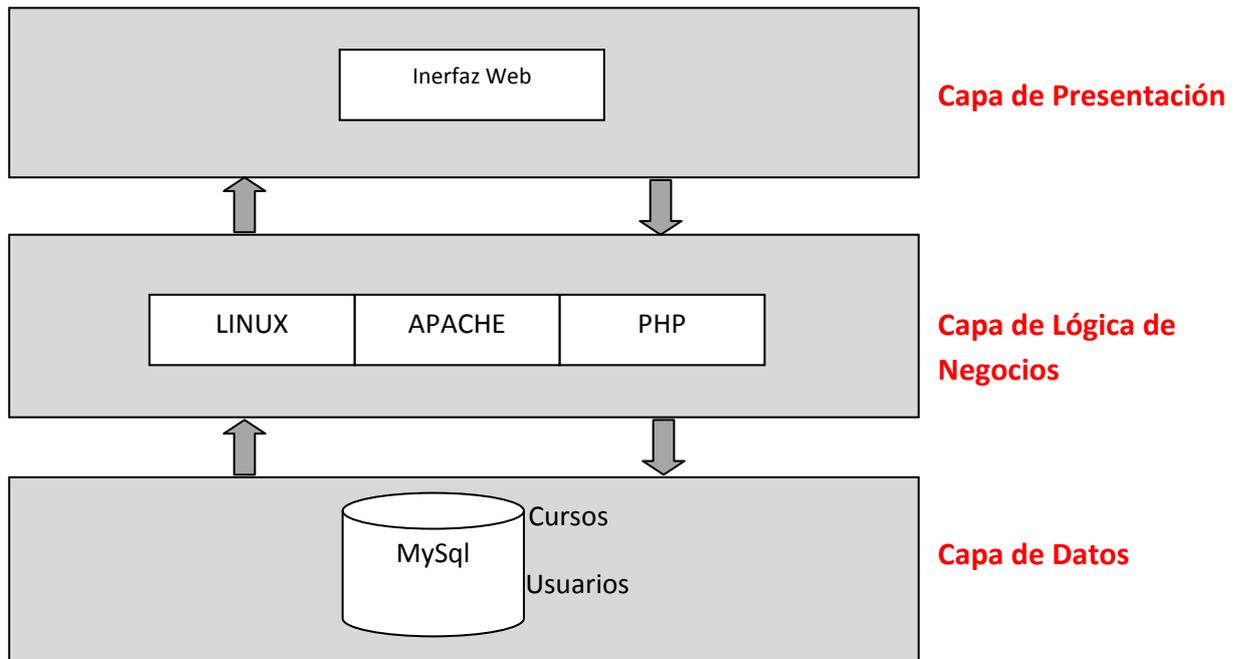


Figura 10. Arquitectura Física de Moodle

En la **capa de presentación** se encuentra la Interfaz Web de Moodle que es el medio de comunicación directo entre el sistema y el usuario. La **capa de lógica de negocios** envuelve el software de aplicación usado en la programación de la solución, tiene relación directa y es intermediaria entre la capa de presentación y la de datos. Finalmente en la **capa de datos** se encuentra la base datos MySql usada para el almacenamiento de la información en Moodle.

A continuación se procederá a la descripción del proceso fusión de la arquitectura actual hacia la arquitectura adaptativa para Moodle.

4.5 Adaptación

Para lograr la adaptación dentro de cualquier SAE, según Gaudioso (2002) es necesario hacer en primera instancia, una recopilación de la información necesaria (ver Tabla 3). Siguiendo a

esto es, identificar las tareas de adaptación o tipos de adaptación que contendrá el SAE, para luego definir los objetivos que se desea lograr con cada una de ellas a fin de poder organizar los componentes disponibles y necesarios del SAE.

A continuación se presentan las tareas de adaptación que pueden darse en Moodle, para que sea considerado un SAE, tomando en cuenta el uso que se le da, y que se le puede dar en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

4.5.1 Tarea Adaptativa para el Soporte a la Navegación

Esta tarea cumple como función principal el guiar al estudiante mientras dure su periodo de interacción con el sistema, mostrando posibles alternativas según sean sus necesidades en el caso de ya tener un perfil definido o brindarle una guía asistida en el caso de ser la primera vez que interactúe con la plataforma. Este tipo de adaptación o tarea además de guiar, puede identificar los gustos más próximos o afinidades del usuario de acuerdo al camino que tome durante la navegación en el sistema, y crear nuevos vínculos, asignarlos a un espacio dedicado, que en el caso de la plataforma actual (Moodle) serían a *Marcadores de Navegación* (Favoritos) pero solo a nivel de administrador. Además esta tarea permite esconder los vínculos innecesarios para el usuario, tomando en cuenta que estos no provoquen cambios fuertes, que hagan que el mismo se pierda durante su interacción.

En cada tarea se deben definir los objetivos que se desea alcanzar y las técnicas que permitirán cumplirlos:

Primer Objetivo: Mostrar u Ocultar los Enlaces o Vínculos Relevantes al Estudiante

De acuerdo a los requerimientos y necesidades del estudiante se pueden ocultar los vínculos de menor importancia y resaltar los más relevantes. Para la consecución de este objetivo es necesario considerar las siguientes técnicas de adaptación. (Brusilovsky, P. 1996):

- *Guía Directa*: esta técnica consiste en recomendar el “próximo-mejor” enlace para cada usuario, puede ser aplicada sobre los siguientes elementos:

- Foro, mostrando al estudiante el próximo tema de discusión que se relacione o complemente con el tema en el que ha participado recientemente.
 - Recursos, en base al título y descripción del recurso se podrá sugerir el próximo documento o enlace que el estudiante podría revisar.
 - Cuestionario, de acuerdo a la puntuación obtenida en cada cuestionario y en base a los contenidos del mismo, se puede sugerir el desarrollo de un cuestionario que aún no ha sido completado y es requisito para la resolución del siguiente.
- *Ocultación de Enlaces:* esta técnica consiste en ocultar o inhabilitar los enlaces que no sean importantes para el estudiante, puede ser aplicada sobre los siguientes elementos:
 - Foro, ocultando al estudiante las temáticas de discusión que le sean irrelevantes.
 - Blog, de todos los posts generados en el blog del EVA, se puede filtrar aquellos que estén directamente relacionados con el perfil del estudiante (carrera, asignatura, ciudad, etc.)
 - Recursos digitales, ocultando los recursos que no hayan sido vistos o descargados durante un periodo de tiempo considerable y que no se relacionen con el objetivo que persigue el estudiante.
 - Anuncios, ocultando las comunicaciones que hayan sido publicadas con anterioridad, tomando en cuenta el tiempo que el estudiante le haya dedicado a revisarlos.

Segundo Objetivo: Adherir al Espacio de Marcadores o Favoritos, los Links o Enlaces que el Sistema Considere son los más Requeridos por el Estudiante.

Crea o almacena en el espacio destinado a cada estudiante para almacenamiento de sus preferencias, los links o enlaces que el sistema haya considerado los más importantes durante el proceso de interacción del estudiante con el sistema; o, los enlaces que el usuario

haya adherido manualmente. De igual manera que en el objetivo anterior es necesario el uso de algunas técnicas de adaptación, como se tiene (Brusilovsky, P. 1996):

- *Ordenación Adaptativa de Enlaces:* esta técnica consiste en ordenar los enlaces de acuerdo a la importancia que el sistema determine, en base a las acciones del usuario, puede ser aplicada sobre los siguientes elementos:
 - Dentro y fuera del curso, se puede ordenar los enlaces de los bloques de: secretaria y servicios académicos, mensajes de correo electrónico, grupos, marcas de blog, menú blog, actividades, personas y mensajería interna, de acuerdo al nivel de preferencia de cada uno de ellos. Por ejemplo si en el bloque de marcas de blog existen algunos enlaces a los que el estudiante les ha prestado mayor atención, se mostrarán en orden descendente de preferencias o solo se mostrarán estos enlaces ocultando el resto.
 - Foros, se puede ordenar las participaciones de los estudiantes de acuerdo a la fecha a la que han sido ingresados, a la jerarquía de participaciones, alfabéticamente, etc.
 - Recursos, permite ordenar los links a páginas o archivos que el usuario haya agregado a su espacio de marcadores, de acuerdo al número de visitas que este haya tenido a cada uno.
 - Asignaturas, desde dos enfoques: a) ordenadas descendentemente de acuerdo al número de accesos que ha tenido el estudiante a cada una de ellas, de tal forma que se visualicen en primera instancia las materias que no han sido atendidas oportunamente, y pueden ser motivo de deserción; b) ordenadas ascendentemente permitiendo visualizar las que más hayan accedido el estudiante y ocultando en las que no haya tenido participación.
- *Anotación Adaptativa de Enlaces:* esta técnica consiste en agregar información que describa los enlaces de su preferencia, la misma puede ser aplicada sobre los siguientes elementos:

- Recursos, adicionando una breve descripción del enlace que el estudiante o el sistema haya agregado a fin de que este indique el camino al que conduce dicho enlace.
 - Foros, mostrando una breve descripción de los foros de mayor relevancia para el usuario en cuanto a temáticas se refiere.
 - Mensajes, Presentando una referencia del mensaje que permita saber el contenido del mismo sin necesidad de abrirlo por completo.
- *Generación Adaptativa de Enlaces:* esta técnica consiste en añadir nuevos enlaces que puedan ser útiles para el usuario. La misma puede ser aplicada a los siguientes elementos:
 - Recursos, adicional a los recursos ofrecidos por el profesor dentro del curso se pueden sugerir otros enlaces a documentos o archivos almacenados en la biblioteca virtual, repositorio de material educativo e inclusive de otros cursos que contengan temáticas similares.

Tercer Objetivo: Guiar al Usuario en Forma Personalizada Dentro de un Tema Determinado Ofreciéndole Recomendaciones sobre el Mismo

Permite mostrar al estudiante el próximo tema que podría seguir, guiándolo a través de este y además tratar de fomentar una secuencia en cuanto al contenido más relevante para el estudiante de acuerdo a sus características. Para la consecución de este objetivo es necesaria la aplicación de algunas tareas de adaptación (Brusilovsky, P., 1996):

- *Guía Directa:* se puede aplicar sobre los siguientes elementos:
 - Proceso para recuperar la contraseña. En este proceso se deberá guiar al estudiante a obtener su nueva contraseña, considerando sus propias condiciones, es decir, si no posee una cuenta de correo se deberá orientarlo en la creación, y en los pasos siguientes, y en el caso de ya poseerla se deberá guiar al estudiante hasta que visualice su nueva contraseña.

- Familiarización con el SAE. Si el estudiante ingresa por primera vez al SAE y sea considerado novato, se lo deberá guiar en los pasos iniciales y en la visualización de la estructura general del SAE, para luego, conforme vaya ingresando o usando cada una de las herramientas, se le muestren mensajes de ayuda que le recuerden el objetivo y la forma de utilizarla.
- Anuncios, Mostrando el anuncio próximo a ser revisado, debido a que existen cursos que disponen de una previa planificación, y el estudiante puede perder el hilo con respecto a la cantidad de temas que debe revisar.

4.5.2 Tarea Adaptativa de Soporte a la Colaboración

Esta tarea facilita la colaboración entre los diferentes miembros o usuarios de un sistema, agrupándolos de acuerdo a sus características y perfiles afines, además permite la interacción entre usuarios que mejor se adapten entre sí, para el desarrollo de trabajos grupales, la resolución de tareas entre compañeros de grupo, etc., fomentando de esta forma el aprendizaje colaborativo. Cabe señalar que en esta tarea el estudiante, debe conocer en forma general las razones por las que el sistema lo ha asignado en un determinado grupo y en base a que características.

Al igual que en la tarea anterior es necesario conocer los objetivos sobre los cuales se enfoca la presente tarea.

Primer Objetivo: Conformar Grupos de Trabajo

Se encamina a la formación de grupos de trabajo, en base a los perfiles de cada estudiante fomentando la colaboración entre los miembros del mismo. Las técnicas que pueden ser aplicadas para el logro de dicho objetivo son: (Gaudioso, E., Boticario, J., Santos, O., Rodríguez, A., 2003):

- Definir perfiles afines: lo que permitirá hacer una recopilación de los perfiles más comunes y a partir de los modelos de usuario, clasificarlos en diferentes grupos de

trabajo, donde los estudiantes puedan compartir y reforzar sus conocimientos. Esta técnica puede ser aplicada sobre los siguientes elementos:

- Foro, a fin de que los miembros de una agrupación de estudiantes de mayor experiencia puedan desarrollar los temas más complejos y los de menor experiencia puedan enriquecerse por el aporte del otro grupo. Así también se puede agrupar para poder participar en temas dedicados a cierto tipo de preferencias de un grupo particular, sin importar el curso o asignatura que esté cursando.
 - Cuestionarios, para ofrecer cuestionarios categorizados por complejidad a los diferentes grupos de estudiantes que hayan sido asociados de acuerdo al nivel de conocimiento, permitiendo de esta manera, a los estudiantes con mejores conocimientos tomar los cuestionarios más avanzados.
 - Chat, crea salones de conversación considerando los perfiles que mejor se adapten a un tema determinado.
- Sugerir contacto: permite recomendar al estudiante el contactar a otro compañero que este cursando o haya cursado el tema en el cual se encuentra inmerso. Esta técnica puede ser aplicada sobre el siguiente elemento:
 - Participantes, permite sugerir el contactar a un compañero del curso con un perfil afín, y brindar la posibilidad de realizarle una consulta sobre un tema determinado.
 - Usuarios en línea, de igual forma que en el elemento “participantes” pero la sugerencia se amplía a cualquier estudiante que esté conectado en ese momento a la plataforma, sin necesidad que sea compañero de curso pero que tenga preferencias similares.

Segundo Objetivo: Compartir Información Usando Servicios

Se trata de fomentar entre los diferentes usuarios del sistema el uso de los recursos que éste posee. Estos pueden ser: archivos, documentos, carpetas, enlaces, etc., que puedan luego ser

accedidos por los otros miembros del sistema y usados según sus necesidades. Las técnicas que pueden ser aplicadas para el logro de este objetivo son (Gaudioso, E., Boticario, J., Santos, O., Rodríguez, A., 2003):

- *Visitar el trabajo compartido:* se sugiere al estudiante visitar los archivos, documentos y aportes de otros compañeros, que puedan ser beneficiosos para el tema que está tratando. Esta técnica puede ser aplicada sobre los siguientes elementos:
 - Wiki, permitirá al estudiante leer los aportes sobre un tema específico, hechos por otros estudiantes y además fomentar la participación en los mismos.

- *Evaluar y comentar el trabajo compartido:* el comentar los aportes de los compañeros y así mismo recibir observaciones de ellos, motivará al estudiante a mejorar su participación y a continuar trabajando en forma colaborativa. Esta técnica puede ser aplicada sobre los siguientes elementos:
 - Wiki, siguiendo las sugerencias del sistema el estudiante puede participar de los temas expuestos, agregar información, corregirla o comentarla y evaluarla según sea su criterio.
 - Foro, Fomentando el interés del estudiante en los temas debatidos por el grupo de trabajo al cual el sistema lo asignó, puede emitir su propio criterio, reforzarlo o descartarlo según sean sus necesidades, de igual manera el sistema puede sugerir el contactar al miembro o miembros autores de dicho tema.
 - Tareas, permitiendo a los estudiantes asignados en grupos de trabajo el poder evaluar los documentos, archivos y otros recursos correspondientes a tareas afines asignadas por el tutor.
 - Directorio, permitiendo el que cada usuario mantenga un historial de los archivos, documentos y otros recursos que haya generado, con la opción de compartirlos, y de esta manera recibir sugerencias sobre los mismos, así

como tiene la posibilidad de emitir criterios sobre la información de los otros usuarios.

4.5.3 Tarea Adaptativa de Soporte a la Presentación

Permite adaptar de acuerdo al perfil del estudiante la presentación de las diferentes partes del sistema al mismo. Esta tarea cumple con la finalidad de tratar de captar la atención del estudiante a fin de que no se sienta perdido dentro de todo el sistema y a además evitar una posible deserción.

Cabe señalar que la inversión en cuanto a los elementos necesarios para satisfacer esta tarea es muy elevada, en algunos casos por ejemplo requerirá de la elaboración de varias versiones de un mismo elemento, esto puede ser por ejemplo elaborar varios manuales de un mismo tema para entregarlos según sea el tipo de usuario (principiante, medio o avanzado).

Los objetivos que se pretenden conseguir con esta tarea son los siguientes:

Primer Objetivo: Explicación de Requisitos Previos

Tiene como finalidad orientar al estudiante antes de proceder a desarrollar una tarea, o acceder a un recurso del sistema, mostrando los requisitos previos que se necesita. Para el cumplimiento de este objetivo se puede aplicar la siguiente técnica (Brusilovsky, P., 1996):

- *Presentación Adaptativa de Texto:* Permitirá mostrar el texto de acuerdo a las características del usuario, además de mostrar una guía escrita sobre los diferentes elementos que posee el sistema y requisitos previos de acceso. Esta técnica puede ser aplicada sobre los siguientes elementos:
 - Cuestionarios, mostrará en cuadros de texto los requisitos que el estudiante debe tener para rendir dicho cuestionario, o presentar sugerencias que debe

tener en cuenta antes de realizarlo. Esto puede ser mostrado también mediante cambios de color en el texto, intermitencias, etc.

- Foro, Sugiere los requisitos, reglas y otros elementos necesarios para la participación del estudiante en el foro. Esto puede ser mostrado mediante texto guiado.

Segundo Objetivo: Variantes

Permite alternar los diferentes recursos que posee el sistema para ser mostrados al usuario considerando sus características. Se puede aplicar la siguiente técnica:

- *Presentación Adaptativa de Elementos:* esta técnica permite la presentación de materiales adecuados al perfil del estudiante, la misma puede ser aplicada sobre el siguiente elemento:
 - Interfaz Principal, mostrando los bloques, anuncios, y otros elementos de acuerdo a las características definidas en el perfil del estudiante. Por ejemplo, podría mostrarse una animación, texto alternativo o diferentes formatos de texto sobre el contenido de cada bloque que indique la utilidad o funcionalidad del mismo.
 - Dentro del Ambiente del Curso Virtual, mostrando el diseño del curso de acuerdo al estilo de aprendizaje del estudiante, por ejemplo: si el estilo de aprendizaje que se ha determinado es visual, la mayor parte del contenido podría constar de imágenes, videos, esquemas, etc., si es auditivo, se le mostraría grabaciones de audio, alertas de audio, etc.

Tercer Objetivo: Ordenación

Muestra todas las herramientas y recursos ordenados en base a prioridades según lo haya clasificado el sistema o el estudiante manualmente. Cabe señalar que estos cambios no deben ser demasiado notorios con el fin de que el estudiante no se pierda con respecto a la

última vez que estuvo frente al sistema. Se puede aplicar la siguiente técnica para el logro de dicho objetivo:

- *Presentación de Elementos*: permitiendo cambiar el orden de preferencia de los elementos mostrados al estudiante. Esta técnica puede ser aplicada sobre el siguiente elemento:
 - Interfaz principal, una vez que el estudiante haya ingresado al sistema, los cursos y otros elementos, pueden verse en el orden más adecuado según como él los haya ordenado, ó por acción del sistema con respecto a lo que mejor se adapte al usuario.
 - Dentro del Ambiente del curso, cambiando la forma en que los recursos y actividades son mostrados según como sean los requerimientos del estudiante, sus accesos o prioridades.

Una vez identificadas las tareas de adaptación con sus respectivos objetivos y técnicas, se procederá a la descripción de los componentes del EVA útiles para la implantación de la arquitectura adaptativa, así como también se comentará los que deban ser desarrollados para cumplir con los objetivos.

4.6 Componentes para la Adaptación

Como ya se había mencionado en el capítulo anterior, un SAE está compuesto de varios componentes o módulos, por lo que, con la identificación de las tareas de adaptación se podrán definir las partes de estos que serán necesarias para la adaptación de la arquitectura adaptativa para el EVA actual.

Considerando la información que se tiene y la que se necesita para que se complete el proceso de adaptación se recomiendan los siguientes módulos:

4.6.1 Módulo del Dominio de la Base del Conocimiento

Este módulo se le conoce como el cuerpo del SAE, debido a que almacena la mayor parte de la información que posee el sistema, es decir que todos los módulos interactúan directamente con la base de conocimiento para extraer y almacenar algún tipo de información. Estos datos se constituyen en la información inicial del sistema, de igual manera se hará énfasis en identificar los posibles elementos de los que no se disponga y que sean necesarios para fortalecer la base de conocimiento del sistema.

De entre la información que se tiene se nombran y describen los siguientes elementos:

- **Cursos creados:** contiene toda la información de los cursos actuales y de los que han sido dictados anteriormente a través del EVA; y que servirían para futuras acciones, estos deben ser reformados para alcanzar los objetivos del SAE, esto es, que se requerirá en algunos casos varias versiones de los mismos, para mostrarlos según sea el tipo de usuario y estilo de aprendizaje.
- **Información de todos los estudiantes actualmente enrolados:** Esta información corresponde a todos los datos de los estudiantes que forman parte de los diferentes cursos que se dictan en la UTPL a través del EVA, estos datos se encuentran almacenados en el sistema académico.
- **Biblioteca virtual:** En esta herramienta se encuentran accesos a diferentes tipos de recursos digitales como: bases de datos, catálogos de libros, tesis digitalizadas, etc., por lo que serían una fuente interesante para mostrar al estudiante una vez que se tenga identificado su perfil.
- **Repositorio de objetos de aprendizaje:** Aquí encontramos un sinnúmero de elementos compartidos, que constituyen una fuente de alimentación para futuros cursos.

Toda esta información se la puede organizar de forma semánticas a través del uso de ontologías o taxonomías (Ver sección 3.1.1), que permita a parte de mejorar la organización de la información, que el sistema pueda acceder a ella de manera más fácil, rápida y que tenga identificados los elementos de los que dispone. Además, se puede hacer uso de agentes de software para la extracción de la información de la base de conocimiento de acuerdo al perfil del estudiante.

Así como la información almacenada de los diferentes elementos que contiene la base de conocimientos, también en ella se encuentra la información de los modelos de usuario, del diseño instruccional y lo elementos de interfaz que serán descritos posteriormente en los siguientes apartados.

4.6.2 Módulo de Tutor

Sobre este módulo pasaran todas las decisiones que el sistema tome, para enviar lo requerido por el estudiante así como lo más adecuado dependiendo de su perfil. Aquí inicialmente se empezará con un modelo de diseño instruccional que permita definir los objetivos que se desea lograr, las herramientas o instrumentos que se van a usar y la manera de validar el proceso de instrucción.

Así mismo se deberá manejar un modelo de tutor, el cual debe ser desarrollado una vez que se tenga un historial referente a la interacción del tutor con el sistema. Inicialmente el uso de agentes de software puede suplir la presencia de un modelo de tutor durante un periodo de tiempo determinado, ya que por el momento recién se estaría estableciendo una arquitectura adaptativa, que servirá de punto de partida.

Se destacan algunos de los elementos que contendría un modelo de tutor:

Información	Disponibilidad en el EVA	Recomendación
<ul style="list-style-type: none">Clasificación de tutores por especialidad	Ninguna	Se recomienda crear perfiles de profesores a fin de evaluar el mejor modelo posible que permita servir

		de base para automatizarlo en el sistema, y mejorarlo continuamente.
<ul style="list-style-type: none"> • Información personal de cada tutor 	Parcialmente almacenada en el EVA.	Actualizar toda la información personal referente a cada tutor almacenada en sus respectivos perfiles, una vez que estos hayan sido creados.
<ul style="list-style-type: none"> • Definición de tipos de modelos de tutor 	Ninguna	Al igual que se hará con los modelos de estudiante, es necesario definir tipos de modelo de tutor que puedan ser aplicados a los diferentes tipos de modelos de estudiante que existan. (Ej. Tipos: principiante, medio y avanzado)
<ul style="list-style-type: none"> • Referencias exitosas y no exitosas de tutor en un curso. 	Ninguna	Se recomienda almacenar el número de estudiantes aprobados y reprobados durante un determinado curso y la evaluación final del tutor por parte de los aprendices, esto permitirá destacar un modelo con sucesivos logros favorables.
<ul style="list-style-type: none"> • Versiones de material elaborado por el tutor 	Ninguna	Se debería poder diferenciar entre los diferentes tipos de archivos, documentos y demás información elaborada por los diferentes tutores, para definir cual tuvo mayor grado de aceptación, y así poder tener varias versiones de un mismo material.

Tabla 4. Datos del Modelo de Tutor.

Cabe señalar que el modelo de diseño instruccional que mejor se adapte al proceso de instrucción deberá ser desarrollado de acuerdo a los objetivos que se persigan con el mismo, ya que no se puede adoptar un modelo cualquiera puesto que no cumpliría con todos los requisitos del sistema, pero como punto principal se debe tomar en cuenta que el modelo

que maneja la UTPL es centrado en el estudiante, esto en la modalidad abierta y a distancia que es adonde apunta el SAE.

4.6.3 Módulo de Estudiante

En este módulo está definido el modelo de usuario que se va a usar en el SAE, el cual puede tener sus variaciones dependiendo de lo que se desee lograr.

Para la presente propuesta se ha considerado un modelo híbrido dinámico, debido a que las tareas de adaptación así lo requieren, ya que además de la información inicial con la que se cuenta de los estudiantes pertenecientes al EVA actual, también es necesario mantener actualizados los modelos de cada estudiante con cada interacción que estos tengan con los diferentes componentes del SAE.

Así mismo, se puede incluir como parte de la interfaz principal un formulario que recolecte de manera *Explícita*, la información faltante del estudiante y que complemente la que ya se tiene para rellenar el perfil del mismo.

El EVA guarda la traza de acceso al sistema de cada usuario, pero no se considera la interacción que haya tenido con cada componente del mismo, por lo que sería conveniente desarrollar un componente que permita almacenar toda la interacción que tenga el estudiante desde su ingreso al sistema y así recolectar la información *Implícita*, que el sistema necesita para enriquecer el perfil del estudiante permitiendo de esta manera lograr los objetivos de las tareas de adaptación. Considerando las dos partes del modelo de usuario (explícita e implícita), es conveniente mencionar que el modelo además será *Dinámico*, debido a que si no fuese posible variar el modelo definido inicialmente, difícilmente se podrían lograr los objetivos de adaptación propuestos, ya que el proceso de adaptación tendrá como tiempo de vida, lo que el estudiante se demoró en terminar el curso en el que se encuentra inscrito.

Se considerarán los estilos de aprendizaje (Ver sección 3.1.3) ya que esto permitirá que el material, información, sugerencias y presentación se entreguen a los estudiantes de acuerdo

a la manera en que ellos aprenden, mejorando así el proceso de instrucción. Esto se logrará incluyendo en el formulario de preguntas inicial un Test sobre sus preferencias a la hora de aprender.

De entre la información que se considera necesaria para enriquecer el modelo de usuario se considera lo siguiente:

Información	Disponibilidad en el EVA	Recomendación
Trazas del Estudiante	Información disponible en logs, pero no organizada e incompleta	Organizar en cada perfil de estudiante y mejorar el seguimiento por los diferentes componentes del sistema
Comportamiento del Estudiante	Ninguna	Almacenar las diferentes opciones que el estudiante seleccionó dentro del sistema frente a un caso particular, ejm: cuestionarios, foros, consultas, etc.
Información consultada	Ninguna	Mantener en el perfil del estudiante las trazas de navegación donde el estudiante haya dedicado mayor cantidad de tiempo, esto permitirá determinar si aquella información es la más requerida por el usuario o es la que más problemas le causa.
Información de Acceso	Ninguna	Desarrollar un componente que permita identificar el dispositivo desde el cual el estudiante accede al sistema, el navegador que usa y el tipo de conexión, esto permitirá mejorar la entrega de información, impidiendo que el tiempo demandado en cargar algún componente del sistema sea objeto de distracción.

Tabla 5. Datos Modelo de Estudiante.

En el análisis anterior se enfoca más en los objetivos que se pretende lograr con las tareas de adaptación, indicando que información está disponible en el EVA actual y cuál es la necesaria para el enriquecimiento del SAE.

Así mismo al igual que en otros módulos se necesita la presencia de agentes de software que permitan por ejemplo, consultar el modelo de estudiante e identificar de la base de conocimiento la información más próxima a ser presentada al mismo, de acuerdo a lo que haya avanzado en un determinado curso.

Además es conveniente hacer una clasificación de los modelos de estudiante en tres tipos:

- Principiante
- Medio
- Avanzado

Esta clasificación permitirá identificar que información ha recibido y que logros ha alcanzado hasta el momento el estudiante, de tal manera que se pueda tener un seguimiento del proceso de aprendizaje del mismo. De esta característica no solo debe disponer el sistema, el estudiante debe estar en la capacidad de cambiar su tipo de modelo siempre y cuando considere haya alcanzado los objetivos necesarios como requisito para este cambio, esto es por ejemplo si el estudiante tiene mayor conocimiento sobre un determinado curso, podrá avanzar en él, más rápido que otros estudiantes. Todo esto deberá ser aprobado con el cumplimiento mínimo de los objetivos de cada tipo de usuario y las evaluaciones que estos requieran. Cabe señalar que para esto será necesario el diseño de varias versiones de un curso o del material a ser entregado.

4.6.4 Módulo de Interfaz de Estudiante

Este módulo es el medio por el cual la información es entregada al estudiante por parte del sistema y a través del cual este adquiere del estudiante la información necesaria para la adaptación.

Es por eso que basados en el perfil de estudiante se debería mostrar una interfaz más personalizada de acuerdo a sus características y estilos de aprendizaje, aspecto que el EVA no lo considera.

A través de la interfaz se mostrará toda la información que el sistema considere más adecuada y tendrá mucho que ver con la tarea de adaptación de soporte a la presentación y los objetivos definidos en ella.

Como se lo consideró en apartados anteriores, se deberá mantener en el sistema varias versiones de la información (curso) y material que van a ser entregados al estudiante que faciliten el captar su atención, así como recibir la información de acuerdo a sus preferencias evitando monotonía y por consiguiente la deserción del curso.

Todos los cambios que sean mostrados al estudiante a través de la interfaz deberán ser poco notorios de tal manera que eviten la pérdida de este en el sistema, o una desorientación con respecto a las últimas acciones realizadas por parte del usuario. En este módulo deberán ser desarrollados agentes de software que permitan: hacer consultas del estado actual del modelo de usuario, la comunicación con el módulo de estudiante para extraer y almacenar la información y mostrarla según sus características más predominantes (estilo de aprendizaje, tipo de dispositivo, tipo de navegador, tipo de conexión).

4.7 Arquitectura Adaptativa de Moodle

Luego de identificados los módulos y componentes para que Moodle tome una arquitectura adaptativa se presenta la distribución e interacción lógica de estos:

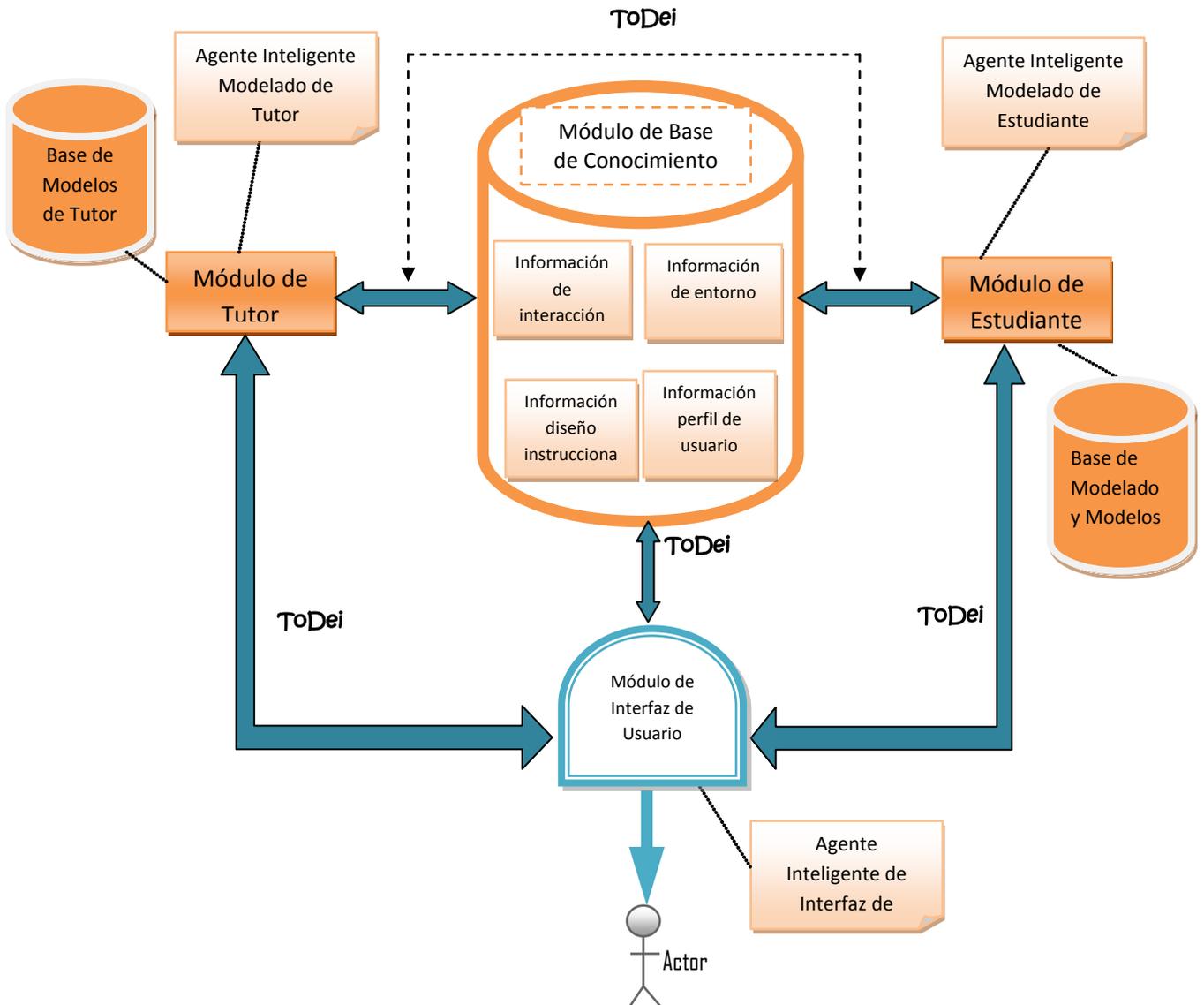


Figura 11. Arquitectura Lógica Adaptativa de Moodle.

Así mismo la arquitectura física original sufre algunas variaciones como se puede ver en la figura 12:

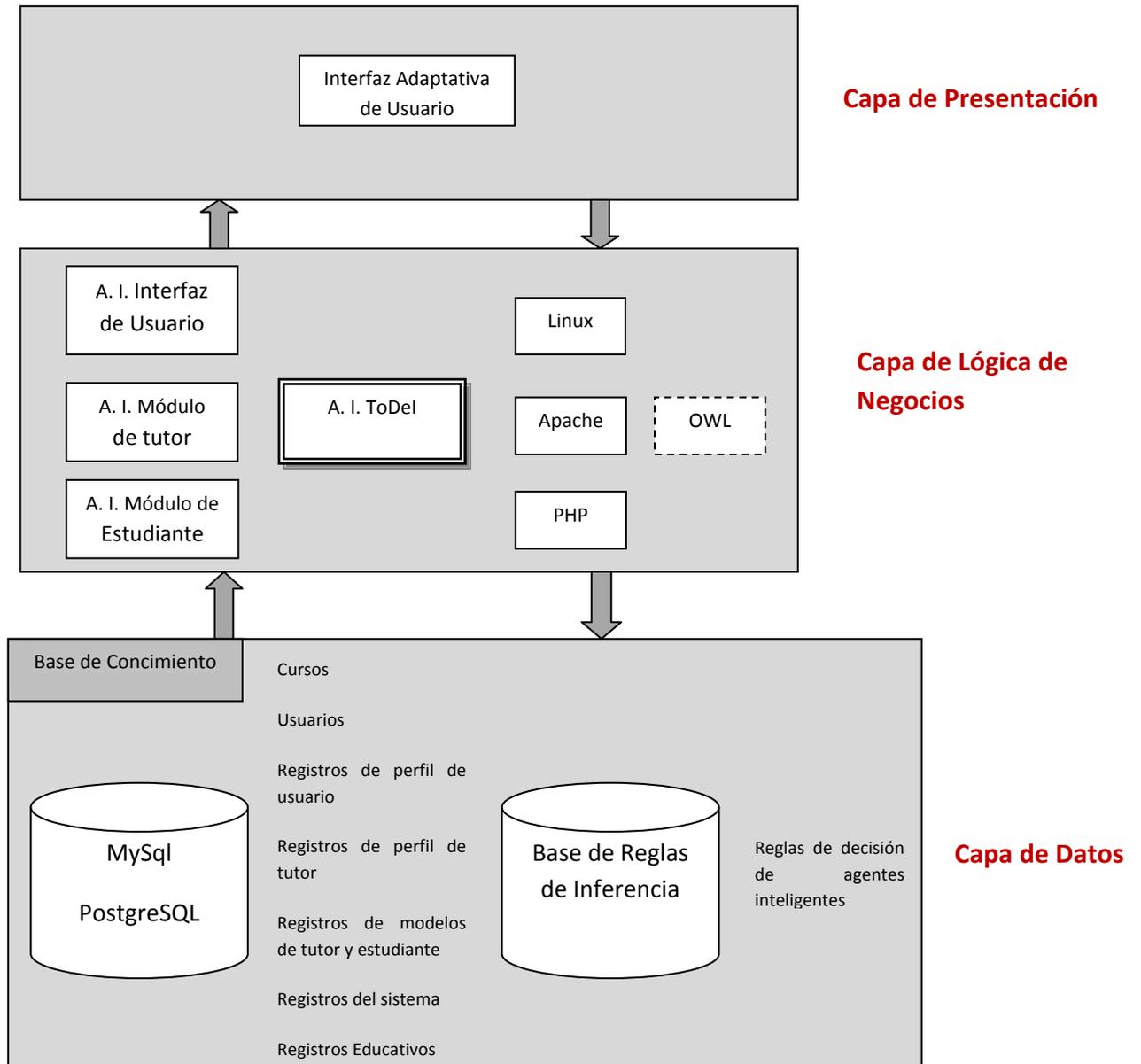


Figura 12. Arquitectura Física Adaptativa de Moodle.

A diferencia de la arquitectura original, aquí se presenta la adición de algunos componentes como lo son: en el caso de la **capa de presentación** la interfaz se enfoca en las características del usuario desde el momento de su ingreso al sistema, la **capa de lógica de negocios** incorpora los agentes inteligentes presentes en los diferentes módulos del sistema, así como el agente encargado de la comunicación entre componentes y la adición del software de aplicación (OWL, RDF o RDF Schema), finalmente en la **capa de datos** se manejan bases de datos como: PostgreSQL, MySQL y una base de reglas de inferencia de los agentes inteligentes, ya que al momento de tomar una decisión acceden a los datos que van a ser

entregados como respuesta y a las reglas que deben ser aplicadas para brindar una respuesta.

A continuación se procederá a detallar cada uno de los módulos del SAE (Moodle Adaptativo):

Módulo de Tutor

El profesor, que en Moodle (no adaptativo) era un actor, en esta arquitectura se transforma en un módulo de tutor, en el cual se identifica la mejor manera para llevar la información al estudiante, este papel lo asume un agente inteligente que tomará las decisiones de acuerdo a las diferentes variables que puedan ser consideradas para entregar el conocimiento al estudiante. Toda esta actividad es apoyada por el diseño instruccional y las diferentes versiones de material que el profesor elabore. En este módulo además existe una base donde se almacenan los diferentes modelos de tutor que vaya generando el agente y este a su vez tiene contacto directo con el módulo de base de conocimiento para el proceso de recuperación y almacenamiento de información.

El agente inteligente que asociado a este módulo es:

Agente Inteligente para el Modelado de Tutor

El agente de modelado de tutor es diseñado para cumplir las siguientes funciones:

- Didáctico Pedagógico: cada profesor tiene su propio estilo para propiciar el aprendizaje de los estudiantes, este es percibido en forma diferente por cada uno de ellos. Situación que trataría de simular y aprender el agente inteligente a fin de determinar la mejor forma de dirigirse a los estudiantes.

En base a la aceptación y respuesta que los estudiantes demuestren a cierto estilo, el agente podrá clasificar qué forma de enseñanza es más aceptada por cierto perfil de estudiante y así, una vez que el agente haya aprendido, podrá elegir el estilo más adecuado para cada usuario de acuerdo a su perfil.

- Modelado de Tutor: la característica principal de esta función es la de analizar la organización e instrumentación de los contenidos a partir de la experiencia que vaya

adquiriendo el agente. Se empezará con un modelado que recoja información acerca de las actividades y recursos propuestos al estudiante y el porcentaje de éxito que estos tuvieron a partir de esta experiencia el agente aprenderá la mejor forma de instrumentar contenidos.

Una vez analizada esta información podrá definir algunos modelos de tutor que pueden ser aplicados a ciertos modelos de estudiante. Estos modelos de tutor pueden variar dependiendo de cómo sea el nivel de aprendizaje y experiencia que haya adquirido el agente, esto permitirá definir modelos más concretos que se ajusten aún mejor al tipo de estudiante que maneje el sistema.

Considerando la clasificación que hace Carrasco, C. (2005), en cuanto a la estructura de un agente se lo puede categorizar dentro de los *agentes informados que mantienen una traza del mundo*, debido a: a) la constante actualización del ambiente sobre el cual opera, b) las actualizaciones que debe realizar en el modelado de tutor, c) las decisiones sobre que contenido brindar al estudiante, etc.

A continuación se presenta el diagrama de casos de uso correspondiente, donde se identifican el o los actores y las funciones a cumplir:

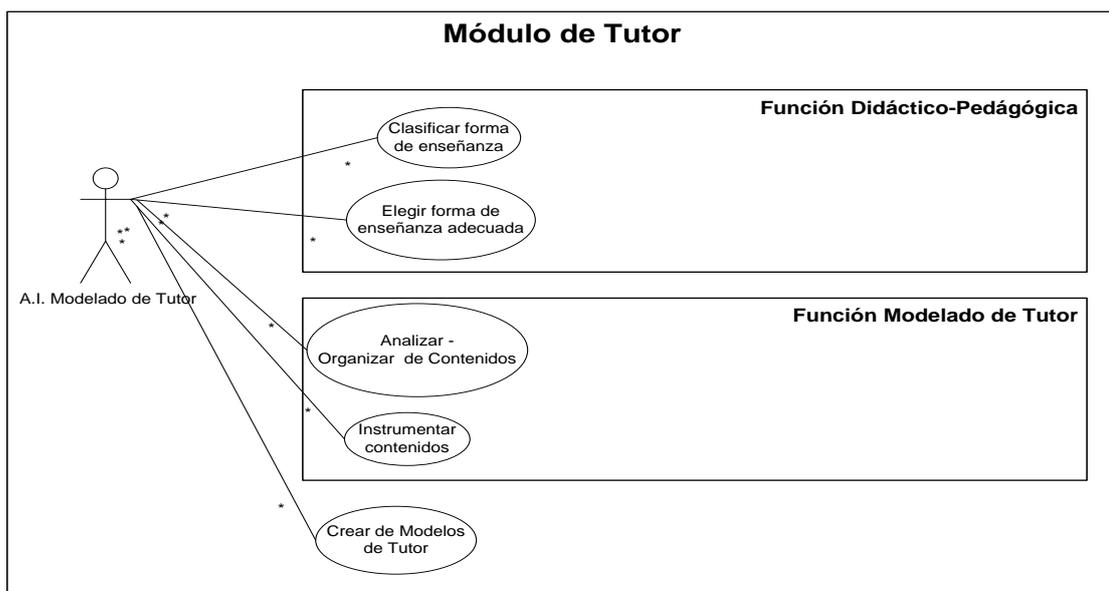


Figura 13. Diagrama de Casos de Uso del Módulo de Tutor

Módulo de la Base de Conocimiento

Este módulo de la arquitectura adaptativa, tiene diversas fuentes de información, entre ellas:

a) La base de datos relacional de Moodle, b) información personal del estudiante, c) datos de interacción, d) datos de entorno e) información del diseño instruccional. Cabe señalar que algunos de estos datos se encuentran en la base datos de Moodle. Esta información puede ser organizada de acuerdo a lo mencionado en el capítulo tres inciso 3.1.1.

Para este módulo se puede identificar el siguiente diagrama de casos de uso:

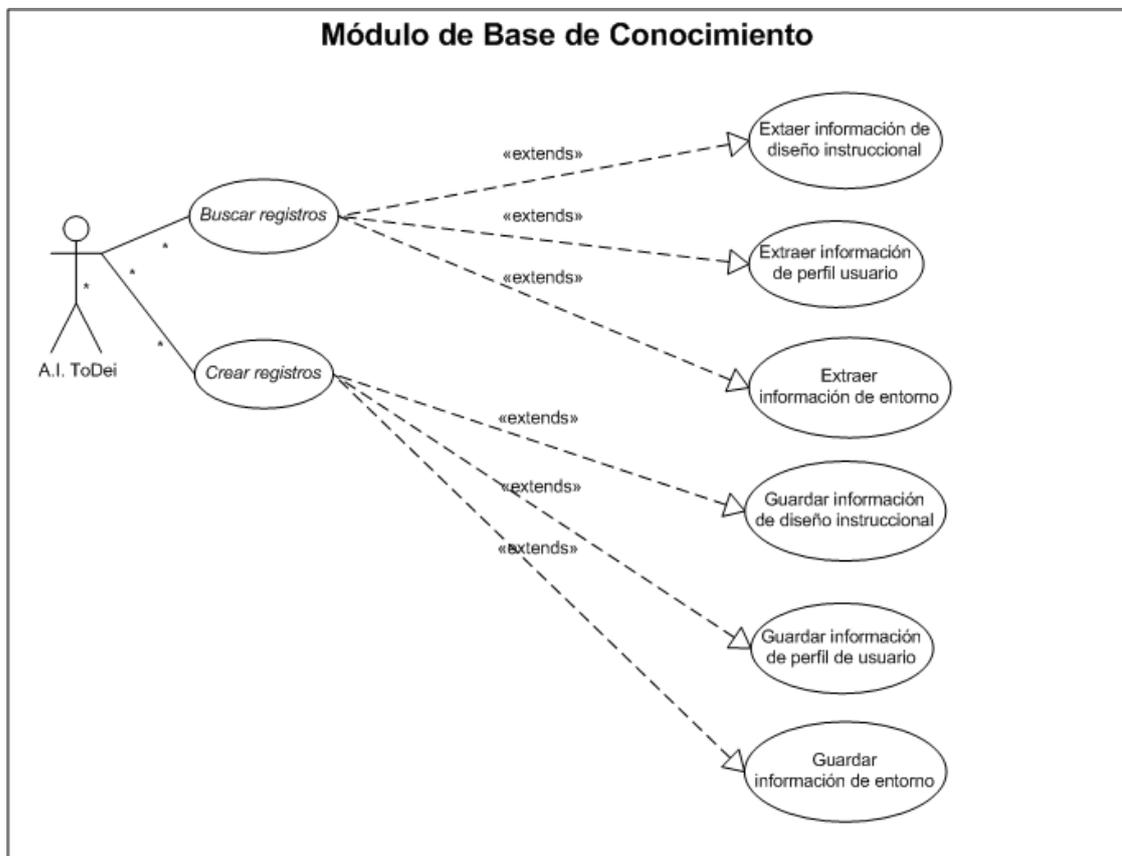


Figura 14. Diagrama de Casos de Uso del Módulo de Base de Conocimiento

Módulo de Estudiante

El estudiante que en Moodle es un actor, en la arquitectura adaptativa se muestra como un módulo independiente que forma parte de la estructura, aquí se manejan los modelos de

estudiante que se vayan generando. Por consiguiente, el estudiante con sus datos explícitos e implícitos pasa de ser un simple actor, a ser el objetivo principal del sistema, en donde su información es la base para generar la adaptación.

Agente Inteligente de Modelado de Estudiante

El agente de modelado de estudiante cumple con algunas funciones dentro de este módulo como son:

- *Creación de Modelos de Estudiante:* permite la creación de los modelos de estudiante basados en un modelado previo donde son definidas variables explícitas e implícitas como por ejemplo: ámbitos de navegabilidad, estilos de aprendizaje, niveles de aprendizaje, niveles de colaboración, niveles de interacción, etc. Una vez creados los modelos, el agente está en función de categorizar los perfiles de estudiante de acuerdo al modelo que más se asemejen, esto propiciará el logro de aprendizajes más significativos.
- *Actualización de información:* esta función recoge información perteneciente al estudiante desde el momento que ingresa al sistema, la que es actualizada por parte del agente, el cuál es encargado de monitorear las diferentes actividades, rutas y acciones que el estudiante haga en el sistema, esto forma parte de su perfil. El agente luego de comparar ciertas características que el estudiante vaya acumulando en su perfil, está en la función de cambiar si es necesario el modelo al cuál fue asignado el usuario e identificar el progreso que vaya teniendo dentro del sistema.

Este agente tiene interacción con la base de conocimiento a través del agente de toma de decisiones instruccionales (ToDei) de donde recupera y guarda los datos de cada perfil, una vez que el estudiante es identificado en el sistema o cuando sale de él.

Al igual que el agente de modelado de tutor se lo categoriza dentro de los *agentes informados que mantienen una traza del mundo*, debido a: a) la constante actualización del ambiente sobre el cual opera, b) las actualizaciones que debe realizar en el modelado de estudiante, c) la categorización de los perfiles de estudiante con respecto a los modelos creados, etc.

Al igual que en los módulos anteriores, aquí se identifica el diagrama de casos de uso correspondiente a este módulo:

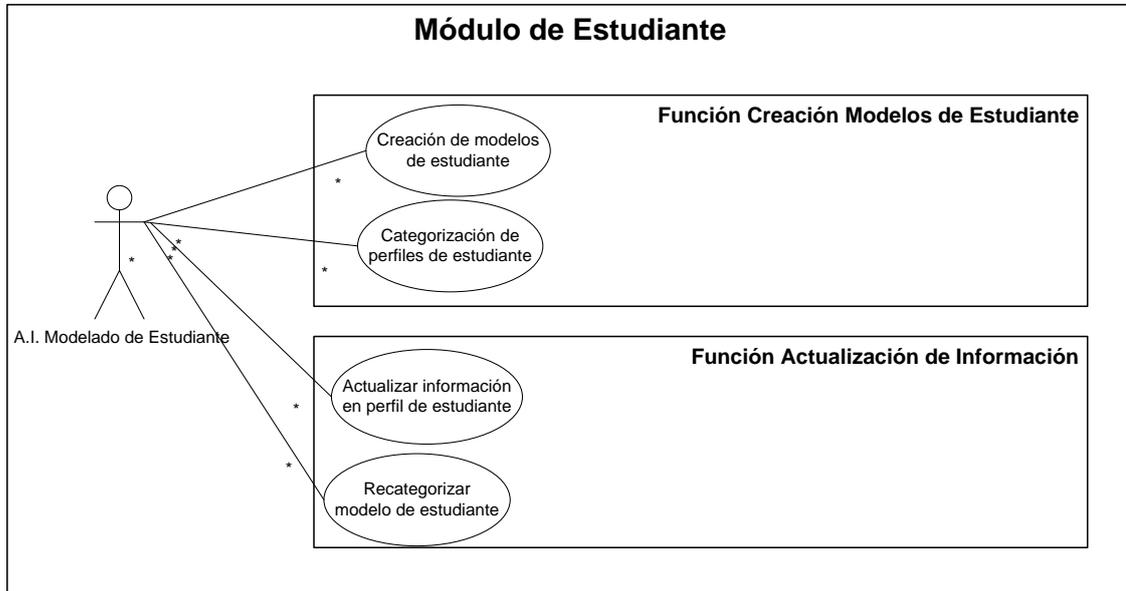


Figura 15. Diagrama de Casos de Uso del Módulo de Estudiante

Módulo de Interfaz de Usuario

La interfaz de Moodle que sirve como fuente de alimentación de la base de datos, en la arquitectura adaptativa es considerada como un módulo independiente con sus funciones y características definidas. A través de este módulo se muestra toda la información hacia el estudiante tratando de captar su atención y mantenerlo siempre motivado ya que es la parte del sistema que tiene contacto directo con la parte humana. Además en este módulo se identifican características como el tipo de navegador que se usa, el tipo de dispositivo del que se accede, la conexión de la que dispone, entre otras cosas.

Agente Inteligente de Interfaz

Este agente tiene como objetivo determinar la mejor interfaz a ofrecer a cada usuario de acuerdo al hardware y software que ha utilizado para la conexión.

Los medios de conexión, el software y los equipos utilizados difieren por cada uno de los estudiantes y por tanto cada uno de ellos tienen necesidades diferentes de presentación, es decir, un estudiante que acceda al sistema desde un celular, necesitaría que la información sea liviana y la estrictamente necesaria, un estudiante que acceda desde un portátil con un buen ancho de banda estaría en la posibilidad de visualizar gran cantidad de video, audio, animaciones, etc.

El agente inteligente de interfaz debe aprender estas condiciones y determinar qué tipo de interfaz del sistema es la más adecuada para cada uno; este aprendizaje podrá irlo adquiriendo conforme los estudiantes interactúen con la interfaz ofrecida y se vaya identificando la aceptación o negación de ésta para poder clasificarla como apropiada o no apropiada.

A este agente se lo ha categorizado según su estructura dentro de los *agentes informados que mantienen una traza del mundo*, ya que las constantes actualizaciones del ambiente que lo rodea exigen diferentes respuestas dependiendo del caso que se presente, por ejemplo: debe distinguir si el mismo usuario se conectó desde una PALM, y luego de un tiempo volvió a ingresar el mismo día desde una PC.

Un diagrama de casos de uso identificando las acciones y actores correspondientes a ese módulo se presenta a continuación:

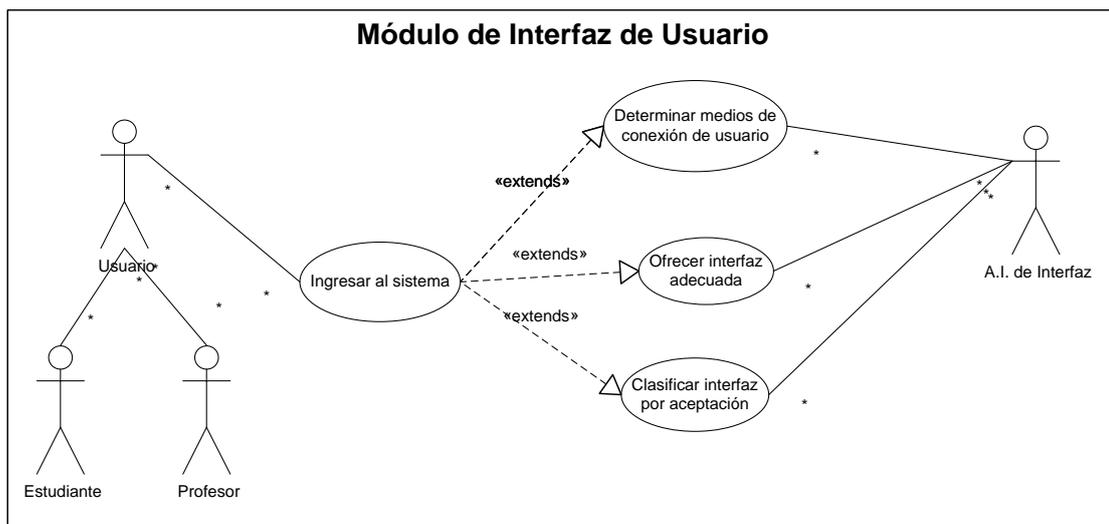


Figura 16. Diagrama de Casos de Uso del Módulo de Interfaz de Usuario

Agentes Inteligente para la Toma de Decisiones Instruccionales (ToDei)

La arquitectura adaptativa que se promueve en esta investigación posee una estructura dinámica y multi-agente que permite el auto aprendizaje, la comunicación y la independencia de cada módulo del sistema. En todos ellos existe un proceso particular definido y elementos (agentes) que permiten la ejecución de ese proceso, pero para cumplir con el requerimiento de ofrecer al usuario el efecto adaptativo se requiere de una comunicación e interacción de todos los componentes de la arquitectura. Por ello el objetivo del agente inteligente ToDei es cumplir con estas funciones, así como de llevar el contenido al usuario decidiendo la mejor manera de ofrecerle la información generada en este proceso, de acuerdo a sus características y necesidades predominantes.

ToDei recibe información a través del módulo de interfaz de usuario específicamente, la generada por el agente de interfaz que es el primero en tener contacto con el usuario, se comunica con el módulo de estudiante donde la información referente al perfil (almacenada en la base de conocimiento) y modelo de estudiante(almacenado en el módulo de estudiante) son recuperadas, para luego ser enviadas al módulo de tutor, en donde, de acuerdo al modelo de tutor asignado para ese modelo estudiante se brinda la información más adecuada, finalmente ToDei entrega al usuario final el resultado de todo este proceso. Aquí el agente inteligente elige como debe mostrar a través de la interfaz, el contenido generado de acuerdo al estilo que mejor se adapte al proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante.

Como se observa ToDei, es el único agente presente en esta arquitectura que tiene la función de recuperar, pasar y entregar información a través de los diferentes módulos del sistema.

ToDei se lo ha categorizado según su estructura como el tipo de los *agentes informados que mantienen una traza del mundo*, ya que su función de interacción con todos los componentes del sistema obliga a la actualización de su estado interno por el constante

cambio del ambiente, ya que el intercambio de información entre los componentes del sistema es muy fluido.

Estructuralmente los agentes inteligentes se encuentran formados por: sensores, efectores, estados y ambiente. Para el caso del agente ToDei estos elementos se describen a continuación:

- **Sensores:** es la parte del agente encargada de percibir los cambios, peticiones y requisitos que exija el ambiente sobre el cual corre el agente, así mismo se convierten en la fuente de alimentación y medio de actualización de los estados que guarda el agente. Por ejemplo: si el ambiente del agente indicia que el usuario a ingresado al sistema el sensor percibirá este cambio y lo pasará a un estado sobre el cual se aplicarán las reglas de acción-reacción que determinen el modelo de estudiante al cual pertenece ese usuario y le entregará a través de los efectores el contenido apropiado para ese modelo.
- **Efectores:** tienen la función de llevar las acciones finales a ser aplicadas sobre el ambiente del agente, el cual fue percibido por los sensores, alojado en un estado, y respondido por las reglas de acción-reacción.
- **Estados:** los estados son todos los cambios que han sido detectados por los sensores y las respuestas entregadas por medio de los efectores del agente con respecto al ambiente al cual se debe este. Estos son almacenados de tal modo que permitan al aprendizaje del agente guardando por ejemplo las acciones tomadas con respecto a cierta percepción y cuál fue el efecto de ellas sobre el ambiente. Los estados forman parte de la memoria del agente.
- **Ambiente:** es el medio sobre el cual actúa y opera el agente, y para el cual fue diseñado. En el caso de ToDei el ambiente son las interconexiones de los componentes del sistema.

Cabe señalar que a pesar de que los agentes propuestos tienen la misma estructura, funcionalmente son diferentes dependiendo del módulo sobre el cual operen.

ToDei tiene una diversidad de entradas en el sistema que provienen de los módulos: interfaz de usuario, estudiante, base de conocimiento y tutor, las mismas generan una comunicación y recepción de información a través de los agentes que actúan dentro de cada módulo, estos cambios generados por dichos agentes son obtenidos a través de los sensores del agente ToDei, son procesados en las diferentes reglas de acción-reacción (reglas de inferencia) que posee el agente y finalmente las acciones resultantes son enviadas a través de los efectores a los componentes que hayan generado las entradas del ambiente de ToDei, de igual manera estas son almacenadas en la memoria (estados) del agente para su auto aprendizaje.

A continuación se ejemplifica la estructura de ToDei, y el proceso que se lleva dentro de este:

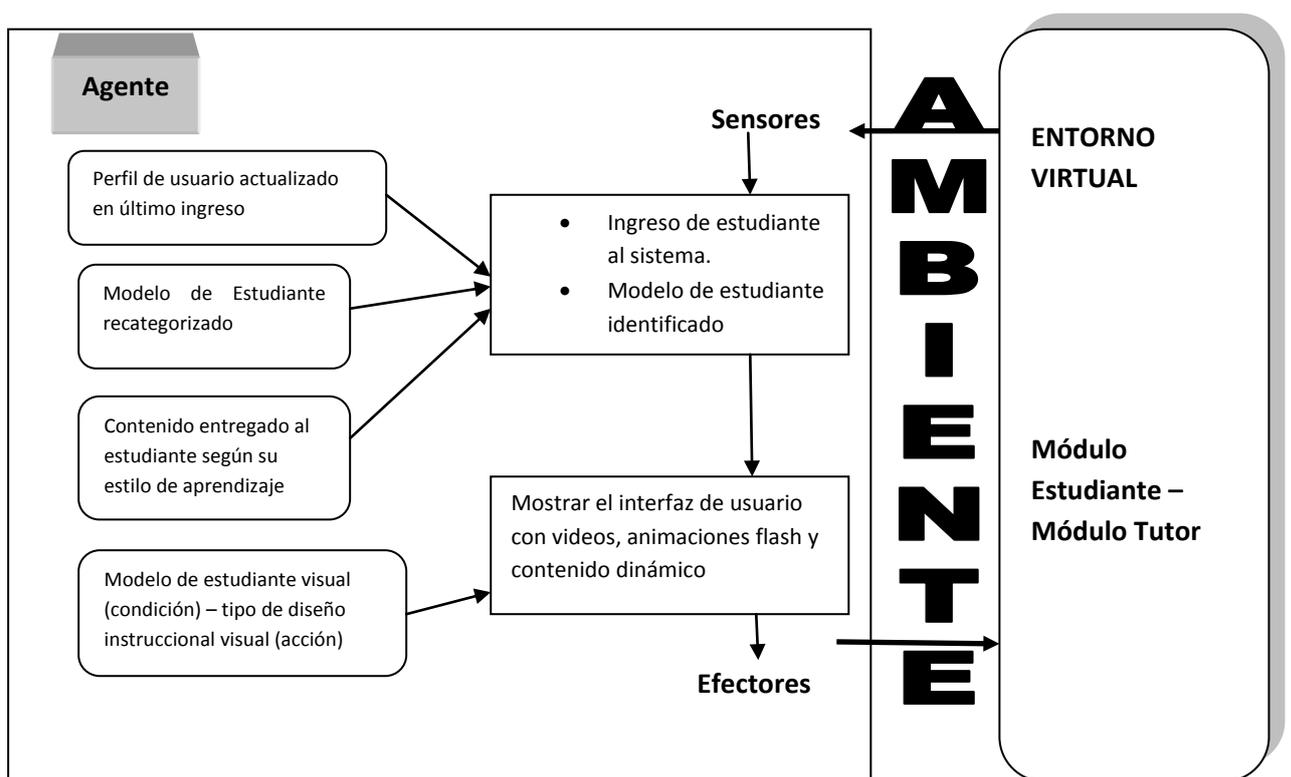


Figura 17. Ejemplo de la Estructura del Agente Inteligente ToDei

Para este agente se ha determinado el siguiente diagrama de casos de uso que indica el proceso de ToDei en el sistema:

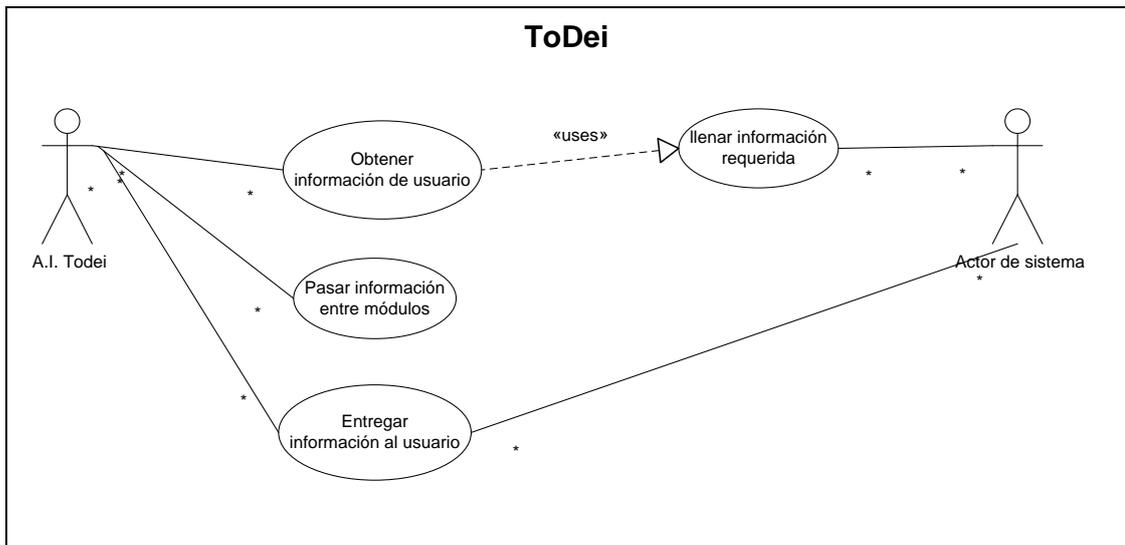


Figura 18. Diagrama de Casos de Uso del Agente Inteligente ToDei

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Discusión

La presencia de los sistemas adaptativos en los últimos años surge al tratar de buscar una solución, a la falta de entrega de contenido e información personalizada al usuario de forma virtual en cualquier institución, tomando en cuenta las características predominantes de este.

En los sistemas adaptativos educativos esta personalización requiere un análisis de las variables que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que permiten determinar los posibles componentes a ser implementados y desarrollados para lograr el objetivo del diseño de la plataforma adaptativa.

El principal objetivo del SAE es identificar las características predominantes de cada estudiante de manera que la información entregada a este sea la más adecuada de acuerdo a sus necesidades, gustos, y preferencias.

Actualmente no existe un SAE que permita en su totalidad brindar servicios adaptativos a una institución educativa, debido a qué, sistemas que se encuentran en desarrollo como DotLRN de la UNED, Interbook de la Universidad de Filadelfia entre otros, se encuentran en fase de experimentación de los componentes desarrollados para estos.

Por este motivo una manera más conveniente analizada a lo largo de la presente investigación, es la de integrar componentes adaptativos a la plataforma (Moodle) que se usa actualmente en la UTPL, con el fin de que forme una estructura o arquitectura adaptativa el modelo educativo que promueve la institución.

Al entregar contenido e información personalizada a cada estudiante, se fortalecerá y complementará el aprendizaje del mismo, pues se podrá determinar el nivel de conocimiento de cada estudiante frente a una situación determinada, y mejorarlo en el transcurso de la interacción de este con el sistema.

Para todo esto la inteligencia artificial representada por los agentes inteligentes se hace presente al permitir aplicar técnicas de aprendizaje automático y toma de decisiones sobre los sistemas, que evolucionen automáticamente de acuerdo a la variabilidad de su entorno o ambiente y cumplan con los objetivos para los cuales fueron diseñados.

En el caso de la UTPL, los agentes que se proponen para el sistema dentro de la arquitectura adaptativa hacen el papel de tutor, intérprete, creador de modelos, actualizador y extractor de información, así como el de tomar decisiones de cuál es la mejor información a llevar al estudiante entre otras. Para la parte del modelado de tutor se requiere la participación directa de los diferentes profesores que la institución posea, pues son un eje fundamental para determinar la mejor manera de instrumentar el proceso de enseñanza. En cambio para la creación de los modelos de estudiante se requiere definir variables específicas a ser cumplidas para que el modelado sea válido, esto permitirá una correcta categorización de los perfiles de estudiante con respecto a un modelo determinado.

El conocimiento generado en el sistema es almacenado en la base de conocimiento por lo que una de las maneras de organizarlo es el uso de ontologías, que permite un acceso más rápido a la información así como una mejor organización de esta.

Toda la automatización generada con respecto a las características del sistema y los cambios hechos en este, deben permanecer siempre visibles al usuario para evitar que este se pierda en el sistema, se desmotive o deserte de un curso, e impida la consecución del objetivo de mantener la atención del estudiante durante su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Uno de los objetivos de los sistemas adaptativos educativos es hacer hincapié en la colaboración de los usuarios del sistema con más énfasis, donde estos se conviertan en tutores en menor escala de sus compañeros, permitiendo extraer la mejor manera de compartir información entre usuarios y de esta manera construir perfiles con características colaborativas más concisas.

La perspectiva de los sistemas adaptativos educativos apunta a que toda institución educativa cuyo centro sea el estudiante y brinde una modalidad de estudios a distancia,

utilice una plataforma virtual que incorpore servicios adaptativos educativos, que permita el perfeccionamiento y automatización de las técnicas de enseñanza-aprendizaje con el objeto de atender de forma personalizada a cada estudiante. Esto obliga a los diferentes grupos de investigación a seguir mejorando cada vez más los componentes de un SAE, a fin de que en algún momento se establezcan estándares y especificaciones que faciliten y aseguren la calidad de un sistema adaptativo educativo a desarrollar.

La aplicación de un SAE sobre una institución educativa beneficiará notablemente la investigación de nuevas formas de desarrollo de los componentes de este, así como el mejoramiento de las técnicas de inteligencia artificial usadas en un SAE. De igual forma el contar con una arquitectura adaptativa permitirá la creación de nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Del proyecto de investigación se ha obtenido las siguientes conclusiones:

- No existe un Sistema Adaptativo Educativo (SAE) disponible en la web que sirva exclusivamente de soporte para el proceso de enseñanza - aprendizaje.
- Para desarrollar o implementar un SAE se debe considerar el modelo educativo que la institución posea, ya que es una de las variables fundamentales a considerar en el desarrollo de los módulos de tutor y estudiante.
- La plataforma Moodle que actualmente se utiliza en la UTPL, es usada como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza – aprendizaje de forma generalizada, es decir no se consideran las diferentes necesidades, preferencias y estilos de aprendizaje de cada uno de los estudiantes de la UTPL.
- Una gran ventaja de contar con una arquitectura adaptativa para Moodle en la UTPL, es que permite aprovechar cada interacción de los usuarios con el sistema y así apoyar el proceso de aprendizaje de manera más personalizada a cada estudiante.
- La incorporación de componentes adaptativos a la plataforma Moodle beneficiará el proceso de enseñanza-aprendizaje, al ofrecer información que se acerque más a la forma de aprender del estudiante.
- Los modelos de tutor y modelos de estudiante definidos en un sistema adaptativo irán mejorando de acuerdo a la experiencia y aprendizaje adquirido por los agentes inteligentes, esto permitirá brindar una mejor atención a las necesidades reales de los estudiantes.

- Para lograr la definición del módulo de tutor, es necesario la participación directa del docente quien ayudará a determinar las diferentes maneras de instrumentar el proceso de enseñanza.
- Los cambios que haga el sistema con respecto a la personalización del ambiente del usuario no deben ser definitivos, deben permanecer visibles a este, para evitar que el estudiante se pierda en el interfaz al no poder localizar los links de acceso a los componentes del sistema que vio la última vez que interactuó con este.
- La aplicación de agentes inteligentes brinda la posibilidad de alcanzar de manera global los objetivos planteados en la arquitectura adaptativa, definiendo funciones específicas a cumplir dando el sentido de independencia a cada módulo, los cuales serán enlazados con la creación de un agente de interacción o comunicación, que en el caso de la propuesta adaptativa se lo conoce como ToDei.
- Para conseguir la implementación de la arquitectura planteada en la presente propuesta es necesario el desarrollo de cada uno de los componentes analizados.

Recomendaciones

Se recomienda:

- Recolectar información válida y de partida, para la construcción del modelo de tutor y modelo de estudiante, de tal manera que el modelado de usuario tome datos más apegados a la realidad y permita una correcta categorización de los perfiles con respecto a los tipos de modelos que se creen.
- Implementar o adaptar un componente que permita conocer las actitudes de un estudiante frente a un proceso de enseñanza - aprendizaje a fin de determinar su estilo de aprendizaje.
- Integrar las investigaciones realizadas en la UTPL, con estudios de otros grupos de trabajo, a fin de compartir conocimientos y llegar a lograr la construcción de un sistema más completo que cumpla los objetivos de enseñanza – aprendizaje que se propongan. Y de esta manera llegar a la definición de estándares y especificaciones que faciliten el desarrollo de un SAE.
- Es conveniente definir las características que tendrá el perfil de usuario que más se acerquen al estudiante tipo que maneja esta institución, permitirá generar un modelado que se apegue al modelo pedagógico que se lleva en la UTPL.
- Analizar la presente propuesta en esta investigación a fin de migrara la plataforma actual que usa la UTPL a una plataforma adaptativa y realizar una implementación de los componentes de la misma.
- Notificar los cambios a fin de mantener informado al usuario de todos los movimientos que se generen en el sistema.
- Definir un tiempo de experiencia determinado en el SAE para los diferentes agentes inteligentes que este incorpore, haciendo más énfasis en los agentes encargados del

modelado de tutor y de estudiante, esto permitirá mejorar los modelos generados secuencialmente.

- Involucrar al profesor desde el desarrollo del sistema, permitirá establecer un modelo inicial de tutor con características que se asemejen más a la realidad.
- Para la consecución de la arquitectura propuesta es obligatorio el desarrollo de ToDei, que es el agente inteligente que interactúa con cada uno de los componentes del sistema, por lo que se recomienda se lo proponga como un futuro tema de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Aguilar, R., Gómez, I. Herrera, E., Minga, R. (2008). *IPED Instituto de Pedagogía para la Educación a Distancia, Conociendo a la Modalidad Abierta y a Distancia de la UTPL*, Editorial UTPL.
- Alexandre, R., García, F., Romero, L. (2003). *Perfiles de usuario: en la senda de la personalización*. Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca. Recuperado el 20 de julio de 2008 de: <http://tejo.usal.es/inftec/2003/DPTOIA-IT-2003-001.pdf>
- Ardisono, L., Console, L., Torre, I. *An Adaptive System for the personalized access to news* (2004). Recuperado el 3 de febrero de 2008 de la página electrónica de la Universidad de Torino, Departamento de Ciencias de la Computación: <http://www.di.unito.it/~liliana/EC/aiComm01.pdf>
- Bachs, X. Reyes, M., Gonzales, L., Manzano, J., Penalba, V. (1997) *Enseñar y Aprender Tecnología en la Educación Secundaria*. (Ciudad). (País) (Casa Editora).
- Brusilovsky, P. (2003). *Developing Adaptive Educational Hypermedia Systems: From Design Models to Authoring Tools*. Recuperado el 16 de Abril de 2008 de: <http://www.sis.pitt.edu/~peterb/papers/KluwerAuthBook.pdf>
- Brusilovsky, P. (1996). *Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia*. Recuperado el 25 de agosto de 2008 de: <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers/UMUI96.pdf>
- Brusilovsky, P., Millán E. (2007). *User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems*. Recuperado el 12 de Julio de 2008, de: http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers/1_BrusilovskyMillan.pdf
- Bueno, D., Conejo, R., Carmona, C., David, A. [METIORE: A Publication Reference for Adaptive Hypermedia Community](#). Second International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web Based Systems (AH 2002), LNCS 2347, Málaga, Spain (2002), 480-483. Recuperado el 20 de junio de 2008 de: <http://www.lcc.uma.es/~cristina/papers/METIOREW.pdf>
- Carrasco, C. (2005). *Areas de la Inteligencia Artificial*. Recuperado el 09 de diciembre de 2008 de: http://personales.upv.es/ccarrasc/extdoc/Tema-3_3_agentes.pdf

- Carro, R. (2001). *Clasificación de los Sistemas Hipermedia Adaptativos*. Recuperado el 18 de febrero de 2008 de: <http://arantxa.ii.uam.es/~rcarro/tesis/cap2.pdf>
- Castells, P., Macías, J. (2001). *PEGASUS: A Domain-Independent Presentation Modeling System for Context-Sensitive Hypermedia*. Recuperado el 28 de diciembre de 2007 de:
<http://astreo.ii.uam.es/~castells/pegasus/>
- Chávez, E., Cárdenas, O., Benito, O. (año). *La Web Semántica*. Recuperado el 17 de mayo de 2008 de:
http://find.galegroup.com/itx/retrieve.do?contentSet=IAC-Documents&resultListType=RESULT_LIST&qrySerId=Locale%28es%2C%29%3AFQE%3D%28KE%2CNone%2C16%29la+web+semantica%3AAnd%3ALQE%3D%28AC%2CNone%2C8%29fulltext%24&sgHitCountType=None&inPS=true&sort=DateDescend&searchType=BasicSearchForm&tabID=T002&prodId=IFME&searchId=R1¤tPosition=3&userGroupName=utpl_cons&docId=A172515886&docType=IAC
- Fritz, W. (2007). *Sistemas Inteligentes y sus Sociedades*. Recuperado el 20 de junio de 2008 de: <http://intelligent-systems.com.ar/intsys/indexSp.htm#IS>
- Gaudioso, E. (2002). *Contribución al Modelado de Usuario en Entornos Adaptativos de Aprendizaje y Colaboración a través de Internet Mediante Técnicas de Aprendizaje Automático*. Tesis Doctoral. Departamento de Inteligencia Artificial. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Gaudioso, E., Boticario, J., Santos, O., Rodríguez, A. (2003). *Como Gestionar la Colaboración en la Tarea del Marco Lógico Colaborativo en un Entorno de Aprendizaje Adaptativo Basado en Web*. Recuperado el 27 de agosto de 2008 de:
www.ia.uned.es/~jgb/publica/caepia03_ocsaregigb.pdf
- Gonzales, P. (2006). *Formación docente de la unidad de aprendizaje de tecnologías de la Comunicación y gestión de información en la Universidad Autónoma de Nayarit para la elaboración de cursos en línea basado en un modelo de diseño instruccional*. Recuperado el 22 de junio de 2008 de:
www.docencia.uan.edu.mx/revista/vol.1.num.2/palmira_gonzalez.pdf

- Gómez, D., García, J. (2006) *Visualización del Desarrollo del Estudiante en un Tutor Inteligente*. Recuperado el 19 de noviembre de 2007 de:
<http://carpe.usal.es/~roberto/SPIP/IMG/pdf/DiegoGomezJuanGarciaFinal.pdf>
- García, R. (2007). *Methodology*. Recuperado el 25 de mayo de 2008 de:
<http://rhizomik.net/~roberto/thesis/html/Methodology.html>
- Kennedy, I., Fallahkhalil, S., Fraser R, Ismail A, Rossano V, Trifonova A. (2005). *A simple web based Adaptive educational system (SWAES)*. Recuperado el 20 de diciembre de 2007, de:
[http://itsuite.it.brighton.ac.uk/student/sf1/web/A%20Simple%20Web-based%20Adaptive%20Educational%20System%20\(SWAES\).htm](http://itsuite.it.brighton.ac.uk/student/sf1/web/A%20Simple%20Web-based%20Adaptive%20Educational%20System%20(SWAES).htm)
- Martínez P., Cuadra D., Casto E., Iglesias A., Calle F., Laboratorio de Base de datos Avanzadas, Universidad Carlos III de Madrid (2005). Recuperado el 01 de Junio de 2008 de: <http://basesdatos.uc3m.es/index.php?id=204>
- Moodle. (2007). *Documentación para Profesores*. Recuperado el 07 de Octubre de 2008 de: http://docs.moodle.org/es/Documentaci%C3%B3n_para_Profesores
- Murphy, E. (1997). *Adaptive Hypermedia & Online Learning*. Recuperado el 23 de diciembre de 2007 de: <http://www.cdli.ca/~elmurphy/emurphy/adaptive.html>
- Molina, A., Silva, F., Cabezas, C. (2005). *Concepciones teóricas y metodológicas para la implementación de un modelo pedagógico para la formación de valores en estudiantes universitarios*. Recuperado el 17 de Mayo de 2008 de:
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1701229>
- Ramírez, H. (2008). *Teoría y práctica del diseño instruccional I*. Recuperado el 30 de junio de 2008, de: <http://instruccioneseducativas.hernanramirez.info/?cat=68>
- Ramoz, E., Núñez, H. (año). *Ontologías: componentes, metodologías, lenguajes, herramientas y aplicaciones*. Páginas 13-19
- Rodríguez, K. Ronda, R. (2005). *Web semántica: un nuevo enfoque para la organización y recuperación de información en la Web*. *Revistas Médicas Cubanas*. Volumen 130605. Recuperado el 22 de junio de 2008 de:
http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_6_05/aci030605.pdf
- Rosmalen, P., Brouns, F., Tattersall C., Vogten, H., Bruggen, J., Sloep, Peter., Koper, R. (2005). *Towards an open framework for adaptive, agent-supported e-learning*.

Recuperado el 07 de enero de 2008, de:

<http://dspace.ou.nl/bitstream/1820/76/2/article-alfanet-121203.pdf>

- Sarmiento, M. (2007). *La enseñanza de las matemáticas y las NTIC. una estrategia de formación permanente*. Recuperado el 02 de julio de 2008 de: <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0806107-121312/index.html>
- Sharman, K., Esparcia, A. (2008). *Sistemas Adaptativos Complejos*. Recuperado el 10 de junio de 2008 de: <http://www.iti.upv.es/groups/cas>
- Serrano, C. (2008). *La contabilidad en la era del Conocimiento*. Recuperado el 16 de junio de 2008, de: <http://ciberconta.unizar.es/LECCION/INTRODUC/482.HTM>
- Schwarz, E., Brusilovsky, P. (1999). *Interbook adaptive educational hypermedia on the www*. Recuperado el 30 de enero de 2008 de: <http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/InterBook.html>
- Tiarnaigh, M. (2005). *Adaptive Moodle*. Recuperado el 09 de diciembre de 2008 de: <https://www.cs.tcd.ie/courses/csll/tiarnaigh0405.pdf>
- Vélez, J., Merida D., Fabregat R. (2006). *Sistemas Hipermedias Adaptativos Educativos Considerando las Características Tecnológicas*. Recuperado el 25 de Abril de 2008 de: http://bcds.udg.es/papers/vele_siie2006.pdf
- Walberg, H., Paik, S. (2005). *Prácticas Eficaces*. Recuperado el 23 de diciembre de 2007 de : http://www.inee.edu.mx/images/stories/documentos_pdf/Publicaciones/Coedicione s/Practicas_educativas/f_03.pdf