

**MODELO DINÁMICO DEL ESTUDIANTE EN CURSOS VIRTUALES ADAPTATIVOS
UTILIZANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

HÉCTOR MAURICIO GONZÁLEZ GUTIÉRREZ

Tesis de Maestría para optar por el título de Magister en Ingeniería de Sistemas.

Director:

Néstor Darío Duque Méndez PhD(c)
Universidad Nacional de Colombia
Sede Manizales

Co-Director:

Demetrio Arturo Ovalle Carranza PhD
Universidad Nacional de Colombia
Sede Medellín

**Universidad Nacional de Colombia
Sede Medellín
Facultad de Minas
Escuela de Ingeniería de Sistemas**

Medellín 2009

RESUMEN

El auge mundial de las telecomunicaciones y el alto progreso tecnológico han llevado a que la mayoría de las ciencias humanas sean llevadas al mundo virtual. Entre ellas se destaca la educación, la cual en los últimos años, y haciendo uso de la informática y los avances tecnológicos en la comunicación, ha migrado su accionar al mundo digital impulsando así, la construcción de plataformas cada vez mas refinadas y avanzadas en el ámbito de la enseñanza virtual.

Las plataformas que dan soporte a los procesos de educación virtual han intentado personalizar cada vez mas su proceso de enseñanza, tratando así, que el estudiante optimice y aproveche de una mejor manera su proceso de aprendizaje. Pero es común en este tipo de plataformas que basen su personalización en el ámbito académico del alumno y olviden el resto de factores que pueden llegar a influir en el proceso educativo de una persona. Aspecto que toma en cuenta el modelo propuesto en este trabajo.

Esta tesis de maestría parte de la premisa que el estudiante es un ser complejo e integro y que sus características, ya sean propias o de su entorno, afectan su proceso de aprendizaje, de forma tal, que para lograr una mayor efectividad en el proceso educativo. el profesor, ya sea humano o tutor virtual, debería adaptar su estrategia de enseñanza a dicho perfil. Además, es reconocido que varias de estas propiedades son cambiantes lo que implica adecuar dinámicamente el proceso a estos cambios.

Esta tesis de maestria presenta un modelo dinámico del estudiante en cursos virtuales adaptativos, que tome aquellas características relevantes del alumno y que de acuerdo a su variación se ajuste dinámicamente, permitiendo así hacer más efectivo el proceso de adaptación del curso.

Un punto a resaltar dentro del trabajo de investigación es la actualización de dichas características que se realiza por medio de diversas técnicas de inteligencia artificial, las cuales están analizando constantemente la interacción usuario-sistema mezclado con otras variables para hallar el valor apropiado que permita la modificación automática del modelo.

A manera de validación del modelo propuesto se desarrolló un sistema multi-agente, que lo implementa y aplica técnicas de inteligencia artificial, como lo son: las redes neuronales y los sistemas expertos para la actualización de las características del alumno.

Al final se muestra un modelo integrado de estudiante, que incluye todas aquellas

características abordadas por el modelo, la forma en que se capturan y se actualizan , todo esto en el marco de una plataforma de educación virtual adaptativa llamada SICAD (Sistema Inteligente de Cursos Adaptativos), la cual fue rediseñada y mejorada para incorporar el sistema multiagente propuesto, por tal motivo adoptó el nombre SICAD+, usando el simbolo + (mas) por Multi Agent System.

Palabras Clave: E-learning, Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI), Sistemas Adaptativos, Modelo del Alumno, Inteligencia Artificial, Cursos Virtuales Adaptativos, Sistemas Multiagente (SMA).

ABSTRACT

The rise of global telecommunications and high technological progress have led to most of the human sciences are brought to the virtual world. Among these stresses education, which in recent years, and making use of information and technological advances in communication, has moved its activities to furthering digital world, building platforms becoming more sophisticated and advanced in virtual education.

Platforms that support the processes of virtual education have increasingly tried to personalize their learning process, thus, to optimize the student and take advantage of better learning process. But it is common in this type of personalized based platforms in academic and student forget the other factors that might influence the educational process of a person. Aspect that takes into account the model proposed in this paper.

This master's thesis on the premise that the student is to be a complex and integrated and that their characteristics, either themselves or their environment, affecting their learning process, so that to achieve greater effectiveness in the educational process . the teacher, either human or virtual tutor, you should adjust your teaching strategy for this profile. Furthermore, it is recognized that several of these properties are changing what it means to dynamically adjust the process to these changes.

This master thesis presents a dynamic model of the student in adaptive virtual courses, which take those characteristics relevant to the student and according to their variation is adjusted dynamically, thus enabling more effective the process of adapting the course.

One point of note within the research work is the updating of these features is done through various techniques of artificial intelligence, which are constantly analyzing the user-system interaction mixed with other variables to find the appropriate value to allow the modification automatic model.

For validation of the proposed model, we developed a multi-agent system, which implements and applies artificial intelligence techniques, such as: neural networks and expert systems for the update of the characteristics of the student.

At the end is an integrated model of student, which includes all those features addressed by the model, how they are captured and updated, all in the context of an adaptive virtual learning platform called Sicad (Smart Adaptative Courses), which was redesigned and enhanced to incorporate the proposed multiagent system, therefore took the name Sicad +, using the symbol + (MAS in Spanish) for Multi Agent System (MAS).

Keywords: E-learning, Intelligent Tutorial System (ITS), Adaptative Systems, Student Model, Artificial Intelligence, Adaptative Virtual Courses, Multiagent Systems (MAS),

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores de la maestría los cuales dieron las bases y me motivaron a continuar adelante en la construcción de esta tesis.

Quiero dar un agradecimiento especial a mi director de tesis que más que un director lo puedo considerar como mi amigo y sin él no hubiera sido posible terminar mi maestría.
Nestor Gracias !!!

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi familia, a mis padres por todos sus esfuerzos y a mi amada esposa por estar a mi lado apoyándome siempre.

TABLA DE CONTENIDO

I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.OBJETIVOS Y ALCANCE.....	3
1.Objetivo General.....	3
2.Objetivos Específicos.....	3
3.Alcance.....	3
III.CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.....	4
1.Sistemas Adaptativos.....	4
2.Inteligencia Artificial en la Educación.....	7
3.Sistemas adaptativos en la educación.....	8
4.Modelo del alumno.....	10
5.Estado del arte.....	10
6.Conclusiones del capitulo.....	16
IV.CAPÍTULO 2. MODELO DEL ESTUDIANTE.....	18
1.Características del estudiante.....	19
2.Conclusiones del capitulo.....	35
V.CAPÍTULO 3. INICIALIZACIÓN DE LOS ASPECTOS DEL MODELO.....	36
1.Datos personales.....	36
2.Estado Anímico.....	37
3.Contexto.....	37
4.Ambiental.....	38
5.Estilos de Aprendizaje.....	39
6.Personalidad.....	40
7.Aspecto Académico.....	40
8.Aspectos Psicológicos.....	40
9.Conclusiones del capitulo.....	41
VI.CAPITULO 4. ACTUALIZACIÓN DE LOS ASPECTOS DEL MODELO.....	42
1.Datos Personales.....	42
2.Estado Anímico.....	42
3.Aspecto Académico.....	49
4.Aspecto Psicológico.....	50
5.Conclusiones del capítulo.....	53
VII.CAPÍTULO 5. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA MULTIAGENTE	54
1.Modelos del análisis y diseño del SMA propuesto.....	55
2.Conclusiones del capítulo.....	90
VIII.CAPITULO 6. ARQUITECTURA DE LA PLATAFORMA PLATAFORMA SICAD+.....	91
1.Arquitectura del aplicativo.....	91
2.Mejoras propuestas.....	91
3.Modificación de la selección de las UE para un estudiante.....	92
4.Ingresar al sistema.....	93
5.Utilizar el sistema.....	95
6.Instalación.....	103
7.Conclusiones del capitulo.....	105

IX.CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	106
X.REFERENCIAS.....	107
XI.ANEXO A. TEST DE FELDER.....	114
XII.ANEXO B: MINITEST DE PERSONALIDAD DE EYSENCK.....	121
XIII.ANEXO C. TEST DE LAS INTELIGENCIAS MULTIPLES.....	122
XIV.ANEXO C. MAPA MENTAL DEL MODELO DINAMICO DEL ESTUDIANTE.....	124
XV.ANEXO D – PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN SICAD+.....	125
XVI.ANEXO E – PONENCIA 3° CONGRESO COLOMBIANO DE COMPUTACIÓN.....	128

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Sistemas / Modelos vs Aspectos del Estudiante [Zaitseva y Boule 2003].....	13
Tabla 2. Esquemas de Fidelidad [Baker et al. 2006].....	14
Tabla 3. Algunos Modelos de clasificación de estilos de aprendizaje. [Duque 2005].....	26
Tabla 4. Estrategia instruccional por estilos de aprendizaje [Peña et al. 2002].....	27
Tabla 5. Material instruccional por estilos de aprendizaje [Peña et al. 2002].....	27
Tabla 6. Formato del material por estilos de aprendizaje [Peña et al. 2002].....	28
Tabla 7. Navegación por estilos de aprendizaje [Peña et al. 2002].....	28
Tabla 8. SE vs. Aspectos del modulo psicológico en el modelo del estudiante.....	52
Tabla 9. Ejemplo: metadatos UE.....	93
Tabla 10. Hoja de Calificación ILS Felder.....	119
Tabla 11. Hoja Perfil ILS Felder.....	120
Tabla 12. Minitest de personalidad de EYSENCK [Boeree 2007].....	121
Tabla 13. Test de las inteligencias múltiples [Chislett 2006].....	123
Tabla 14. Resultados test inteligencias múltiples [Chislett 2006].....	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistemas adaptativos según Brusilovsky y Maybury.....	6
Figura 2. Esquema STI [Carbonell 1970].....	9
Figura 3. Modelo del Estudiante Completo [Duque 2007].....	16
Figura 4. Aspectos a tener en cuenta en la construcción de un modelo del estudiante [Duque 2007].....	18
Figura 5. Características del modelo propuesto.....	19
Figura 6. Transición de estados de animo del estudiante [Litman, Forbes 2005].....	21
Figura 7. Red Dinámica de Decisión para el modelo Afectivo [Conati 2006].....	22
Figura 8. Preguntas de validación del modelo afectivo de	23
Figura 9. Esquema de los cursos para SICAD+.....	32
Figura 10. Esquema adquisición datos contexto y ambiente.....	39
Figura 11. Red LVQ [Acosta et. al. 2000].....	48
Figura 12. Casos de uso del modelo dinámico del estudiante.....	56
Figura 13. Arbol SNMP.....	60
Figura 14. Árbol de características Modelo del Estudiante.....	67
Figura 15. Diagrama de Actividades - Inicializar Aspectos del Estudiante.....	74
Figura 16. Diagrama de Actividades - Consultar característica del Estudiante.....	75
Figura 17. Diagrama de Actividades - Actualizar valor característica del estudiante.....	76
Figura 18. Diagrama de Actividades - Monitorear logs del sistema.....	77
Figura 19. Diagrama de Actividades - Analizar petición http.....	78
Figura 20. Diagrama de Actividades – Analizar estado anímico.....	79
Figura 21. Diagrama de Actividades – Analizar estado Psicológico.....	80
Figura 22. Diagrama de Actividades – Obtener Clima.....	81
Figura 23. Diagrama de Actividades – Obtener Localización.....	82
Figura 24. Diagrama de Actividades – Obtener Velocidad.....	83
Figura 25. Diagrama de inferencia - Tarea genérica inicializar el modelo.....	84
Figura 26. Diagrama de inferencia - Tarea genérica Actualizar Modelo.....	85
Figura 27. Diagrama de Secuencia - Tarea genérica inicializar el modelo.....	86
Figura 28. Diagrama de Secuencia - Tarea genérica Actualizar el modelo - Escenario 1: Red neuronal sin entrenar.....	87
Figura 29. Diagrama de Secuencia - Tarea genérica Actualizar el modelo - Escenario 2: Red neuronal entrenada.....	88
Figura 30. Diagrama de la organización.....	89
Figura 31. Diagrama de Despliegue - SICAD.....	91
Figura 32. Diagrama de Despliegue - SICAD+.....	92
Figura 34. Ingresar al sistema SICAD.....	94
Figura 35. Página principal SICAD.....	95
Figura 36. Crear curso.....	96
Figura 37. Crear objetivo educativo.....	97
Figura 38. Unidades Educativas.....	98
Figura 39. Formulario Test Felder.....	99
Figura 40. Test de Personalidad de EYSENCK.....	100
Figura 41. Test de inteligencias múltiples.....	101

Figura 44. Mapa mental del Modelo.....124

I. INTRODUCCIÓN

El maestro que intenta enseñar sin inspirar en el alumno el deseo de aprender está tratando de forjar un hierro frío.

Horace Mann (1796-1859) Educador estadounidense.

El increíble avance tecnológico de los últimos años ha permitido que los procesos de enseñanza sean llevados al mundo virtual logrando así diversificar los esquemas, introduciendolos en un plano en el cual el estudiante no se debe desplazar a un centro especializado si no desde la comodidad de su propio hogar pueda acceder a planes de educación tanto formal como no formal.

Las tecnologías de la informática y la comunicación puestas a disposición de la enseñanza han ido evolucionando desde sistemas, que simplemente mostraban texto y gráficas de un tema en particular; hasta aplicativos mucho mas refinados que tratan de implementar un proceso de enseñanza completo, involucrando aspectos pedagógicos dentro del mismo.

El proceso educativo que implementan este tipo de plataformas, ha basado su desarrollo y funcionamiento en emular el procedimiento llevado por un tutor humano, y en tratar de optimizar el proceso de aprendizaje de cada uno de los estudiantes. Es aquí donde se puede concluir que estos aplicativos tratan de personalizar este proceso tomando aspectos del alumno que permiten adecuar el proceso, logrando así un aumento considerable en la eficiencia de la enseñanza.

En los últimos años se ha presentado el surgimiento y desarrollo de un tipo de plataformas de educación virtual llamadas STI (Sistemas Tutoriales Inteligentes) que mediante la aplicación de teorías psicológicas y pedagógicas, apoyadas en el uso de técnicas avanzadas de la informática, como la IA (Inteligencia Artificial), desarrollan un proceso de enseñanza acoplado al estudiante logrando así una mayor efectividad.

Es en estas plataformas y en general en las aplicaciones de educación virtual actuales donde se ha incorporado el termino “Sistemas adaptativos”, los cuales pueden definirse como: *“Sistemas con la capacidad de ajustar su funcionamiento a las metas, tareas, intereses y otras características de los usuarios o grupos de usuarios”* [Brusilovsky y Maybury 2002]. En este punto toma gran importancia el modelo del estudiante ya que representa dentro de la plataforma todos aquellos aspectos de la persona que pueden llegar a afectar su proceso educativo.

Tratando de suplir este aspecto, esta tesis propone un modelo de estudiante que trata de abarcar aquellas características que puedan afectar el proceso de aprendizaje. Por otro lado,

basandose en la premisa de que el ser humano evoluciona y cambia con el tiempo, se realizará la actualización automática del estado de algunas variables, permitiendo con esto que el sistema sea mucho mas ajustado al estado actual del estudiante logrando mayor adaptación y buscando que el alumno este mucho mas motivado, al obtener recursos educativos, tanto en forma como en contenido, mucho mas acordes a su actualidad personal.

Para la construcción del modelo se tuvieron los trabajos previos referidos en [Zaitseva, Boule 2003] y [Duque 2007] los cuales exponen prototipos completos y a partir de esto se han condensado definiendo 8 aspectos del alumno, entre propios del ser como externos, los cuales abarcan la mayoría de características humanas que puedan afectar el proceso educativo en un ambiente virtual, las cuales son: (1) Estilo de Aprendizaje, (2) Personalidad, (3) Perfil académico, (4) Perfil psicológico, (5) Datos Personales, (6) Estado anímico, (7) Contexto, (8) Medio ambiente.

A partir de estos aspectos se ha generado un modelo que toma en cuenta el estado inicial de estas características por medio de una serie de cuestionarios (test y preguntas directas) al estudiante.

Al ser este un modelo orientado a la educación virtual y en especial a la Web, es primordial hallar una técnica de actualización de estas características que sea de fácil implementación en este tipo de entornos, por lo que se escogió utilizar técnicas de baja fidelidad las cuales no necesitan una observación directa del individuo, si no que mediante el análisis de la interacción del alumno con el aplicativo se deduce el estado de algunas variables que así lo permitan.

Por ultimo el modelo es validado mediante su implementación en un sistema multiagente acoplado a la plataforma de educación virtual llamada SICAD, brindándole la capacidad de adaptar su plan de enseñanza al perfil actual del estudiante abarcando los aspectos ya mencionados.

II. OBJETIVOS Y ALCANCE

1. *Objetivo General*

Proponer un modelo dinámico del estudiante en cursos virtuales adaptativos, mediante el uso de sistemas multi-agente y otras técnicas de inteligencia artificial.

2. *Objetivos Específicos*

- a) Determinar las características relevantes del estudiante que causan efectos de adaptación en el desarrollo de un curso virtual personalizado.
- b) Definir las técnicas de modelamiento que se adecúen al problema de caracterizar y actualizar el perfil del estudiante.
- c) Definir un modelo del estudiante para cursos virtuales adaptativos y las técnicas de Inteligencia Artificial que permitan su actualización dinámica.
- d) Diseñar un sistema multi-agente que implemente el modelo del estudiante propuesto.
- e) Validar, mediante casos de estudio, el modelo propuesto.

3. *Alcance*

Proponer un modelo dinámico del estudiante, en el cual su actualización automática se hará por medio de la baja fidelidad mediante el uso de técnicas de IA, todo esto enmarcado en un sistema multiagente, que se acoplará a una plataforma de soporte a la de educación virtual, ya implementado llamado SICAD.

III. CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

En este capítulo se presenta el marco teórico en el cual se hará una exposición de los temas relacionados con el objeto de estudio de esta tesis, para continuar con el estado del arte en cuanto a los tópicos directamente relacionados con los objetivos propuestos.

1. *Sistemas Adaptativos*

“¿Cómo podemos mejorar el aprovechamiento de los sistemas informáticos para hacerlos más sencillos de usar y aprender? ¿Cómo podemos lograr que esta interacción sea más efectiva y satisfactoria?” [Girardi 1999]

Antes de definir lo que son los sistemas adaptativos es necesario distinguir claramente entre lo que es “adaptabilidad” y “adaptatividad”, tal como lo define [Girardi 1999].

- Adaptabilidad: Posibilidad de permitir al usuario, modificar los parámetros del sistema para adaptarlo así a su comportamiento.
- Adaptatividad: Capacidad del sistema de adaptarse automáticamente al usuario, basado en suposiciones sobre el mismo.

Los sistemas adaptativos (SA) son sistemas con la capacidad de ajustar su funcionamiento a las metas, tareas, intereses y otras características de los usuarios o grupos de usuarios [Brusilovsky y Maybury 2002].

De acuerdo a lo anterior, la adaptatividad del sistema puede entenderse como la capacidad del sistema para que dinámicamente adecue su conducta a los requerimientos de la interacción usuario-sistema buscando alcanzar unos objetivos instruccionales [Duque et al. 2004].

Según Brusilovsky y Maybury (2002) los sistemas adaptativos se pueden dividir en tres grupos que son:

- Sistemas de información adaptativa: Permite la entrega de información de manera personalizada al usuario, especialmente en los sistemas online.
- Sistemas de filtro adaptativo: ofrece ayuda a los usuarios del sistema para la adquisición de información relevante dentro del océano de información disponible.
- Sistemas Educativos Adaptativos: Son sistemas que ofrecen o imparten conocimiento

de manera personalizada al usuario. Este es el grupo de interés para esta investigación.

La adaptatividad del sistema se puede observar en tres aspectos según [Brusilovsky y Maybury 2002].:

- Navegación: Cuando el usuario navega sobre los ítems seleccionados el sistema puede manipular los links (ocultándolos, ordenándolos, resaltándolos).
- Presentación: Cuando el usuario busca información, el sistema puede seleccionar y priorizar los ítems.
- Contenido: Cuando el usuario obtiene una pagina el sistema puede adaptar su contenido.

Enfocando al dominio del problema de investigación, [Duque 2007] expone la forma en que un sistema adaptativo de educación virtual debe funcionar: *“la tarea de adaptación debe definir, por un lado, los elementos relevantes del perfil del estudiante que determinan la personalización y por otro lado, el dominio del curso debe ser representado de tal forma que pueda ser adaptado según las necesidades de los aprendices, especificando los componentes susceptibles de adaptación, según el enfoque del sistema”*.

Se puede afirmar que la característica principal de los sistemas adaptativos es un modelo explícito del usuario el cual representa el conocimiento, metas, intereses, y otras cualidades que permiten al sistema distinguir entre diferentes usuarios [Brusilovsky y Maybury 2002].

De acuerdo a la definición presentada de los SA se puede concluir que un sistema adaptativo para tener éxito en su labor debe cumplir con las siguientes características, según lo expone [Girardi 1999]:

- Extender y flexibilizar su rango de usuarios, desde el neófito hasta el experto.
- Aumentar la satisfacción del usuario, haciendo mas atractivo la interacción con el sistema.
- Aumentar la productividad.
- Disminuir el tiempo de aprendizaje.
- Superar problemas de los sistemas comunes como el exceso de información y complejidad en los procesos.
- Ocuparse de tareas en vez del usuario.
- Permitir el dialogo entre el usuario y el sistema.
- Presentar información de manera integrada y comprensible.

La arquitectura de un sistema adaptativo puede analizarse según tres modelos distintos, a saber [Brusilovsky y Maybury 2002]:

- Dominio: Modelo que representa el entorno de trabajo del sistema.
- Interacción: Modelo que representa la manera en la cual el usuario se relaciona con el sistema.
- Usuario: Representa todas aquellas características del usuario que puede influir en su concepción del dominio.

De acuerdo a lo anterior el funcionamiento de un SA puede ser esquematizado en la siguiente gráfica: [Brusilovsky y Maybury 2002]

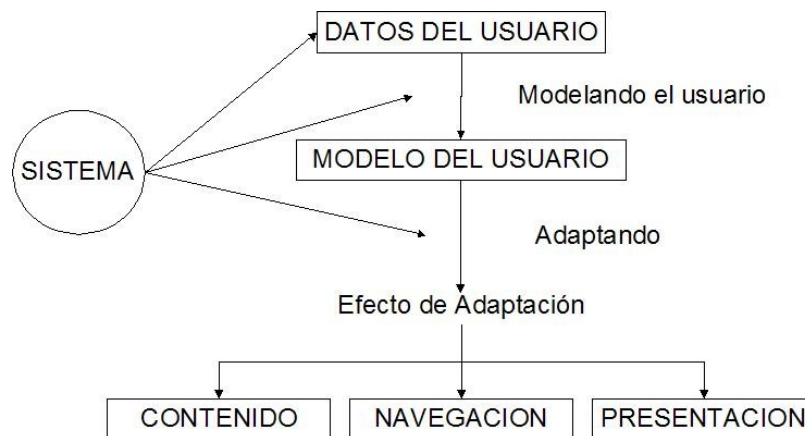


Figura 1. Sistemas adaptativos según Brusilovsky y Maybury

En la Figura 1 se pueden resaltar los componentes del SA que presentan interés para este trabajo de investigación y que determinan los puntos claves para la construcción de un modelo del estudiante:

- Datos del usuario: son todas aquellas características, objetivos, conocimientos y metas que posee el usuario y que son relevantes para el dominio donde se está aplicando.
- Modelo del usuario: representación lógica de todos los datos del usuario, con el fin de tener un modelo fiable del mismo.

Los sistemas adaptativos deben responder a una estrategia de adaptación clara para lo cual [Karagiannidis 1996] plantea que esta debe dar solución a las siguientes preguntas:

- ¿Qué adaptar? (definir los aspectos materia de adaptación), llamados componentes de adaptabilidad.
- ¿Cuándo adaptar? (implica la evaluación de ciertos estados en la interacción), que condicionan la adaptabilidad) llamados determinantes de adaptabilidad.
- ¿Por qué adaptar? (los objetivos del proceso de adaptabilidad), llamados metas de

adaptabilidad; estas son definidas por el diseñador.

- ¿Cómo adaptar? (conjunto de criterios que asignan ciertos componentes del sistema con el propósito de conseguir las metas de adaptabilidad), se conocen como reglas de adaptabilidad.

Para comprender mejor cómo estos sistemas se adaptan al usuario, se deben considerar dos aspectos fundamentales, según lo propone [Girardi 1999]:

- La dinámica, que corresponde a los componentes que pueden ser objeto de adaptación.
- La métrica, usada para diseñar, construir y evaluar los sistemas adaptativos.

La adaptatividad puede realizarse básicamente de dos formas, según [Girardi 1999]:

- Automática: La adaptatividad automática puede dividirse en cognitiva y operativa.
 - La cognitiva trata de emplear los métodos mediante los cuales el ser humano procesa la información.
 - La operativa consiste en detectar y analizar el comportamiento del usuario para predecir acciones futuras y adaptar la plataforma.
- A pedido del usuario: también conocido como adaptatividad colaborativa, implica que el usuario define cuando y qué puede ser adaptable en un sistema. El usuario podría elegir de un conjunto de objetivos generales y el sistema podría sugerirle diferentes formas específicas para lograr el propósito señalado

Entrando en materia de educación virtual, la adaptación hace referencia a los métodos de suministrar personalización al usuario en los sistemas de enseñanza y aprendizaje mediados por computador. Algunas de las estrategias de personalización son: secuencia del currículo, análisis inteligente de las soluciones, soporte interactivo a la solución de problemas, solución de problemas basados en ejemplos, soporte colaborativo adaptativo, presentación adaptativa, soporte adaptativo de navegación, evaluación adaptativa; todo esto ajustado al perfil del estudiante o del grupo de alumnos [Duque, 2006]

2. Inteligencia Artificial en la Educación

Uno de los dominios donde ha tenido gran auge y ha sido objeto de investigación el tema de los SA, es el de la enseñanza, donde se aplican las diversas técnicas de Inteligencia Artificial (IA) para lograr que el estudiante, actuando como usuario del SA, adquiera el conocimiento de una manera personalizada logrando así una mayor efectividad del proceso educativo.

Segun [Urretavizcaya 2001] se pueden observar 2 vertientes del uso de estas técnicas la primera trata de brindar una tutorización guiada al alumno de acuerdo a las estrategias de enseñanza establecida y la segunda brinda una presentación del material educativo al estudiante que le permita adquirir conocimientos a través de sus propias estrategias .

Se observa que la IA está siendo aplicada en beneficio de la adaptatividad del sistema. Por ejemplo:

- Sistemas expertos: pueden ayudar al sistema a actuar como el sabio del dominio impartiendo instrucción sobre el mismo, guiando al usuario en la manera de interactuar.
- Redes neuronales: útiles al momento de clasificar los usuarios de acuerdo a las características de los mismos.
- Algoritmos genéticos: útiles en la clasificación y en la optimización del proceso de enseñanza.
- Razonamiento basado en casos: útil para la creación de estrategias educativas personalizadas al estudiante.
- Planificación inteligente: útil al momento de plantear el posible curriculum a seguir para la consecución de un objetivo.
- Minería de datos: Aunque no es una técnica propia de la IA, es una herramienta basada en estas que resulta útil para la consecución de conocimiento a partir del análisis de los log de eventos de la interacción del usuario y el sistema.

Si la aplicación de las técnicas de la IA pueden ser aplicadas en los SA, ya que intentan imitar el trabajo que hace un experto del dominio al impartir su conocimiento.

3. Sistemas adaptativos en la educación

Como se ha tratado en la sección anterior uno de los campos de mayor desarrollo de los SA es en el ámbito de la educación, con los llamados Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI) y otras plataformas que recogen estos conceptos.

Una de las definiciones más completas acerca de este tipo de plataformas es aquella que nos ofrece [Limonaco y Sison 2006], que dicta:

“Los Sistemas Educativos como lo son los Sistemas tutoriales inteligentes (STI) son programas de computador que proveen una enseñanza personalizada y adaptada acorde a las necesidades, comportamiento y situaciones de aprendizaje del estudiante”.

Los Sistemas Tutoriales Inteligentes, adaptan los currículos de cada curso a cada estudiante, desde la hipótesis que las computadoras son capaces de entender y modelar el aprendizaje en diversos dominios del conocimiento y deducir, a partir de la interacción con el estudiante, la estrategia más apropiada de enseñanza. Ofrecen considerable flexibilidad en la presentación de contenidos y responden a la idiosincrasia y necesidades de los estudiantes; usan su inteligencia para representar las decisiones pedagógicas para la enseñanza. [Duque et al. 2004]

Según [Brusilovsky 1998] los SA en la educación se pueden dividir en tres grupos que son:

- Sistemas de información adaptativa: Permite la entrega de información de manera personalizada al usuario, especialmente en los sistemas online.
- Sistemas de filtro adaptativo: ofrece ayuda a los usuarios del sistema para la adquisición de información relevante dentro del océano de información disponible.
- Sistemas Educativos Adaptativos: Son sistemas que ofrecen o imparten conocimiento de manera adaptada a cada usuario, este es el grupo de los sistemas adaptativos de interés para esta investigación

Un STI cumple con la siguiente arquitectura.

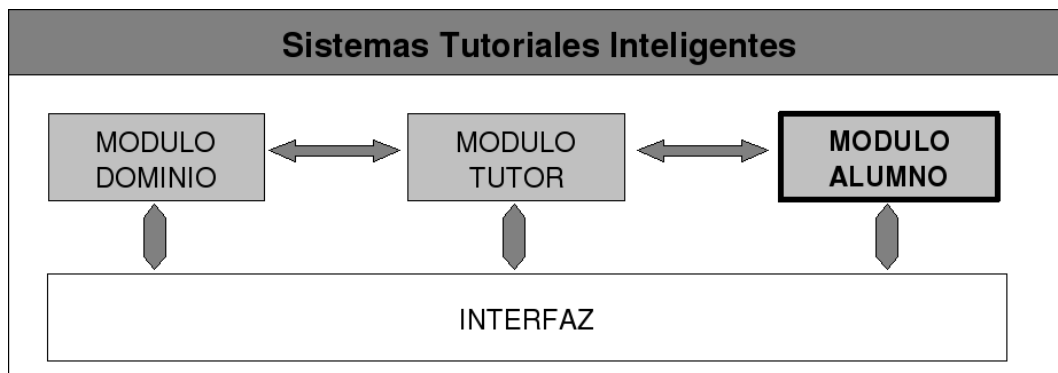


Figura 2. Esquema STI [Carbonell 1970]

- Módulo dominio: Representa todo el conocimiento a impartir dentro del sistema.
- Módulo tutor: Determina que información y de que forma se va a presentar al alumno.
- Módulo Alumno: Representa el estudiante dentro del proceso de enseñanza, es aquí donde se deben representar todas aquellas características propias y externas del educando que puedan llegar a afectar su aprendizaje.

La arquitectura presentada por los STI es tan similar con la planteada para los SA, que en sí, se puede afirmar que los STI son SA, al tener en común el componente principal de un sistema personalizado el cual es su modelo explícito del usuario.

Los requerimientos esenciales de un STI según [Ovalle y Jiménez 2006] son expresados en la siguiente frase: “Los STI realizan evaluaciones, detectan errores, dan sugerencias, ejemplos, plantean simulaciones, recomendaciones al estudiante y constantemente re-planear el modelo de aprendizaje, como lo haría un tutor humano”.

De acuerdo a lo anterior se puede concluir la importancia del modelo del usuario dentro de un SA, y especialmente dentro de una plataforma de educación virtual, en el cual las metas, objetivos y las características del estudiante determinan la forma en que refleja la adaptación.

4. Modelo del alumno

El modelo del alumno en un sistema de educación virtual se puede entender como todas aquellas características del estudiante que son relevantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y la interrelación entre estas.

Estas características pueden ser propias al proceso educativo como son el nivel de comprensión de un tema, los estilos de aprendizaje, aspectos psicológicos y su entorno. Dichas cualidades del alumno relacionadas entre sí forman lo que se llama el modelo del estudiante, lo que permite construir un perfil del alumno que sea acorde a las necesidades del sistema planteado.

Es importante notar que el estudiante, como todo ser humano, está en constante cambio, por ende su perfil debe ser dinámico sus modificaciones deberían causar una adaptación en el sistema. La importancia del modelo de alumno lo expresa Boeira [Boeira, 2001] con la siguiente frase “Los modelos del alumno tradicionales son duramente criticados a causa que su modelamiento es apenas eficiente en dominios limitados, ya que el modelo del estudiante está basado en hipótesis predefinidas que giran en torno de reglas también preestablecidas. Esto quiere decir que esta dependencia al dominio no puede describir o predecir toda la variedad del comportamiento humano”.

5. Estado del arte

Después de haber realizado una síntesis del marco teórico de referencia, se muestra una serie de autores que han trabajado en el tema de ambientes de enseñanza computacionales

y los aportes de estos al modelo de alumno. A continuación se nombrarán algunos sistemas de educación virtual y como han planteado el modelo del estudiante.

- CALAT: (Computer Aided Learning and Authoring environment for Tele-education) sistema tutorial inteligente integrado con un ambiente multimedia distribuido soportado en la Web. Basa su modelo de alumno en el nivel de comprensión presentado por éste durante el desarrollo de los cursos, además lleva un registro de todas las visitas del usuario con el fin realizar un control de la presentación. [Nakabayashi et al. 1996].
- ELM-ART: Sistema tutorial inteligente en la web, diseñado para la programación en LISP. Basa su modelo del estudiante en el registro de las visitas realizadas por el alumno además de su diagnóstico inteligente a las soluciones de los problemas [Weber, Möllenberg 1995].
- PAT: Sistema diseñado para enseñar Álgebra. Su modelo de alumno se basa en el registro de experiencias exitosas y fallidas en los ejercicios planteados por el sistema; basándose en el nivel de comprensión de los temas dejando a un lado las características psicológicas y pedagógicas. [Ritter 97].
- Interbook: Sistema que muestra textos adaptativos al alumno, funcionando como una guía personalizada. Basa su modelo del estudiante en el estado del conocimiento actual que presenta. Al inicio del proceso se diligencia un formulario, el cual traslapa el modelo de un grupo de alumnos con características similares al alumno con el fin de inicializar su modelo [Brusilovsky et al. 1998].
- CLEW: Ambiente de aprendizaje cooperativo para la web, permite la interacción entre los alumnos pudiendo así aprender por la acción recíproca de los estudiantes con diferentes habilidades y cualidades. Aunque no tiene un perfil de estudiante explícito se tiene en cuenta la teoría constructivista para la creación de los cursos virtuales. [Ribeiro et al. 1998]
- AME-A: Sistema Multiagente de Enseñanza – Aprendizaje, basa su modelo de alumno en el perfil sico-pedagógico del aprendiz, su motivación y nivel de conocimiento; la actualización de este modelo se realiza al inicio del curso mediante un cuestionario [D'Amico 1999].
- Eletrotutor: Ambiente distribuido de enseñanza – aprendizaje inteligente basado en una arquitectura multi-agente. Es de resaltar que este sistema da la flexibilidad al alumno para que lo utilice de modo tutor o de modo autónomo. En el primer modo el aplicativo toma el control de la sesión definiendo la secuencias de lecciones, ejemplos y ejercicios mas adecuada, en el segundo modo el alumno esta en total libertad para abordar los temas como a el le parezca [Bica 1999]. Aunque, aquí no se observa un modelo explícito del estudiante se nota la aplicación de la adaptabilidad del sistema por ordenes del usuario.
- MILLENNIUM: Integra los sistemas tutoriales inteligentes con ambientes de aprendizaje colaborativo soportado por computador. Su modelo de alumno se basa en el nivel de comprensión de las unidades básicas de aprendizaje, como valor agregado lleva un histórico de las visitas realizadas por el estudiante con el fin de tener estadísticas del la forma del uso del sistema [Ovalle y Jimenez 2006].

- TANGOW: (Task-based Adaptive learNer Guidance On the Web) plataforma diseñada para la creación de cursos en Internet. Su modelo de alumno se basa en las características propias de la persona como lo son su idioma su edad. Además, toma como referencia las acciones realizadas por el estudiante en el sistema [Carro et al. 2001].
- AHA: (Adaptive Hypermedia Architecture) Sistema que facilita la generación de cursos virtuales en la web. Esta plataforma utiliza lenguajes tradicionales (HTML) y simplemente se le agregan comentarios a maneras de condicionales con el fin de decidir qué contenidos se muestran a los usuarios [Bra y Calvi 1998].
- ARTHUR: Sistema que recopila distintos estilos de enseñanza de diversos instructores sobre el mismo dominio, y los coloca a disposición del estudiante [Gilbert y Han 1999].
- CAMELEON: (Computer Aided Medium for Learning On Network) Sistema de educación virtual. Su modelo de alumno se basa en los distintos estilos de aprendizaje de los estudiantes, que pueden clasificarse en: verbal/visual, razonado/intuitivo, activo/reflexivo y secuencial/global [Laroussi, Ben 1998].
- SICAD: (Sistema Inteligente de Cursos ADaptativos) plataforma de educación virtual que plantea un modelo de usuario basado en el estilo de aprendizaje modelado en 4 dimensiones del alumno que son: visual, auditivo, kinestético, lector/escritor (VARK). Esta clasificación del estudiante en conjunto con el nivel de dificultad deseado es la base para realizar la planificación inteligente del curso. Es de notar que la actualización de este modelo se realiza al inicio del proceso mediante el cuestionario VARK. [Duque 2004].

Otras propuestas reportadas son:

Alessandro Boeira [Boeira 2001] plantea un modelo de alumno ajustado a la web el cual toma como perfil del estudiante su forma de aprendizaje, realizando un acompañamiento constante por todos los pasos del proceso de enseñanza. Para apoyar este perfil también define un sistema de evaluación del mismo el cual se basa en un histórico de las paginas visitadas y otra de evaluación de la lección. Además, este modelo tiene diferentes herramientas para enriquecer este perfil como lo es el cambio de estrategia de enseñanza con el link llamado "NO ENTENDI", ayudas en línea, tips, calculadora, entre otras.

Ricardo Conejo y otros [Conejo et al. 2001] plantean un modelo de alumno basado en el nivel de conocimiento del mismo sobre los conceptos, temas y asignaturas que son los ítems en que se divide el dominio. A este perfil de estudiante se le hace especial énfasis en el diagnóstico del nivel de comprensión, este se realiza por medio de test adaptativos informatizados los cuales toman la técnicas de las redes bayesianas para ser construidos; evaluando no sólo la respuesta si no la forma en que se responde.

Pedro Salcedo Lagos y otros [Salcedo et al. 2002] plantean un sistema de educación virtual

llamado MISTRAL cuyo modelo de alumno se basa en el estilo de aprendizaje que expone David Kolb, y en el nivel de conocimientos que posee. La actualización del modelo se realiza al inicio del proceso mediante un test de preconocimientos y un test de estilos de aprendizaje.

Diane J. Litman [Litman Forbes 2005] en su trabajo de investigación, trata de establecer el estado de animo y la actitud del estudiante evaluando los diálogos entre el alumno y el tutor tomando aspectos como la acústica prosódica y el léxico; clasificando en tres posibles estados al estudiante: negativo, neutral o positivo

El trabajo realizado por Larissa Zaitseva y Cathrine Boule en su investigación titulada "Student Models in Computer-Based Education" [Zaitseva y Boule 2003] en la cual proponen como aspectos que deben ser tenidos en cuenta para que el modelo de estudiante sea eficaz en el proceso de enseñanza y aprendizaje: (1) Nivel de conocimiento, (2) Características psicológicas, (3) Estilo y velocidad de aprendizaje, (4) Desarrollo de tarea, (5) Habilidad de aprendizaje, (6) Nivel de habilidades, (7) Métodos de las estrategias de enseñanza, y (8) Gráfico de Conocimiento. La revisión hecha concluyó que hasta el momento de la investigación los modelos sólo se centraban en el aspecto del nivel de conocimientos, descuidando los otros. Tal como lo muestra la tabla 1 que sintetiza diversos sistemas de educación virtual y/o modelos de estudiante señalando dentro de estos los aspectos del estudiante tenidos en cuenta para su construcción.

System/model	Parameters							
	1	2	3	4	5	6	7	8
HBLE	+							+
OLAE	+							
POLA	+							
ATS	+		+					
Cascade	+	+				+		
Procedural Problem Solving	+			+				
MicroWeb	+							
Eon	+						+	+
FLUTE	+			+	+			+
SMART	+		+			+		
Spiral model	+				+		+	+
KBS Hyperbook System	+	+			+			
IDEAL	+					+		
5 components model	+							+
JTS	+	+			+			+
Web PVT	+				+			

Tabla 1. Sistemas / Modelos vs Aspectos del Estudiante [Zaitseva y Boule 2003]

Es de resaltar que el factor común en estas plataformas de educación virtual es su modelo de alumno basado en el nivel de aprendizaje presentado por el estudiante y de acuerdo a este se decide que contenido presentar. Algunos utilizan ciertas características psicológicas y pedagógicas que son capturadas por medio de un formulario que se diligencia al inicio de su proceso, obteniendo así un modelo estático que no es actualizado durante el desempeño del estudiante. Este proyecto pretende mejorar los modelos del estudiante planteados, incorporando otras características y factores externos que pueden afectar el proceso de aprendizaje, además aplicando técnicas de actualización dinámica.

Entrando en el tema de la actualización dinámica de las características modeladas dentro de un modelo de estudiante, presenta importancia el trabajo de los autores Baker, Corbett y Wagner [Baker et al. 2006] los cuales exponen una revisión de las metodologías usadas para la obtención, actualización y clasificación de los estados de las cualidades de los estudiantes. Estas metodologías son clasificadas en de Alta Fidelidad y Baja Fidelidad. Las metodologías de alta fidelidad se pueden sintetizar en aquellas que usan la observación directa del alumno para obtener el estado de las características modeladas, esta metodología es demasiado costosa en tiempo por su misma complejidad. Por el contrario la baja fidelidad usa datos de

interacción del usuario con el sistema para deducir el estado; aunque las inferencias y deducciones realizadas aquí tienen menor probabilidad de éxito, que en las de alta fidelidad, su bajo costo en tiempo y procesamiento lo hacen una técnica bastante interesante.

La tabla 2 ilustra las diversas formas en que se puede actualizar el modelo.

Súper Fidelidad	Análisis de vídeo aumentado. (Seguimiento de los ojos, fMRI, técnicas relacionadas con la observación directa del comportamiento del usuario)
Alta Fidelidad	Análisis de vídeos en línea. Repetición exacta de vídeos. Repetición exacta de pantallas. Repetición limitada de pantallas.
Baja Fidelidad	Descripción de las acciones por medio de texto.

Tabla 2. Esquemas de Fidelidad [Baker et al. 2006]

De acuerdo a lo anterior, la técnica a utilizar para la actualización y clasificación dinámica del perfil del estudiante se basará en las técnicas de baja fidelidad ya que son viables para un sistema tipo web como el que se plantea en este trabajo.

Esta tesis de maestría pretende llenar el vacío evidenciado, partiendo de la hipótesis que es posible generar un modelo de alumno que se actualice dinámicamente durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, tomando en cuenta características del estudiante ya sean propias o de su entorno; aspectos que los modelos actuales han descuidado.

Con el fin de tener presente las características que posee el alumno y que son susceptibles a ser contempladas en el desarrollo del proyecto de investigación se muestra la figura 3 presentada por [Duque 2007].

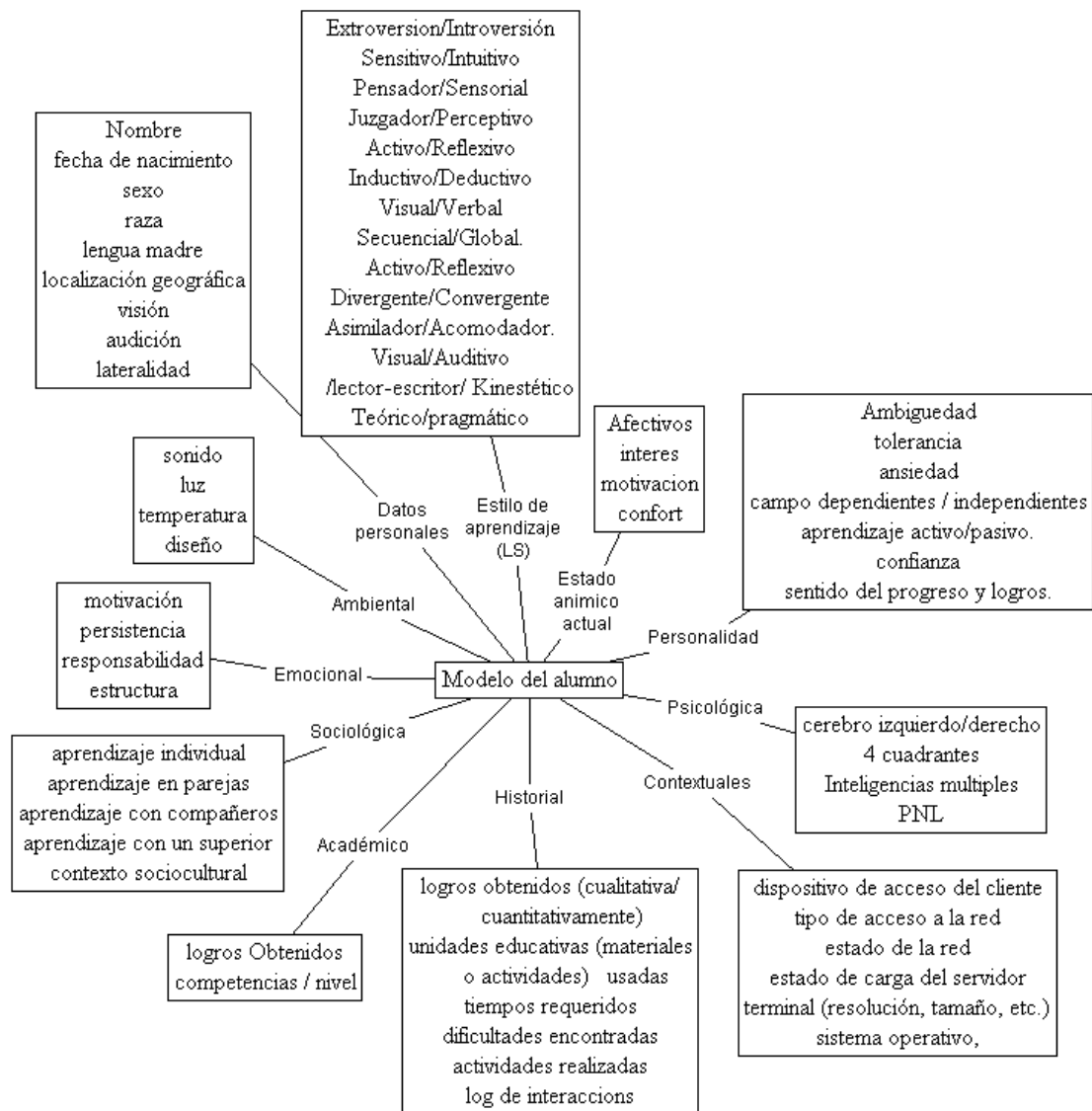


Figura 3. Modelo del Estudiante Completo [Duque 2007].

6. Conclusiones del capítulo

A lo largo del análisis del marco teórico y del estado del arte se puede deducir que el modelo del alumno cobra especial importancia al ser la base para la adaptatividad del sistema, lo que se convierte en una motivación para el desarrollo de este trabajo.

Se observa también una acentuada preferencia a reducir el modelo del estudiante al perfil académico del alumno, y sólo en algunos casos se le agrega algunas variables psicopedagógicas. Lo que sesga la adaptatividad al desempeño académico del estudiante durante el proceso.

Por otro lado los modelos de Alumno, en terminos generales, son estaticos y no reconocen los cambios del estudiante durante el proceso educativo.

Es importante resaltar los trabajos [Zaitseva y Boule 2003] y [Duque 2007] que expresan los aspectos del individuo que se deben tener en cuenta para considerar un modelo de alumno completo; lo que se tomara como guía para la construcción del modelo.

IV. CAPÍTULO 2. MODELO DEL ESTUDIANTE

En este capítulo se tratará los diferentes componentes del modelo del estudiante propuesto.

El modelo del estudiante en un sistema de educación virtual se puede entender como aquellas características del alumno que son relevantes en el proceso educativo, y la interrelación entre éstas.

Para la construcción de un modelo del estudiante se deben tener en cuenta varios aspectos los cuales están especificados en la figura 4.

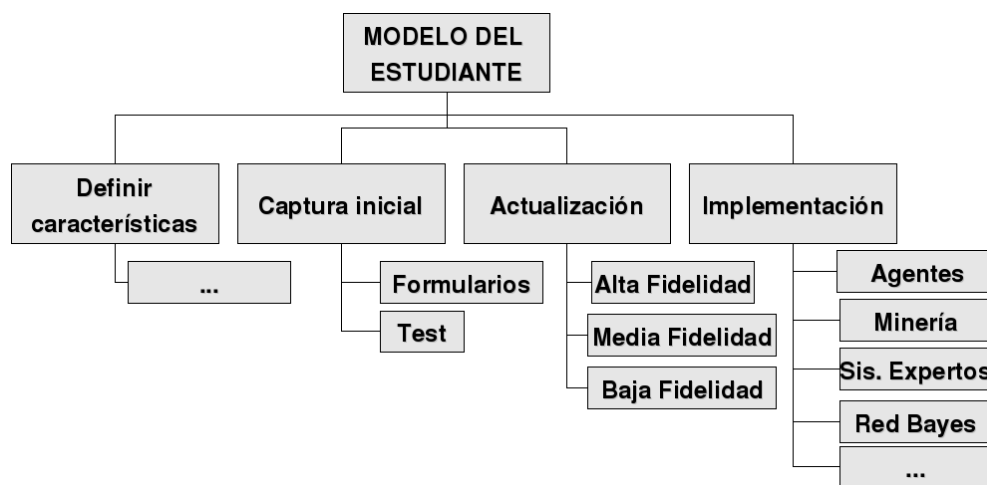


Figura 4. Aspectos a tener en cuenta en la construcción de un modelo del estudiante [Duque 2007]

En consecuencia el proceso de construcción del modelo seguirá la siguiente metodología:

1. Definir las características del estudiante que afecten el proceso de enseñanza.
2. Establecer las técnicas necesarias para realizar la captura inicial de los valores de cada una de las características definidas en el punto anterior.
3. Seleccionar una forma de actualizar dinámicamente los valores de cada una de las características que lo ameriten.
4. Seleccionar las técnicas más adecuadas para implementar el modelo en un sistema de educación virtual adaptativo.

1. Características del estudiante

El modelo planteado a continuación trata de abarcar algunas de las más importantes características o aspectos del ser humano que pueden influir directa o indirectamente en el proceso de aprendizaje de un estudiante, según varios autores. Se ha tomado como punto de partida los 8 aspectos propuestos por [Zaitseva y Boule 2003] los cuales determinan si un modelo es completo y las características propuestas por [Duque 2007] las cuales abarcan todas aquellas fases del individuo involucradas en el proceso educativo.

Tratando de sintetizar y condensar las características se propone el siguiente modelo, el cual no descuida ninguno de los 8 aspectos dados por [Zaitseva y Boule 2003] y tampoco omite fases del estudiante propuestas por [Duque 2007].

El modelo del alumno puede ser esquematizado en la figura 5



Figura 5. Características del modelo propuesto

Cada una de estas características debe ser inicializada (proceso de captura) y actualizada (proceso de actualización) para garantizar un modelo que permita una representación fiable del estado actual del estudiante.

1. Datos personales

Son todos aquellos datos que identifican al alumno y que pueden brindar ciertos aspectos para seleccionar una estrategia de enseñanza. La información contemplada en esta característica es:

- Usuario
- Contraseña
- Nombre Completo
- Fecha Nacimiento
- Sexo
- Lengua Madre
- Localización
- Fotografía

Además de identificar el usuario en la plataforma, es posible utilizar de acuerdo a este tipo de información para adaptar los contenidos con el nombre del alumno, su edad, sexo, país, idioma; con el fin de mantener al alumno motivado e interesado en el curso.

2. Estado Anímico

Uno de los principales aspectos humanos que afectan el proceso de aprendizaje del individuo es el estado anímico, el cual define el grado de motivación que puede tener un alumno con la plataforma de educación virtual, según expone la investigación de [Litman y Forbes 2005].

A continuación se exponen 2 enfoques distintos y a la vez complementarios de como hallar el estado anímico del estudiante de acuerdo a la interacción del usuario con el sistema.

La primera de ellas planteada por [Litman y Forbes 2005] realiza un reconocimiento automático de las emociones y las actitudes del estudiante por medio del análisis de los diálogos humano-humano y humano-computador basados en la acústica/prosódica y el léxico.

De acuerdo a estos autores la identificación del estado anímico o emocional del estudiante puede ser realizada indirectamente a partir de qué y cómo dice sus palabras. Este planteamiento expone que el estudiante se puede clasificar en tres grupos de acuerdo a su estado emocional:

a) Negativo: El estudiante se torna triste, aburrido, inseguro, irritado.

Para identificar este tipo de estado el estudiante presenta acústica y prosódica pausadas y variaciones de energía y tono de su voz.

En este aspecto se pueden identificar frases como el “No se”.

b) Positivo: El estudiante se torna seguro y entusiasta.

Para identificar este tipo de estado el estudiante presenta aumento en el volumen y la velocidad de sus frases.

En esta clasificación se pueden incluir estudiantes que digan la frase “Es”.

c) Neutral: El estudiante no presente ni actitudes negativas ni positivas.

Para identificar este tipo de estado el estudiante presenta un volumen moderado, velocidad y atenuación.

[Litman y Forbes 2005] además propone una transición entre los estados que puede tener un estudiante, esta transición es expuesta en la figura 6:

negative ← neutral → positive

*Figura 6. Transición de estados de animo del estudiante
[Litman, Forbes 2005]*

De acuerdo a la exposición de cada una de las clases y a la transición de estados de la misma se puede concluir que se debe partir de una posición neutral e ir modificando este estado de acuerdo a la interacción entre el alumno y el tutor, pero es importante determinar como debe ser esta transición de estados:

- Neutral a negativo.
- Neutral a positivo.
- Positivo a neutral.
- Negativo a neutral.

Nunca un individuo pasara de estado positivo a negativo o viceversa, siempre pasara por estado neutral.

Dentro de este mismo aspecto se estudió otro trabajo [Conati 2006] el cual crea un modelo de las emociones del usuario durante la interacción con el sistema, y cuyo objetivo principal es el diagnóstico y predicción del estado anímico del estudiante.

Esta técnica de diagnóstico y predicción adopta la OCC (Teoría Cognitiva de las Emociones) la cual expone que las emociones se derivan de la evaluación cognitiva de la situación actual, que consta de los acontecimientos, agentes, y los objetos. El resultado de la evaluación depende de la forma en que la situación se ajusta a los objetivos y preferencias del usuario. Sobre esta base se definen 22 emociones diferentes descritas en términos de su valor y la entidad relacionada.

El esquema de análisis de las emociones de los estudiantes se basa en 2 fases una de diagnóstico y otra de predicción de este mismo estado, para dar más claridad [Conati 2006] expone la siguiente figura 7:

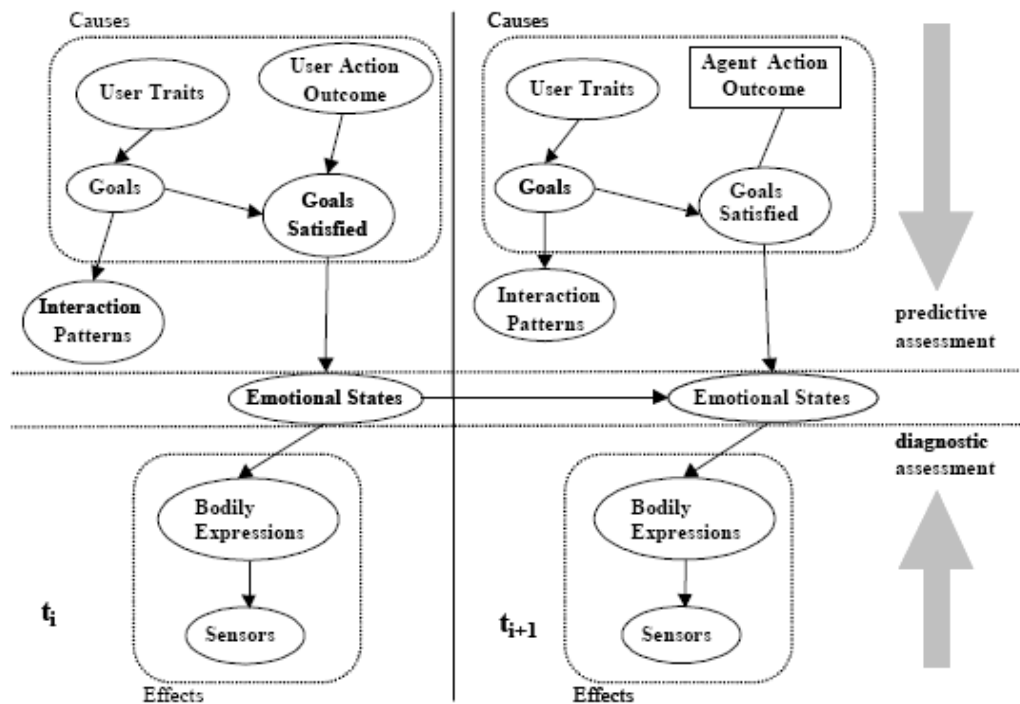


Figura 7. Red Dinámica de Decisión para el modelo Afectivo [Conati 2006]

En esta figura se puede observar como interactúan las dos fases del modelo para hallar el estado emocional del alumno. La fase de diagnóstico se realiza por medio del análisis de expresiones corporales mientras la fase predictiva, fase interesante para este proyecto, es realizada por medio del análisis tanto de aspectos del estudiante como de su interacción con el sistema, o juego educativo, en ese caso. Este modelo además propone que el agente del juego (para el caso del presente trabajo el agente tutor) toma decisiones a aplicar en el juego sobre el estado del estudiante, se observa como el estado actual y las decisiones del agente sobre el estudiante afectan el estado siguiente del alumno.

Con el fin de validar su modelo y ajustar el mismo durante el desarrollo del juego se realizan constantes preguntas a los alumnos, indagando sobre como se sienten con el sistema y como se sienten con las decisiones tomadas por el agente, tal como se muestra en la figura 8. Haciendo notar que este tipo de validación o ajuste se realiza cuando el modelo identifica un cambio en el estado emocional, o también cuando ha permanecido inmóvil durante mucho tiempo.



Figura 8. Preguntas de validación del modelo afectivo de [Conati 2006]

A partir de los 2 modelos mencionados anteriormente se pueden obtener varios aspectos relevantes a tomar en cuenta para la implementación (inicialización y actualización).

- a) La posibilidad de predecir el estado de ánimo del alumno.
- b) Cada alumno tiene su propia forma de expresar sus emociones por lo que el modelo emocional debe estar personalizado a cada estudiante.
- c) Cada vez que el estudiante inicia una sesión se debe inicializar el estado emocional.
- d) El estado anímico del estudiante se puede resumir en tres estados: positivo, neutral o negativo.
- e) El estado emotivo anterior debe tenerse en cuenta para obtener el estado actual.
- f) Aspectos psicológicos y de cumplimiento de objetivos son tenidos en cuenta para determinar el estado emocional del estudiante.
- g) El modelo debe estar constantemente validado indagando al alumno su estado anímico actual y comparar contra el estado obtenido por el modelo y así ajustarse.

3. Contextual

En el contexto se tiene en cuenta todo aquello que tenga que ver con el entorno de trabajo que el estudiante usa para desempeñarse dentro del sistema de educación virtual.

En esta característica se toman datos tales como:

- a) Velocidad de acceso a Internet.
- b) Navegador.
- c) Sistema Operativo.
- d) Dirección IP.

Todo esto con el fin de determinar aquella información que pueda en un momento dado ser incompatible con el sistema operativo o con el navegador utilizado por el alumno. Además, el tipo de información que se le puede brindar al usuario según su velocidad de acceso, para permitir que la carga sea rápida y el estudiante no tenga factores de distracción.

4. Ambiental

En este aspecto se toman todas aquellas características del medio ambiente que rodean actualmente al alumno y que sirve para personalizar aun más el contenido ofrecido al usuario logrando así captar su atención al ofrecerle información que tenga que ver con su actualidad.

En esta característica se trabajan aspectos como:

- a) Clima.
- b) Temperatura.
- c) Ubicación.
- d) Hora.
- e) Día de la semana.

Además dentro de este aspecto se incluyen aspectos de visualización del sistema como colores, tamaño y tipo de letra, características de adaptabilidad del sistema para adecuarlo a las preferencias del usuario.

5. Estilos de Aprendizaje

El soporte a la enseñanza y aprendizaje de calidad ha sido uno de los aspectos críticos a tener en cuenta en la educación virtual. En estos escenarios de aprendizaje, interesa la sensibilidad que pueda tener el estudiante (representada de una u otra forma en su estilo de aprendizaje) frente a los materiales educativos promovidos por sus autores. [Peña et al. 2002]

Los investigadores [Figueroa et al. 2007] dan la siguiente definición de los estilos de aprendizaje:

“Se entiende por estilo de aprendizaje al modo en el que un individuo aprende, que se

refleja en sus diferentes habilidades, intereses, debilidades y fortalezas académicas.”

Afirmando también que:

“los estilos de aprendizaje inciden en el rendimiento académico y los estilos de aprendizaje son diferentes para todos alumnos”

Para especificar los estilos de aprendizaje se han planteado varios modelos entre los cuales se pueden resaltar, los expuestos en la tabla 3:

Modelo	Autor	Clasificación Estilos	Ref
Myers-Briggs Type Indicator (MBTI).	Myers , I.B. y McCaulley M.H	Extroversión/Introversión, Sensitivo/Intuitivo, Pensador/Sensorial, Juzgador/Perceptivo	[Myers 1986]
FSLSM (Felder and Silverman LS Model)	Felder y Silverman	Activo/Reflexivo, Sensitivo/Intuitivo, Inductivo/Deductivo, Visual/Verbal, and Secuencial/Global.	[Felder 1996]
ILS Felder/Soloman	Richard Felder and Barbara Soloman	Activo/Reflexivo, Sensitivo/Intuitivo, Visual/Verbal, Secuencial/Global.	[Felder y Soloman]
Kolb/McCarthy	David Kolb	Divergente, Convergente, Asimilador, Acomodador.	[Kolb 1984]
Alva Learning Systems	Laura Summers	Visual, Kinestético, Auditivo	[Summers 2000]
VARC	Neil Fleming	Visual, Auditivo, lector/escritor, Kinestético	[Fleming 2001]
Money/Mumford	Honey/ Mumford Honey/Alonso CHAEA	Activo, reflexivo, teórico, pragmático	[Honey 2000] [Honey y Alonso]

Tabla 3. Algunos Modelos de clasificación de estilos de aprendizaje. [Duque 2005]

Dentro de los modelos planteados es importante detenerse en el de Felder y Silverman el cual, es basado en los diferentes rasgos del ser que determinando la forma en que los estudiantes aprenden y siendo mas completo que los demas, lo que es un motivante esencial, ya que cada uno de los grupos descritos a continuación nos permite la creación de material educativo ajustado al estilo del estudiante.

Los grupos para clasificar un estudiante son los siguientes según [Felder, 2004]:

- Sensitivos – intuitivos
 - Sensitivos: concretos, prácticos, orientados hacia los hechos y los procedimientos.

- Intuitivos: conceptuales, innovadores, orientados hacia las teorías.
- Visuales – Verbales
 - Visuales: prefieren la presentación visual del material tal como películas, cuadros, o diagramas de flujo.
 - Verbales: prefieren las explicaciones escritas o habladas.
- Inductivos – Deductivos
 - Inductivos: prefieren la información que va desde lo específico hacia lo general.
 - Deductivos: prefieren la información que viene desde lo general hacia lo específico.
- Activos – Reflexivos
 - Activos: Aprenden manipulando las cosas y trabajando con otros.
 - Reflexivos: Aprenden pensando acerca de las cosas y trabajando solos.
- Secuenciales – Globales
 - Secuenciales: Aprenden poco a poco en forma ordenada.
 - Globales: Aprenden de forma holística.

Un mismo estudiante puede presentar varias características por lo que el docente debería ser capaz de adaptar su estilo de enseñanza a los estilos de aprendizaje de tal forma que no afecte negativamente el rendimiento del mismo o su actitud frente a los contenidos [Felder, 2004].

Con el fin de determinar que tipo de plan instruccional tomar a partir del estilo de aprendizaje, [Peña et al 2002] plantean en las siguientes tablas, que tipo de estrategia instruccional, material, formato y herramientas de navegación deben ser usadas por cada tipo de alumno.

- Estrategia instruccional.

	Objetivos	Casos de estudio	Lecturas	Núcleos de conocimiento	Mapas conceptuales	Síntesis
Global	√					√
Secuencial					√	
Verbal	√		√		√	
Visual		√			√	√
Activo				√		
Reflexivo	√	√	√		√	
Sensitivo		√			√	
Intuitivo	√				√	

Tabla 4. Estrategia instruccional por estilos de aprendizaje [Peña et al. 2002]

- Materiales instruccionales complementarios y elementos de interactividad y de evaluación.

	Ejemplos	Animaciones	Simulaciones	Gráfico interactivo	Glosarios	Ejercicios de autoevaluación	Ejercicios de respuesta abierta
Global	√			√	√	√	√
Secuencial	√	√	√	√	√	√	√
Verbal	√				√	√	√
Visual	√	√	√	√		√	
Activo	√		√			√	√
Reflexivo	√	√	√	√	√	√	√
Sensitivo			√	√			√
Intuitivo	√	√	√	√	√	√	√

Tabla 5. Material instruccional por estilos de aprendizaje [Peña et al. 2002]

- Formato del material.

	Diapositivas		Media clips			Texto lineal
	Texto	Multimedia	Gráficos	Video digital	Audio	
Global			√	√		
Secuencial	√	√		√	√	√
Verbal	√				√	√
Visual		√	√	√		
Activo						√
Reflexivo		√	√	√		√
Sensitivo		√	√	√	√	√
Intuitivo	√	√	√	√	√	√

Tabla 6. Formato del material por estilos de aprendizaje [Peña et al. 2002]

- Herramientas de navegación.

	Puntuales			Estructurales		Para el trabajo colaborativo		
	Flechas (avanzar y retroceder)	Impresiones	Ayuda en línea	Mapas de visión general	Filtros	Chat	Forum	Correo electrónico
Global				√	√	√	√	√
Secuencial	√	√	√			√	√	√
Verbal	√	√	√	√	√	√	√	√
Visual	√	√	√	√	√	√	√	√
Activo	√	√		√	√	√	√	√
Reflexivo	√	√	√	√	√			√
Sensitivo	√	√	√	√	√	√	√	√
Intuitivo	√	√	√	√	√	√	√	√

Tabla 7. Navegación por estilos de aprendizaje [Peña et al. 2002]

A partir de lo anterior y al demostrarse que el modelo propuesto por Felder es lo suficientemente robusto, expresando claridad para desarrollar estrategias de adaptación en la plataforma, se optó como el modelo base para este trabajo.

6. Personalidad

[Fierro 1990] define la personalidad como: *“conjunto de fenómenos, procesos y sistemas de diferente naturaleza, aunque relacionados entre sí y que se polarizan alrededor de los siguientes focos: las diferencias individuales que se manifiestan en el modo distinto, específico y diferenciado, con que las diferentes personas reaccionan ante iguales o parecidas situaciones; el hecho, complementario del anterior, de que a lo largo del tiempo, en distintos momentos y también en situaciones diferentes, las personas muestran algún grado de estabilidad, consistencia y regularidad en su comportamiento; el carácter activo, intrínsecamente activado y no sólo reactivo frente a los estímulos y demandas del exterior al sujeto humano, que constituye un principio de acción y de interacción con el entorno y no un mero sistema de reacción frente a éste; el sistema del "sí mismo", de los comportamientos y procesos referidos a uno mismo (auto percepción, autoestima, autoconocimiento, autorregulación); la presentación social de sí mismo y la interacción con otras personas y con las regulaciones colectivas de una sociedad.”*

[Moreno y Quiñones 2009] expresan la estrecha relación entre los procesos de aprendizaje y la personalidad con la siguiente afirmación: *“Las diferencias en cuanto a diversidad, variabilidad y potencialidad motivacional están determinadas por el modo en que en la personalidad de cada estudiante se establecen las relaciones entre las expresiones de contenido y dinámica con que se manifiestan los indicadores del funcionamiento y desarrollo de su motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que pueden caracterizarse por sus expresiones comportamentales.”*

Para establecer el perfil de la personalidad del estudiante, se indagó en varias teorías psicológicas que describen la personalidad encontrando dos que tienen fundamentos teóricos y son posibles de llevar a un test fácilmente interpretable por un programa de computador.

Estas dos teorías son:

- La propuesta por Hans Eysenck el cual expone que la personalidad está compuesta por 3 dimensiones Neuroticismo, Extraversión-introversión, Psicoticismo [Eysenk 1991].
- La propuesta por Myers y Briggs expone que la personalidad se divide en 5 dimensiones las cuales son: Extroversión, Afabilidad, Rectitud, Estabilidad Emocional, Apertura a la Experiencia [Myers McCaulley 1986].

Analizando y evaluando cada uno de los modelos se decidió utilizar el propuesto por Eysenck ya que muestra mayor simplicidad y de fácil implementación factores determinantes ha tener en cuenta por la construcción del modelo del estudiante.

La teoría de Eysenck está basada principalmente en la psicología y la genética. Aunque este autor es un conductista que considera a los hábitos aprendidos como algo de gran importancia, considera que nuestras diferencias en las personalidades surgen de nuestra herencia. Por tanto, está primariamente interesado en lo que usualmente se le conoce como temperamento. A continuación se exponen cada una de las 3 dimensiones [Montaña et al. 2002]:

- **Introversión – Extroversión**

Un sujeto introvertido (neurótico) muestra tendencia a desarrollar síntomas de ansiedad y depresión, que están caracterizados por tendencias obsesivas, irritabilidad, apatía y que sufren de labilidad del sistema autónomo. Sus sentimientos son fáciles de herir, son nerviosos, con sentimientos de inferioridad, presentan cambios de humor, son retraídos en situaciones sociales y sufren de insomnio. Su inteligencia es relativamente alta, su nivel de vocabulario excelente, tienden a ser persistentes, precisos en sus realizaciones y más bien lentos, siendo su nivel de aspiración desmesuradamente alto y subestiman sus realizaciones. En comparación, el sujeto extrovertido muestra tendencia a desarrollar síntomas de conversión histérica, y en general, actitudes de éste tipo en su comportamiento. Tienen escasa energía y pocos intereses, antecedentes laborales inadecuados y son hipocondríacos. Son propensos a tener accidentes, a faltar al trabajo por enfermedad, y a estar tristes y con dolores. Su inteligencia es comparativamente baja, su vocabulario pobre, muestran una falta de persistencia externa y tienden a dar respuestas rápidas pero imprecisas. Su nivel de aspiración es bajo y tienden a sobre-estimar sus realizaciones.

- **Neuroticismo (N) o Emocionabilidad**

Este factor había sido ya apuntado por varios autores, aunque con nombres muy diferentes. Para Eysenck, este factor va desde un polo, al que él llama neuroticismo, al polo opuesto de normalidad o control. Se puede indicar que el sujeto neurótico es una persona con deficiencias corporales y mentales, se encuentra por debajo de la media en inteligencia, en control emocional, en agudeza sensorial y en capacidad de actuar por sí mismo. Es sugestionable, le falta persistencia, es lento en pensamiento y acción, asocial y con tendencia a la evitación. Eysenck afirma que, así como teóricamente aceptamos que hay cierta evidencia en apoyo de la existencia de un factor general de inteligencia “g”, en la esfera cognitiva, puede considerarse al neuroticismo como el factor general en la esfera emotiva y a la extroversión el factor general de la esfera afectiva. Este factor abarca el ordenamiento de los sujetos desde los niveles más elevados de emotividad, (polo de neuroticismo) hasta los niveles más bajos de reactividad emotiva (polo de estabilidad o control). El neuroticismo o vulnerabilidad para la neurosis según Eysenck , implica una tolerancia baja para

las situaciones de estrés, sea físico o psicológico. De acuerdo con esto, las puntuaciones altas en neuroticismo son indicadores de inestabilidad emocional y sobreactividad. Los sujetos que puntúan alto en este factor tienden a reaccionar emocionalmente de manera exagerada y a tener dificultades para volver al estado normal después de haber dado estas respuestas emocionales. Estos sujetos suelen quejarse de molestias somáticas tales como jaquecas, trastornos digestivos, insomnio, dolores de espalda, así como de preocupaciones, ansiedad y otras sensaciones emocionales desagradables.

- Psicoticismo (P) o Dureza

Esta dimensión parece que tiene una fuerte base genética y está presente en el rango normal de manifestaciones de la personalidad, es medible a partir de los rasgos comportamentales de los sujetos, más que a partir de los síntomas psiquiátricos. Las características de los sujetos con puntuaciones altas en este factor, son el ser aislados, problemáticos, crueles, faltos de sentimientos y empatía, hostiles con los demás y prefieren cosas extrañas y poco usuales. Suelen correlacionar positivamente con medidas de rasgos como inmadurez, irresponsabilidad, oposición a la autoridad, independencia, dificultad para aceptar las normas, etc. Tienden a ser sujetos poco cooperativos, con dificultad para mantener la atención y manifiestan un alto grado de creatividad u originalidad definido por lo inusual de las respuestas asociativas que presentan. En cuanto a los valores, tienden a subvalorar a las otras personas y son especialmente autoritarios. Sus intereses se dirigen a actividades sexuales no personalizadas, deportes extremos, teniendo poco atractivo para ellos los aspectos culturales y educacionales; sus producciones y preferencias artísticas son extravagantes.

Cada uno de estos rasgos de la personalidad puede llegar a convertirse en grandes potenciadores o en implacables obstáculos para el proceso de aprendizaje del alumno.

Es importante recalcar que este aspecto combinándose con demás factores del ser según [Conati 2006] es de gran utilidad para predecir y deducir el estado anímico de un individuo, en cierto momento.

7. Aspecto Académico

Dentro del aspecto académico se debe dejar claro cómo está estructurada la estrategia de enseñanza dentro del sistema que validará el modelo dinámico del estudiante.

La plataforma virtual propuesta, SICAD+, posee una estructura jerárquica. Está compuesta por:

- Curso (C): Dominio sobre el cual se instruye al estudiante, el puede dividirse en:

- Temas.
- Lecciones.
- **Objetivos Educativos (OE):** Son conocidos también como objetivos instruccionales, objetivos pedagógicos y muchas más denominaciones y los define [Lizcano 1989] como enunciados que describen, en términos de conducta observable, los resultados que se esperan obtener a través del proceso de enseñanza-aprendizaje [Duque 2005].

Estos objetivos también poseen una estructura jerárquica interna la cual determina entre los objetivos generales descendiendo en el escalafón hasta los más específicos de cada curso, es importante resaltar que esta jerarquía es de múltiples niveles.

- **Unidades Educativas o materiales de enseñanza (UE):** Los materiales que apoyan el proceso para cumplir los objetivos educativos, estos materiales son de origen multimedia y en realidad las UE son los átomos susceptibles de adaptación dentro del sistema de educación virtual. La UE además de su contenido normal debe tener una serie de meta-datos que permitan la personalización de acuerdo con el modelo del estudiante planteado.

Dentro de estas UE se pueden tener:

- Páginas HTML.
- Simulaciones.
- Animaciones SWF.
- Archivos en PDF.
- Ejemplos.
- Evaluaciones.
- Entre otros contenidos multimedia que permita impartir conocimiento.

Con el fin de dar mas claridad acerca del esquema y estrategia de enseñanza del sistema SICAD en su aspecto académico. Se muestra la estructura jerarquica en la figura 9.

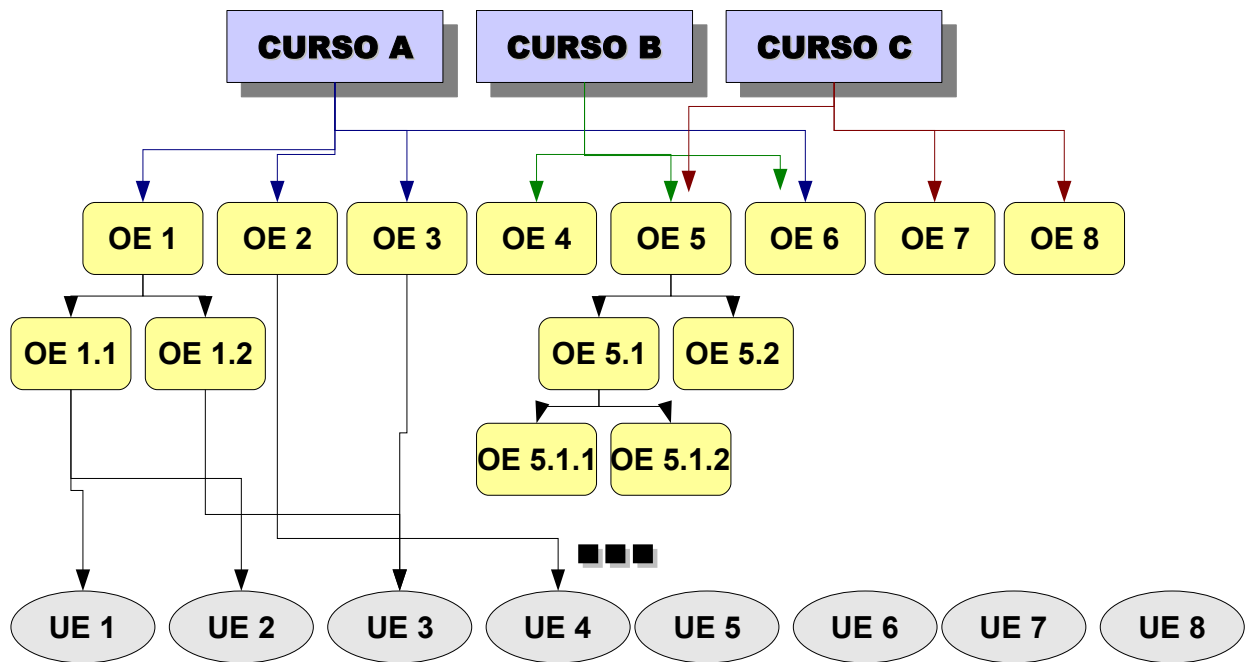


Figura 9. Esquema de los cursos para SICAD+

A partir de esto el aspecto académico del modelo del estudiante deberá almacenar los siguientes ítems con el fin de garantizar la no repetición de logros o objetivos ya obtenidos, buscando cautivar la atención del usuario.

Ésta característica del estudiante cumple la tarea de llevar un histórico completo de la interacción del alumno con el sistema, además de poseer el estado actual de conocimiento del tema..

Por consiguiente el aspecto académico del modelo del estudiante almacenará la siguiente información.

- Listado de UE visitadas para obtener un OE.
- Listado de OE superados.
- Listado de OE perdidos.
- Tiempo utilizado en el desarrollo de la UE.
- UE que el usuario haya clasificado como imposibles de entender.
- UE utilizadas para lograr un OE.

8. Aspectos Psicológicos

Para el perfil psicológico del estudiante se ha acogido la teoría de las inteligencias múltiples propuesta por [Gardner 95] la cual expone que la inteligencia no debe ser

vista como algo unitario, que agrupa diferentes capacidades específicas con distinto nivel de generalidad, sino como un conjunto de inteligencias múltiples, distintas e independientes. Gardner define la inteligencia como la *"capacidad de resolver problemas o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas"*.

Es de resaltar los dos grandes postulados de la teoría de Gardner los cuales dictan que:

- La brillantez académica no es un sinónimo de inteligencia sino que cada campo de la vida utiliza un tipo de inteligencia distinto. No mejor ni peor, pero sí distinto. Dicho de otro modo, Einstein no es más ni menos inteligente que Michael Jordan, simplemente sus inteligencias pertenecen a campos diferentes.
- La inteligencia es una capacidad y no algo innato e inamovible.

Definir la inteligencia como una capacidad la convierte en una destreza que se puede desarrollar. Gardner no niega el componente genético, pero sostiene que esas potencialidades se van a desarrollar de una u otra manera dependiendo del medio ambiente, las experiencias vividas, la educación recibida, etc.

Los tipos de inteligencia propuestos por esta teoría son, según [Gardner 95]:

- a) Inteligencia lingüística: La que tienen los escritores, los poetas, los buenos redactores. Utiliza ambos hemisferios.
- b) Inteligencia lógica-matemática: la que se utiliza para resolver problemas de lógica y matemáticas. Es la inteligencia que tienen los científicos. Se corresponde con el modo de pensamiento del hemisferio lógico y con lo que la cultura occidental ha considerado siempre como la única inteligencia.
- c) Inteligencia espacial: consiste en formar un modelo mental del mundo en tres dimensiones; es la inteligencia que tienen los marineros, los pilotos, los ingenieros, los cirujanos, los escultores, los arquitectos o los decoradores.
- d) Inteligencia musical: es aquella que permite desenvolverse adecuadamente a cantantes, compositores, músicos y bailarines.
- e) Inteligencia corporal-cinestésica: o la capacidad de utilizar el propio cuerpo para realizar actividades o resolver problemas. Es la inteligencia de los deportistas, los artesanos, los cirujanos y los bailarines.
- f) Inteligencia intrapersonal: es la que permite entenderse a sí mismo. No está asociada a ninguna actividad concreta.
- g) Inteligencia interpersonal: la que permite entender a los demás; se la suele encontrar en los buenos vendedores, políticos, profesores o terapeutas.
- h) Inteligencia naturalista: la utilizada cuando se observa y estudia la naturaleza, con el motivo de saber organizar, clasificar y ordenar. Es la que demuestran los biólogos o los herbolarios.

Según esta teoría, todos los seres humanos poseen las ocho inteligencias en mayor o menor medida. Se enfatiza el hecho de que todas las inteligencias son igualmente importantes y deben ser estimuladas todas por igual con el fin de llevar al estudiante a ser un SER integro e inteligente en todos los campos de la vida.

Para Gardner es evidente que, sabiendo lo que se sabe sobre estilos de aprendizaje, tipos de inteligencia y estilos de enseñanza, es absurdo que se siga insistiendo en que todos los alumnos aprendan de la misma manera. La misma materia se podría presentar de formas muy diversas que permitan al alumno asimilarla partiendo de sus capacidades y aprovechando sus puntos fuertes. Además, tendría que plantearse si una educación centrada en sólo dos tipos de inteligencia es la más adecuada para preparar a los alumnos para vivir en un mundo cada vez más complejo. Lo que refuerza aun mas el objetivo de este trabajo buscando una personalización cada vez mas fuerte de la enseñanza al estado actual del estudiante.

2. Conclusiones del capitulo

En este capitulo se esbozó a grandes rasgos los componentes del modelo estudiante realizando un barrido por la mayoría de aspectos propios y externos al ser que de una u otra forma pueden afectar el proceso de aprendizaje del estudiante.

Además se propone el proceso de construcción del modelo, que puede ser aplicado en cualquier tipo de plataforma.

Es importante notar como algunos aspectos muestran cierta correlación entre si, relaciones de asociación y dependencia de unos con otros lo que demuestra la consistencia del modelo y la interrelación de los diferentes características del estudiante.

V. CAPÍTULO 3. INICIALIZACIÓN DE LOS ASPECTOS DEL MODELO

En este capítulo se plasma la forma como cada uno de los aspectos del modelo de estudiante propuesto son inicializados, se enunciarán y mostrarán los test a trabajar, además, se expone momento en que debe ocurrir, los pasos de este proceso.

A continuación se hace un recorrido por cada uno de los aspectos del estudiante, centrándose en la forma en que tomaran valor por primera vez.

1. *Datos personales*

En esta parte del perfil se tomaran en cuenta las variables enunciadas por el capítulo anterior.

La forma de captura de dichos valores se realiza por medio del diligenciamiento por parte del estudiante de un formulario con cada variable.

El proceso de captura inicial se realizara al momento en que el estudiante se este registrando en la plataforma. Se le brinda la posibilidad de modificar posteriormente dichos datos.

Para dar claridad en cada variable se enuncian a continuación:

- Usuario: este se captura por medio de un cuadro de texto. Este campo será tomado como *login* de entrada al aplicativo.
- Contraseña: esta campo se captura por medio de un cuadro de texto que no muestre los caracteres digitados. Este campo será utilizado para a la autenticación del usuario ante la plataforma.
- Nombre completo: se capturara por medio de un cuadro de texto. Este campo será utilizado para hacer los mensajes y el contenido hacia el usuario mucho mas personalizado.
- Fecha de Nacimiento: en este campo no se indagara sobre la edad, ya que esta variable esta en constante actualización por lo que se utilizará la fecha de nacimiento y el modelo calculara automáticamente la edad actual del estudiante. Esta captura se realizara por medio de un calendario para que sea mas amigable al usuario.
- Sexo: por medio de una caja de selección el sistema indagará al estudiante si es de genero masculino o femenino.
- Lengua madre: por medio de una caja de selección el sistema permite al estudiante seleccionar su idioma para adaptar la interfaz a ello.
- Localización: en esta variable se indaga al estudiante sobre su lugar de ubicación, preguntando por medio de cuadros de selección sobre el siguiente

esquema:

País → Estado/Provincia/Departamento → Ciudad/Municipio

- Fotografía: Se solicitara al estudiante cargue una imagen suya reciente suya a la plataforma, este campo, igual que algunos de los anteriores, servirá para hacer mucho mas personalizado el proceso de aprendizaje.

2. *Estado Anímico*

En el estado anímico del estudiante se trabajara el esquema expuesto [Litman y Forbes 2005] contiene 3 valores el negativo, neutral y positivo, variando dentro de estos 3 estados durante cada sesión del estudiante.

De acuerdo a lo anterior, se puede tomar como punto de partida para el estado anímico del estudiante el valor de NEUTRAL, ya que por lo menos se puede deducir la voluntad del estudiante por ingresar al sistema.

3. *Contexto*

Cada vez que los usuarios inicien sesión con el aplicativo se realizará un análisis de la petición HTTP realizada desde el navegador cliente hacia el servidor.

Por medio del análisis de la petición HTTP se puede obtener la siguiente información:

- Dirección IP origen y deducción de la ubicación.
- Navegador utilizado.
- Sistema operativo del cliente.

A partir de estos datos se calculara la velocidad de acceso a Internet clasificándola en alguno de estos grupos, los que pueden determinar que tipo de información ofrecer al usuario de a cuerdo a su velocidad de acceso. Esta información fue adquirida a partir de criterios establecidos por el proveedor de servicios de internet UNE:

- 56 a 100 Kbps:
 - Texto.
 - Imágenes.
 - Chat.
 - Correo.
- 100 a 300 Kbps:

- Música.
- Videos.
- 300 a 600 Kbps:
 - Juegos.
 - Videos en linea.
- 600 o mas Kbps:
 - Películas.
 - Video conferencias.

4. *Ambiental*

Este aspecto se compone por dos ítems. El primero de ellos es el referente a la adaptabilidad del sistema a las preferencias del usuario, permitiendo la modificación de los siguientes valores:

- Tamaño de la letra.
- Estilo de letra.
- Color de letra.
- Colores de la plataforma.

Estos valores serán inicializados con valores por defecto los cuales el usuario podrá modificar en cualquier momento del proceso educativo.

El segundo ítem es el referente al medio ambiente que rodea el estudiante. Se usara el mismo análisis de la petición HTTP y por medio de la dirección IP obtenida por este proceso se pueden adquirir las siguientes variables:

- Clima.
- Temperatura.
- Ubicación.

Además, también se calculan los siguientes datos complementando los anteriores como lo son:

- Día de la semana.
- Hora del día.

Esta inicialización se realiza al ingreso de cada sesión del usuario, la obtención del clima, temperatura y ubicación se realiza por medio del análisis de la dirección IP y consultando servidores en Internet especializados sobre el tema.

Dentro de la plataforma de enseñanza se crearan una serie de agentes los cuales estarán encargados a partir del análisis de la petición HTTP de adquirir esta información tal cual como se esquematiza en la siguiente figura:

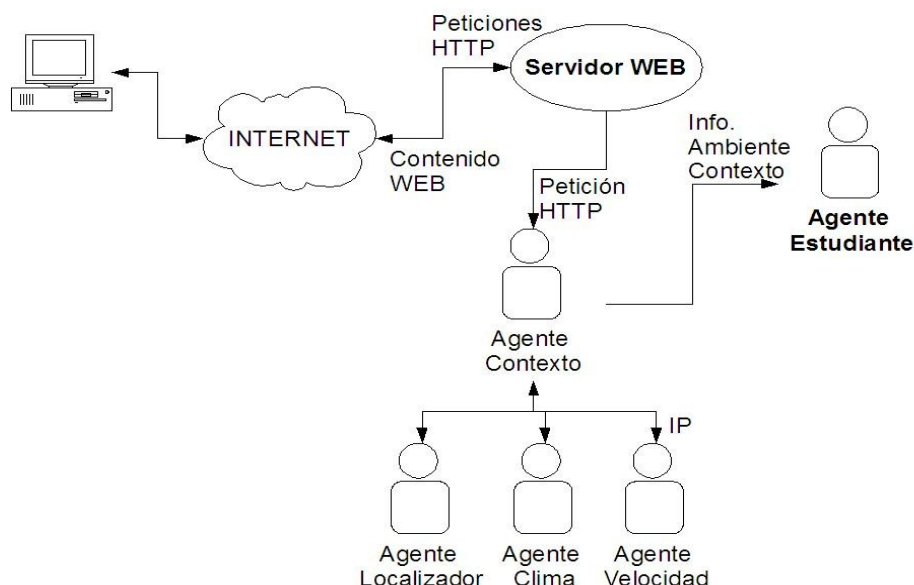


Figura 10. Esquema adquisición datos contexto y ambiente

5. Estilos de Aprendizaje

La inicialización de los estilos de aprendizaje del alumno se llevará a cabo al momento del registro en la plataforma, por medio del test el cual consta de 44 preguntas cuyas respuestas están planteadas en un esquema de selección múltiple y analizando dichas respuestas se puede generar el modelo dicotómico expuesto por [Felder, 2004].

El Índice de los Estilos de Aprendizaje, ILS por sus siglas en inglés (Index of Learning Styles) de Felder y Silverman está diseñado a partir de cuatro escalas bipolares relacionadas con las preferencias para los estilos de aprendizaje, que son: Activo-Reflexivo, Sensorial-Intuitivo, Visual-Verbal y Secuencial-Global.

Es de acalarar que esta propuesta permite que se apliquen otros modelos de estilos de aprendizaje como VARK u otros o la combinación de los mismos.

El Test completo se puede Observar en al Anexo A.

6. *Personalidad*

En el tema de personalidad y como se expuso en el capítulo anterior se apoyara en la teoría propuesta por Eysenck, para lo cual la inicialización de este aspecto del estudiante se realizara por medio de un sencillo test el cual clasifica al alumno en: introvertido o extrovertido, neurotico o emotivo y psicoticismo o duro.

La inicialización se realizara al momento del registro del usuario en el sistema.

Este test se compone de 15 preguntas calificando cada una de estas preguntas de 1 a 5, siendo cinco mucho y 1 nunca. [Boeree 2007].

El test completo se puede ver en el ANEXO B.

7. *Aspecto Académico*

El aspecto académico del estudiante se inicializará vacío y a medida que el estudiante se vaya desempeñando en el sistema se irán almacenando todos los objetivos alcanzados, aquellos reprobados, además, de las unidades educativas visitadas y aquellas descartadas.

Teniendo en cuenta que este modelo es genérico y podrá ser adaptado a cualquier plataforma de educación virtual se deja abierta la posibilidad de inicializar el aspecto académico con los objetivos educacionales que el alumno haya superado con anterioridad al registro en el sistema, esto, siempre y cuando el modulo evaluador permita y evalúe objetivos que el estudiante afirme conocer, mediante una prueba de entrada.

8. *Aspectos Psicológicos*

Como se expuso en el capítulo anterior en este aspecto del estudiante se toma como punto de referencia la teoría de las inteligencias múltiples para la cual su inicialización se realizara por medio de un test, el cual se tomara como punto de partida del valor o estado de cada una de las inteligencias del individuo, asignándole la tarea de su incremento o decremento a la fase de actualización. Este aspecto será inicializado en el momento del registro del usuario en el sistema.

Para la inicializacon de esta característica se ha tomado un test de inteligencias

múltiples tomado de [Chislett 2006]. El test completo se puede ver en el ANEXO C.

9. Conclusiones del capítulo

Se abarcó la totalidad de aspectos del estudiante propuesto, exponiendo la forma en que se inicializará el estado de cada uno de ellos.

Se observa como se mezclan diferentes ramas del conocimiento en cada uno de estos aspectos para evaluar y diagnosticar el estado de cada uno.

Se evidencia también la viabilidad técnica de la implementación de los distintos test y formas de hallar el estado de cada uno de los aspectos del estudiante.

VI. CAPITULO 4. ACTUALIZACIÓN DE LOS ASPECTOS DEL MODELO

En el presente capítulo se tratan las diferentes formas en que cada uno de los aspectos serán actualizados durante el proceso de enseñanza aprendizaje.

Por cada uno de los aspectos tenidos en cuenta por el modelo del estudiante plasmará la forma en que las características pueden ser actualizadas durante el proceso de aprendizaje.

Dentro del análisis realizado para la actualización dinámica de las características del estudiante se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Viabilidad teórica
 - Si verdaderamente cambia en el tiempo.
 - Si es lo suficientemente relevante para el proceso de aprendizaje.
- Viabilidad técnica
 - Si la técnica de actualización es susceptible de ser implementada bajo un entorno web.
 - Costo de procesamiento.

1. *Datos Personales*

El estudiante podrá actualizar su perfil, en cualquier instante del proceso, dirigiéndose al formulario que realizó para inicializar los valores y editando los valores a su gusto. Es importante resaltar que aspectos tales como la edad serán actualizados dinámicamente por la plataforma, al convertirse estos en una simple fórmula, lo que implica un aseguramiento de la validez de la información.

2. *Estado Anímico*

Para la actualización de este aspecto del estudiante es necesario identificar el tipo de acciones a realizar con el fin de seleccionar la estrategia más adecuada para tener un dato fiable del estado anímico del estudiante durante el proceso.

A partir de lo anterior y lo enunciado en el capítulo anterior las acciones a realizar por la estrategia de actualización de este aspecto debe contemplar realizar la clasificación a cada paso (unidad educativa) del estudiante en tres posibles clases, las cuales son:

- Positivo.

- Neutral.
- Negativo.

Es importante resaltar que este tipo de clasificación no puede generalizarse al grupo de estudiantes dentro de la plataforma, si no individualizado, ya que cada uno de los seres humanos expresamos sentimientos y emociones de distintas maneras.

Se indaga sobre las estrategias de clasificación inteligente de la información dentro de las cuales se pueden resaltar:

- Sistemas Expertos.
- Redes Neuronales.
- Lógica Difusa.

A partir de lo anterior se muestra un resumen de cada una de estas técnicas y así tener criterios suficientes para definir cual de estas usar:

- **Sistemas Expertos**

Sistemas Basados en Conocimiento, los cuales permiten la creación de máquinas que razonan como el hombre, restringiéndose a un espacio de conocimientos limitado. En teoría pueden razonar siguiendo los pasos que seguiría un experto humano para resolver un problema concreto. Este tipo de modelos de conocimiento por ordenador ofrece un extenso campo de posibilidades en resolución de problemas y en aprendizaje [Samper 2004].

- **Redes Neuronales**

Una red neuronal, según Freeman y Skapura [Freeman y Skapura 1993], es un sistema de procesadores paralelos conectados entre sí en forma de grafo dirigido. Esquemáticamente cada elemento de procesamiento (neuronas) de la red se representa como un nodo. Estas conexiones establecen una estructura jerárquica que tratando de emular la fisiología del cerebro busca nuevos modelos de procesamiento para solucionar problemas concretos del mundo real. Lo importante en el desarrollo de la técnica de las RNA (Redes Neuronales Artificiales) es su útil comportamiento al aprender, reconocer y aplicar relaciones entre objetos y tramas de objetos propios del mundo real, resaltando su gran capacidad de reconocer patrones y de clasificar datos. En este sentido, se utilizan las RNA como una herramienta que podrá utilizarse para resolver problemas difíciles. La posibilidad de resolver problemas difíciles es dable gracias a los principios de las redes neuronales, los cinco más importantes son citados por Hilera y Martínez [Hilera 1995] aprendizaje adaptativo, autoorganización, tolerancia a Fallos, operación en tiempo real y fácil inserción

en la tecnología existente.

La capacidad de clasificación de la red neuronal depende de los valores de los pesos sinápticos los cuales pueden ser preestablecidos o entrenados adaptativamente mediante mecanismos de aprendizaje. En función de la forma con la que los pesos sinápticos son entrenados, las RNA se pueden clasificar en modelos supervisados y modelos no supervisados.

- **Lógica Difusa**

La lógica difusa o borrosa es una alternativa a la lógica basada en conjuntos discretos que pretende saber si alguien o algo forma parte o no de un conjunto determinado según cumpla ciertas condiciones –un alumno es retrasado o no–, mientras que, por el contrario, en la lógica difusa, se descubren grados diversos de pertenencia y no adscripciones basadas en todo o nada. De ahí que, de forma contundente, haya sido definida como un modo de razonamiento que aplica valores múltiples de verdad o confianza a las categorías restrictivas durante la resolución de problemas [Ballester y Colom 2006].

La lógica difusa ha cobrado una fama grande por la variedad de sus aplicaciones, las cuales van desde el control de complejos procesos industriales, hasta el diseño de dispositivos artificiales de deducción automática, pasando por la construcción de artefactos electrónicos de uso doméstico y de entretenimiento, como también de sistemas de diagnóstico. De hecho, desde hace ya, al menos, una década y media, la expedición de patentes industriales de mecanismos basados en la lógica difusa tiene un crecimiento sumamente rápido en todas las naciones industrializadas del orbe. [Morales 2002]

A partir de las características propias al problema y a los aspectos de cada una de las técnicas de clasificación analizadas en esta tesis se ha decidido adoptar la estrategia de redes neuronales artificiales ya que su alta capacidad para la clasificación y búsqueda de patrones, su tolerancia al ruido de la información y su fácil implementación. Lo anterior es criterio suficiente para seleccionar esta técnica en la implementación de la actualización de este perfil del estudiante.

A continuación se profundizara un poco más en las RNA con el fin de ilustrar la forma en que se debe atacar el problema.

Las características principales de las RNA son las siguientes:

- **Auto Organización y Adaptatividad:** utilizan algoritmos de aprendizaje adaptativo y auto organización, por lo que ofrecen posibilidades de procesamiento robusto y adaptativo.

- **Procesado No Lineal:** aumenta la capacidad de la red de aproximar, clasificar y su inmunidad frente al ruido.
- **Procesado paralelo:** normalmente se usa un gran número de células de procesado por el alto nivel de interconectividad.

Dentro de las RNA se destacan 2 fases para su desarrollo, las cuales son, según [Andina 2001]:

- **Fase de Prueba:** los parámetros de diseño de la red neuronal se han obtenido a partir de unos patrones representativos de las entradas que se denominan patrones de entrenamiento. Los resultados pueden ser tanto calculados de una vez como adaptados iterativamente, según el tipo de red neuronal, y en función de las ecuaciones dinámicas de prueba. Una vez calculados los pesos de la red, los valores de las neuronas de la última capa, se comparan con la salida deseada para determinar la validez del diseño.
- **Fase de Aprendizaje:** una característica de las redes neuronales es su capacidad de aprender. Aprenden por la actualización o cambio de los pesos sinápticos que caracterizan a las conexiones. Los pesos son adaptados de acuerdo a la información extraída de los patrones de entrenamiento nuevos que se van presentando. Normalmente, los pesos óptimos se obtienen optimizando (minimizando o maximizando) alguna "función de energía". Por ejemplo, un criterio popular en el entrenamiento supervisado es minimizar el least-square-error (error cuadrático medio) entre el valor del maestro y el valor de salida actual.

[Andina 2001] expone que existen dos tipos de problemas del mundo real que pueden modelarse con las RNA, aquellos en los que se requiere que la prueba salga en tiempo real y el entrenamiento se hace fuera de línea u otros que implican que tanto la prueba como el entrenamiento se hagan en tiempo real. Estos dos tipos causan que la forma del entrenamiento de las redes cambie y es a partir de aquí que nacen dos tipos de redes neuronales altamente difundidos, los cuales son:

- **RNA Supervisadas:**

Los datos para el entrenamiento están constituidos por varios pares de patrones de entrenamiento de entrada y de salida. El hecho de conocer la salida implica que el entrenamiento se beneficia la supervisión de un maestro. Dado un nuevo patrón de entrenamiento, los pesos serán adaptados por la diferencia existente entre el maestro (patrón de entrenamiento) y el resultado de la red, de acuerdo al algoritmo de entrenamiento utilizado.

- **RNA No Supervisadas:**

Para los modelos de entrenamiento No Supervisado, el conjunto de datos de entrenamiento consiste sólo en los patrones de entrada. Por lo tanto, la red es

entrenada sin el beneficio de un maestro. La red aprende a adaptarse basada en las experiencias recogidas de los patrones de entrenamiento anteriores.

Analizando los tipos de RNA existentes y las características propias del sistema se debe optar por el uso de las redes neuronales no supervisadas, basándose en la premisa que cada alumno es un ser distinto a los demás, por lo que no se tendrían parámetros de entrenamientos (entrada – salida) a la llegada de un nuevo estudiante a la plataforma, en consecuencia se deba adoptar la estrategia de que la red se vaya adaptando a medida que aprende a reconocer los patrones del estudiante.

A continuación se hará un recorrido por cada algunas de las mas relevantes estrategias de RNA No supervisadas con el fin de escoger la que mejor se adapte al problema.

Dentro de este tipo de redes se encuentra una subdivisión, la cual se compone de dos grupos, según [Acosta et al. 2000]:

- **Redes de aprendizaje asociativo:** son redes con las cuales se pretende medir la familiaridad o extraer características de los datos de entrada.

Una asociación es cualquier vínculo entre la entrada de un sistema y su correspondiente salida. Cuando dos patrones son vinculados por una asociación, el patrón de entrada es a menudo referido como el estímulo, y la salida es referida como la respuesta.

- **Redes de aprendizaje competitivo:** Redes que pretenden la clusterización o clasificación de los datos.

En las redes con aprendizaje competitivo (y cooperativo), suele decirse que las neuronas compiten (y cooperan) unas con otras con el fin de llevar a cabo una tarea dada. Con este tipo de aprendizaje se pretende que cuando se presente a la red cierta información de entrada, sólo una de las neuronas de salida de la red, o una por cierto grupo de neuronas, se active (alcance su valor de respuesta máximo). Por tanto las neuronas compiten para activarse quedando finalmente una, o una por grupo, como neurona vencedora y el resto quedan anuladas y siendo forzadas a sus valores de respuesta mínimos.

De acuerdo a los tipos de redes no supervisadas y encontrando aquella que se acomode mas al tipo de problema a resolver en este perfil se ha de seleccionar las Redes de Aprendizaje Competitivo. Dentro de este grupo se pueden resaltar [Acosta et al. 2000]:

- **Red de Kohonen:** modelo de red neuronal con capacidad para formar mapas de características de manera similar a como ocurre en el cerebro; el objetivo de Kohonen era demostrar que un estímulo externo (información de entrada) por sí solo, suponiendo una estructura propia y una descripción funcional del

comportamiento de la red, era suficiente para forzar la formación de los mapas.

Este modelo tiene dos variantes denominadas LVQ (Learning Vector Quantization) y TPM (Topology Preserving Map) o SOM (Self Organizing Map), ambas se basan en el principio de formación de mapas topológicos para establecer características comunes entre las informaciones (vectores) de entrada a la red, aunque difieren en las dimensiones de éstos, siendo de una sola dimensión en el caso de LVQ y bidimensional o tridimensional en la red SOM.

- **Red de Hamming:** Las neuronas en la capa de salida de esta red compiten unas con otras para determinar la ganadora, la cual indica el patrón prototipo más representativo en la entrada de la red, la competición es implementada por inhibición lateral (un conjunto de conexiones negativas entre las neuronas en la capa de salida).

A partir de las características y analizando que el problema es clasificar un alumno en tres posibles grupos se deduce que el modelo más apropiado para el problema son las Redes de Kohonen las cuales, a partir de los datos de entrada establecen características comunes entre estos vectores. Para este problema implica definir cuando las características del estudiante (vector de entrada) definen el estado anímico del mismo hacia la plataforma de educación virtual (salida), y cuando encuentre características comunes arrojará una clasificación similar.

Dentro de las redes de Kohonen se selecciono las de tipo LVQ ya que la salida es de una dimensión simple (3 grupos). A continuación se muestran las principales características de este tipo de redes.

Learning Vector Quantization (LVQ): Esta red es un híbrido que emplea tanto aprendizaje no supervisado, como aprendizaje supervisado para clasificación de patrones.

En la red LVQ, cada neurona de la primera capa es asignada a una clase, después cada clase es asignada a una neurona en la segunda capa. El número de neuronas en la primera capa, S^1 debe ser mayor o al menos igual que el número de neuronas en la segunda capa, S^2 .

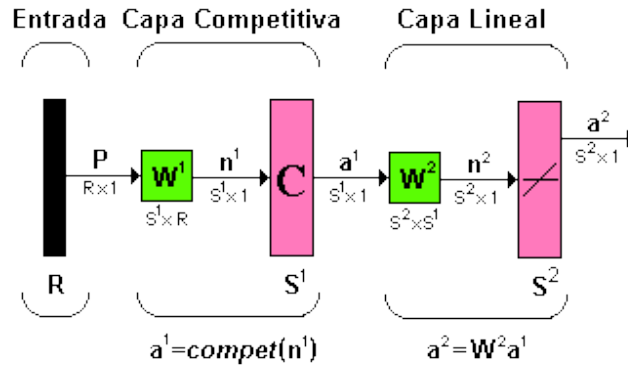


Figura 11. Red LVQ [Acosta et. al. 2000]

Al igual que con redes competitivas, cada neurona en la primera capa de la red LVQ aprende un vector prototipo, el cual permite a la neurona clasificar una región del espacio de entrada, sin embargo en lugar de calcular la distancia entre la entrada y el vector de pesos por medio del producto punto, la red LVQ calcula la distancia directamente. Una ventaja de hacer el cálculo de la distancia directamente, es que los vectores no necesitan ser normalizados, cuando los vectores son normalizados la respuesta de la red será la misma sin importar la técnica que se utilice.

Así, la neurona cuyo vector de pesos este cercano al vector de entrada tendrá salida 1 y las otras neuronas, tendrán salida 0; en este aspecto la red LVQ se comporta igual a las redes competitivas, la única diferencia consiste en la interpretación, mientras que en las redes competitivas la salida no cero representa una clase del vector de entrada, para el algoritmo LVQ, indica mas bien una sub- clase, y de esta forma muchas neuronas (subclases), conforman una clase.

La segunda capa de la red LVQ es usada para combinar subclases dentro de una sola clase, esto es realizado por la matriz de pesos W^2 . Las columnas de W^2 representan las subclases y las filas representan las clases, W^2 tiene un solo 1 en cada columna, todos los demás elementos son cero, la fila en la cual se presenta el 1 indica cual es la clase a la que la subclase pertenece.

Una propiedad importante de esta red, es que el proceso de combinar subclases para formar clases, permite a la red LVQ crear clases más complejas. Una capa competitiva estándar tiene la limitación de que puede crear solo regiones de decisión convexas; la red LVQ soluciona esta limitación. La red LVQ combina aprendizaje competitivo con aprendizaje supervisado, razón por lo cual necesita un set de entrenamiento que describa el comportamiento propio de la red.

De acuerdo a los requisitos de información de este tipo de redes es necesario definir

un vector de entrada el cual posea todos aquellos aspectos que pueden influir dentro del problema. Los aspectos a tener en cuenta para definir el vector de entrada son tomados en base a lo que dicta el estado del arte. El trabajo realizado por [Conati 2006] expone que dentro del estado anímico del estudiante afectan aspectos tales como sus metas (cumplidas o no), sus acciones sobre el sistema, su personalidad.

A partir de lo anterior se ha tomado como parámetros de entrada, los siguientes:

- Personalidad.
- Aspectos del contexto.
 - Clima.
 - Día de la semana.
 - Hora del día.
- Log de interacción del sistema.
 - Tiempo gastado vs Tiempo requerido por la unidad educativa.
- Si ha logrado o asimilado el objetivo educativo.
- El estado anímico anterior.

Y el resultado esperado es la clasificación del individuo dentro de alguno de estos 3 grupos:

- Positivo.
- Neutral.
- Negativo.

Es importante mencionar que tanto el vector de entrada como el vector de pesos sinápticos y el entrenamiento de la red se debe realizar para cada uno de los estudiantes que ingresen a la plataforma.

Al inicio del proceso (para estudiantes nuevos) la red será entrenada a partir de preguntas al usuario tal cual lo hace [Conati 2006].

3. Aspecto Académico

El aspecto académico sera actualizado iterativamente cada vez que el estudiante avance en objetivos educativos a medida que realice actividades en el sistema.

Fuera de las unidades académicas visitadas también se almacenan a medida que el estudiante vaya avanzando en cada uno de los objetivos educacionales cumplidos con el fin de ir llenando prerrequisitos y omitir posibles objetivos comunes de cursos futuros. Es importante almacenar también aquellos objetivos enfrentados por el alumno pero que no fueron superados.

Cada una de las unidades educativas tendrán vinculadas una serie de características que permitan relacionarlas con el perfil del estudiante, aspecto que será tenido en cuenta para determinar que habilidades ha ido adquiriendo o descuidando el estudiante durante su trasegar en el sistema.

4. *Aspecto Psicológico*

Según la teoría de las inteligencias múltiples expuesta por [Gardner 95]. El intelecto es la suma de una serie de inteligencias específicas las cuales se van desarrollando poco a poco con las experiencias y educación del ser.

A partir de la anterior premisa y partiendo desde el cuestionario realizado al estudiante en el proceso de inicialización de su perfil se debe encontrar la técnica apropiada para que este perfil sea actualizado durante el proceso educativo, ya que durante este el alumno adquiere nuevas habilidades, destrezas y conocimientos.

A partir de lo anterior, el modelo del estudiante propuesto cumple con este requisito y proveer herramientas que analicen de forma inteligente el accionar del estudiante sobre el sistema y permita ir actualizando el perfil de las inteligencias múltiples cuando este amerite.

El problema se traduce en definir la mejor estrategia que permita actualizar de manera apropiada el perfil de las inteligencias múltiples durante el proceso educativo del individuo.

A partir de la definición del problema y los requisitos enunciados en párrafos anteriores se puede establecer que la mejor estrategia para realizar esta tarea es la de un sistema experto que se le pueda gestionar su banco de reglas por parte de los educadores o profesionales del ramo con el fin de determinar cuando y en que proporción se debe evolucionar o involucrar un tipo de inteligencia.

Para que un sistema experto sea herramienta efectiva, los usuarios deben interactuar de una forma fácil, reuniendo dos capacidades para poder cumplirlo:

Explicar sus razonamientos o base del conocimiento: los sistemas expertos se deben realizar siguiendo ciertas reglas o pasos comprensibles de manera que se pueda generar la explicación para cada una de estas reglas, que a la vez se basan en hechos.

Adquisición de nuevos conocimientos o integrador del sistema: son mecanismos de razonamiento que sirven para modificar los conocimientos anteriores. Sobre la base de lo anterior se puede decir que los sistemas expertos son el producto de investigaciones en el campo de la IA ya que esta no intenta sustituir a los expertos humanos, sino que se desea ayudarlos a realizar con más rapidez y eficacia todas las tareas que realiza.

Un Sistema Experto está conformado por:

- **Base de conocimientos (BC):** Contiene conocimiento modelado extraído del diálogo con el experto.
- **Base de hechos (Memoria de trabajo):** contiene los hechos sobre un problema que se ha descubierto durante el análisis.
- **Motor de inferencia:** Modela el proceso de razonamiento humano.
- **Módulos de justificación:** Explica el razonamiento utilizado por el sistema para llegar a una determinada conclusión.
- **Interfaz de usuario:** es la interacción entre el SE y el usuario, y se realiza mediante el lenguaje natural.

A partir de esto se puede definir cada uno de los componentes de un SE en relación al dominio en cuestión (perfil psicológico – inteligencias múltiples).

Componente SE	Aspecto del Dominio
Reglas	<p>Conjunto de reglas que se han ingresado por parte de los docentes o psicopedagogos para incrementar o decrementar los tipos de inteligencia de los alumnos.</p> <p>Ej. Incrementar Inteligencia Matemática en 10 puntos cuando el alumno se haya logrado el objetivo OE15 y su nivel de inteligencia de este tipo sea menor a 200.</p>
Hechos	<ul style="list-style-type: none"> ● Datos del estudiante ● Datos obtenidos del accionar del usuario en el sistema. <ul style="list-style-type: none"> ○ Unidades Educativas visitadas (entendidas o rechazadas) <ul style="list-style-type: none"> ■ Información referente a la unidad educativa (Metadatos) ○ Objetivos educacionales cumplidos y perdidos
Motor de Inferencia	API utilizada para implementar el SE, la seleccionada para la implementación del modelo es SWI Prolog la cual permite la interacción entre aplicativos Java, en este caso agentes, sobre la plataforma JADE y un motor de inferencia en el lenguaje Prolog.
Justificación	Estructura propia de las reglas realizadas por los expertos
Interfaz de Usuario	Interfaz Web del sistema

Tabla 8. SE vs. Aspectos del modulo psicológico en el modelo del estudiante.

Los hechos son cargados al momento de solicitar la evaluación psicológica del alumno preguntando por cada uno de los aspectos y creando hechos así:

`<perfil>(<variable>, <valor>).`

Ejemplo:

`personal(nombre,'juan').`

`academico(uevisitada,'150').`

Además, de dar la posibilidad a los docentes de configurar reglas que permitan aumentar o disminuir en cierta medida las inteligencias múltiples de este perfil.

aumentar(<tipointeligencia>, <medida>):-
 <perfil>(<variable>, <valor>),
 <perfil2>(<variable2>, <valor2>),
 ...,
 <perfiln>(<variablen>, <valorn>).

disminuir(<tipointeligencia>, <medida>):-
 <perfil>(<variable>, <valor>),
 <perfil2>(<variable2>, <valor2>),
 ...,
 <perfiln>(<variablen>, <valorn>).

Ejemplo:

aumentar(matematica,1):-
 academico(ueentendida,'150'),
 academico(oeaprobado,'30'),
 estilo(sensitivointuitivo,X),
 X > 3.

Como el perfil académico del estudiante es acumulativo las reglas que se vayan cumpliendo deben salir del banco de reglas ya que en cada iteración el estudiante cumpliría y se realizaría la correspondiente acción sin tener que hacerlo.

5. Conclusiones del capítulo

Se demuestra como las técnicas de IA son de gran utilidad para la implementación de la actualización dinámica del modelo.

Se observa la viabilidad técnica de la actualización dinámica de algunos de los perfiles del estudiante tenidos en cuenta por el modelo.

VII. CAPÍTULO 5. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA MULTIAGENTE

En el capítulo a continuación se realizará un recorrido por el análisis y diseño del SMA que validará el modelo propuesto.

Dentro del modelo propuesto se puede observar que el estudiante posee un conjunto de perfiles, los cuales actúan de manera autónoma y que pueden llegar a interactuar entre sí en su accionar o en la búsqueda de sus estados. Perfecta descripción para asimilarlo a un sistema multi-agente (SMA).

Para lo anterior se definió trabajar con la plataforma de educación virtual llamada SICAD (Sistema Inteligente de Cursos ADaptativos) [Duque et al. 2004] la cual se basa en un sistema que de manera inteligente genera el plan instruccional de acuerdo a los estilos de aprendizaje de los alumnos.

Se evaluaron dos de las más reconocidas metodologías aceptadas para el análisis y diseño de sistemas multi-agente, con el fin de seleccionar aquella que se acomode más al problema, entre las cuales están:

- GAIA [Wooldridge et al. 2000]
- MAS-CommonKADS [Iglesias 1998]

Para dar mayor claridad en lo que cada una de estas metodologías propone, a continuación se dará una explicación de cada una de ellas, extraídas del trabajo de [Gómez 2003]:

1. GAIA

GAIA pretende ayudar al analista a ir sistemáticamente desde unos requisitos iniciales a un diseño que, según los autores, esté lo suficientemente detallado como para ser implementado directamente.

En GAIA se entiende que el objetivo del análisis es conseguir comprender el sistema y su estructura sin referenciar ningún aspecto de implementación. Esto se consigue a través de la idea de organización. Una organización en GAIA es una colección de roles, los cuales mantienen ciertas relaciones con otros y toman parte en patrones institucionalizados de interacción con otros roles. Los roles agrupan cuatro aspectos: responsabilidades del agente, los recursos que se le permite utilizar, las tareas asociadas e interacciones.

2. MAS-CommonKADS

Esta metodología extiende CommonKADS [Tansley et al. 1993] aplicando ideas de metodologías orientadas a objetos para su aplicación a la producción de SMA [Iglesias 1998][Iglesias et al. 1998b]. La metodología CommonKADS gira alrededor del modelo de experiencia y está pensada para desarrollar sistemas expertos que interactúen con el usuario. De hecho considera sólo dos agentes básicos: el usuario y el sistema. MASCommonKADS extiende los modelos de CommonKADS para tener en cuenta la posibilidad de que dos o más componentes del sistema interactúen.

MAS-CommonKADS ha sido la primera en plantear un desarrollo de SMA integrado con un ciclo de vida de software, concretamente el espiral dirigido por riesgos [Pressman 1982].

MAS-CommonKADS utiliza los siguientes modelos para el desarrollo de SMA multiagentes: Modelo de Agente (AM), Modelo de Organización (OM), Modelo de Tareas (TM), Modelo de experiencia (EM), Modelo de Comunicación (CM), Modelo de Coordinación (CoM), Modelo de Diseño (DM) [Iglesias,98]. Cada modelo presenta referencias a la teoría sobre la que se basa. El modelo en sí parte de una descripción gráfica que luego se complementa con explicaciones en lenguaje natural de cada elemento.

Tomando en cuenta las características propias a cada metodología y también la recomendación que da [Gómez 2003] *“En los casos en que se requiera un proceso de desarrollo robusto, detallado y ensayado en desarrollos reales, la recomendación sería MASCommonKADS”* se ha decidido trabajar con esta metodología para la construcción del SMA.

Antes de entrar en los diferentes diagramas que expone la metodología se recomienda al lector referirse al ANEXO C. en el cual se muestra de forma gráfica y resumida el modelo del estudiante, con todos sus componentes.

1. Modelos del análisis y diseño del SMA propuesto.

Con el fin de conceptualizar un poco el funcionamiento del sistema de manera global y dar inicio al análisis por medio de la metodología MAS-CommonKADS, se muestra el diagrama de casos de uso del aplicativo el cual demuestra los requerimientos esenciales del SMA en lo que tiene que ver con el modelo del estudiante, en la figura 12.

• **Diagrama de Casos de Uso (Modelo del Estudiante)**

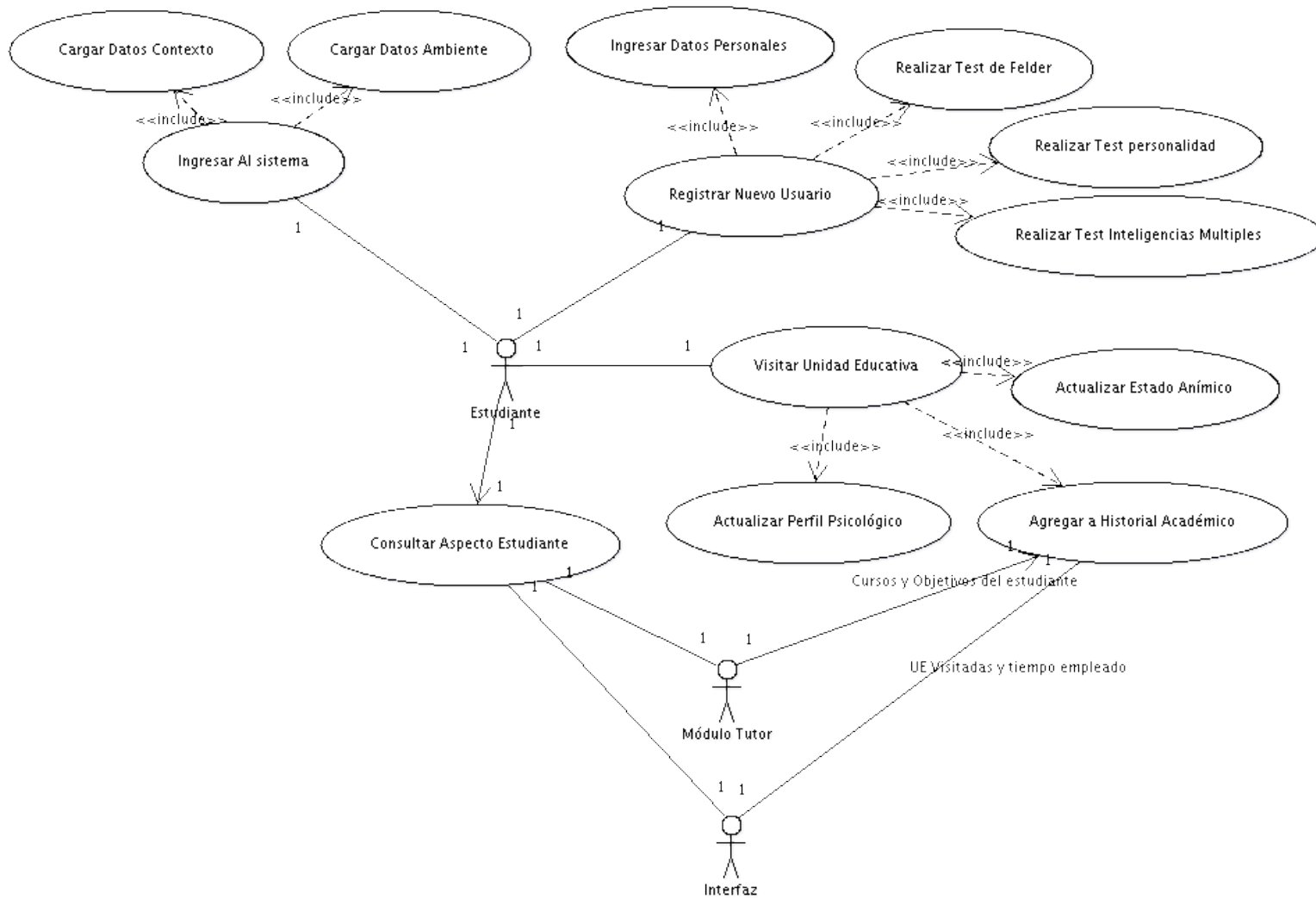


Figura 12. Casos de uso del modelo dinámico del estudiante

A continuación se documentan cada uno de los casos de uso:

Caso de Uso: Cargar Datos Contexto.

Actores: Estudiante.

Descripción: el estudiante se conecta a la aplicación por medio de su navegador web, a partir de esto se toma la petición HTTP con el fin de determinar la siguiente información:

- Velocidad de acceso a internet.
- Tipo de navegador.
- Sistema operativo usado.

Caso de Uso: Cargar Datos Ambiente.

Actores: Estudiante.

Descripción: el estudiante se conecta a la aplicación por medio de su navegador web, a partir de esto se toma la petición HTTP adquiriendo la IP del cliente y realizando un análisis de esta se obtiene la siguiente información:

- Ubicación.
- Temperatura.
- Clima.

Caso de Uso: Ingresar al Sistema.

Actores: Estudiante.

Descripción: el estudiante se conecta a la aplicación por medio de su navegador web, digitando su nombre de usuario y contraseña, realiza la carga de los datos del ambiente y el contexto, consulta del ultimo estado conocido de los perfiles:

- Datos personales.
- Académico.
- Psicológico.
- Estilos de Aprendizaje.
- Personalidad.

y por ultimo inicializar el perfil del estado anímico en NEUTRAL.

Caso de Uso: Ingresar Datos Personales.

Actores: Estudiante.

Descripción: el estudiante diligencia un formulario en el cual se le preguntan los siguientes datos:

- Usuario.
- Contraseña.
- Nombre Completo.
- Fecha de Nacimiento.
- Sexo.
- Lengua Madre.
- Localización.
- Fotografía.
- Correo electrónico.

Además de indagarlo sobre sus preferencias en aspectos de visualización tales como:

- Tamaño, tipo y estilo de la letra.
- Sugerir al usuario diferentes esquemas de colores.

Caso de Uso: Realizar Test de Felder.

Actores: Estudiante.

Descripción: El estudiante diligencia un formulario en el cual se le muestra el test de Felder (Ver ANEXO A) con el fin de inicializar los estilos de aprendizaje del alumno. Y a partir de esto actualizar los estilos de aprendizaje.

Caso de Uso: Realizar Test de Personalidad.

Actores: Estudiante.

Descripción: El estudiante diligencia un formulario en el cual se le muestra el test de EYSENCK (Ver ANEXO B) con el fin de inicializar el tipo de personalidad del alumno.

Caso de Uso: Realizar Test de Inteligencias Múltiples.

Actores: Estudiante.

Descripción: El estudiante diligencia un formulario en el cual se le muestra el test de inteligencias múltiples (Ver ANEXO C) con el fin de inicializar el valor inicial de cada uno de los tipos de inteligencia.

Caso de Uso: Registrar Nuevo Usuario.

Actores: Estudiante.

Descripción: El estudiante cuando interactúa por primera vez con el sistema, debe registrarse en el mismo con el fin de crear una cuenta e inicializar los datos que se requieren por medio de Ingresar Datos Personales, Realizar Test de Felder, Realizar Test de Personalidad, Realizar Test de Inteligencias Múltiples.

Caso de Uso: Actualizar Estado Anímico.

Actores: Estudiante.

Descripción: El estudiante después de visitar una unidad educativa o de realizar la evaluación de un objetivo o curso, se actualiza su estado de animo con el fin de tener un valor actual y fiable a cada momento del estudiante en el sistema. Los posibles valores que puede tomar este perfil es:

- Positivo.
- Neutral.
- Negativo.

Caso de Uso: Agregar a Historial Académico.

Actores: Estudiante.

Descripción: Después de visitar una unidad educativa esta debe ser almacenada en el historial académico de cada estudiante. Además agregándole el atributo si fue entendida o no. También se deben almacenar en este historial todos aquellos objetivos (OE) y cursos vistos, agregándole a estos si fueron superados o no.

Esta actualización se hará por medio de la lectura de los log del sistema en los cuales se almacenarán todos los eventos realizados por los estudiantes en el SMA.

Caso de Uso: Actualizar Perfil Psicológico.

Actores: Estudiante.

Descripción: Después de visitar una unidad educativa o realizar una evaluación se debe actualizar el perfil psicológico determinando que tipo de inteligencias se han evolucionado y involucionado y en que magnitud.

Caso de Uso: Visitar unidad educativa.

Actores: Estudiante.

Descripción: El módulo tutor determina un plan de estudios adecuado a las características del estudiante con el fin de conseguir los objetivos del curso al cual

está inscrito. Este plan está compuesto por una serie de unidades educativas las cuales se convierten en la unidad atómica del desempeño del estudiante en la plataforma. La visita a cada una de las unidades educativas planteadas por el módulo tutor causa que el perfil académico, psicológico y el estado anímico del estudiante sea actualizado. Si las variables sufren cambios considerables el Módulo tutor realizará un replanteamiento de su estrategia.

Caso de Uso: Consultar Aspecto Estudiante.

Actores: Estudiante, Módulo tutor, Interfaz.

Descripción: Durante el accionar del estudiante sobre la plataforma existen diversos módulos y agentes de la plataforma que estarán consultando el estado actual de los valores de cada uno de los perfiles del estudiante. Esta consulta se hará siguiendo la siguiente nomenclatura.

Nota: la nomenclatura usada en este trabajo fue imitada de la utilizada por el protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol). La cual describe un árbol jerárquico de N niveles almacenadas en unas bases de datos llamadas MIB, las cuales se pueden observar como el siguiente arbol.

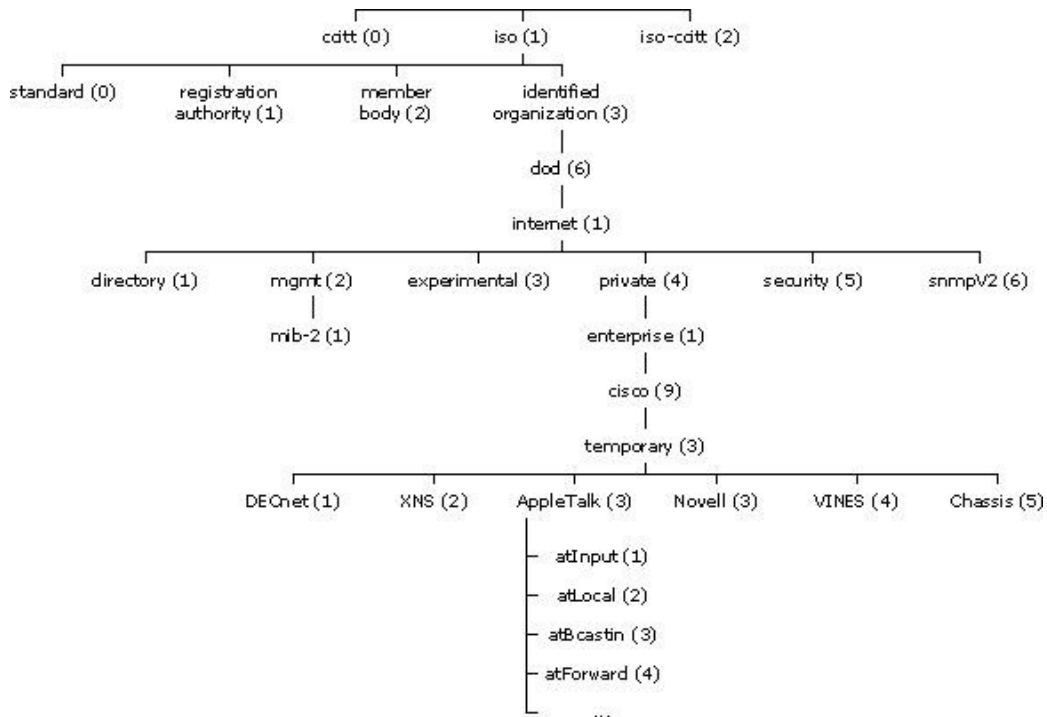


Figura 13. Arbol SNMP

La cual puede consultarse utilizando la siguiente notación:

VariableNivel1.VariableNivel2...VariableNiveln

De acuerdo a esta estructura se observa como es fácilmente trasladable al problema de consultar el estado actual de un aspecto del estudiante ya que se puede emular que el nivel 1 serán los perfiles y el nivel 2 las variables o aspectos a medir.

Consulta al modelo:

<Perfil>.<Aspecto>

Perfil: Son los 8 perfiles que posee el modelo del estudiante

- 1 personal.
- 2 animo.
- 3 contexto.
- 4 ambiente.
- 5 estilo.
- 6 personalidad.
- 7 academico.
- 8 psicologico.

Nota: Se omiten tildes en los nombres de los aspectos ya que en algunos sistemas computacionales este tipo de caracteres presentan problemas.

Aspecto: es la variable que se desea consultar

- 1 personal
 - 1.1 usuario: cadena de caracteres con el nombre de usuario de la cuenta.
 - 1.2 clave: cadena de caracteres con la contraseña del usuario.
Nota: La contraseña por cuestiones de seguridad siempre estará encriptada.
 - 1.3 nombre: cadena de caracteres con el nombre completo del usuario.
 - 1.4 edad: número entero con la edad actual del estudiante.
 - 1.5 nacimiento: cadena de caracteres con la fecha de nacimiento con el formato yyyy-MM-dd.
 - 1.6 sexo: carácter que indica el sexo del estudiante: M masculino, F femenino.
 - 1.7 idioma: lengua madre del estudiante.
 - 1.8 localización: ciudad de residencia del estudiante la cual tiene el siguiente formato:

país.deparatmento.municipio

1.9 fotografia: cadena de caracteres con la ruta completa del archivo donde esta almacenada la fotografía del estudiante

1.10 email: cadena de caracteres que contiene el correo electrónico del estudiante.

2 animo

2.1 actual: cadena de caracteres que indica el estado anímico actual del estudiante. Puede tomar los siguientes valores:

- neutral.
- negativo.
- positivo.

2.2 neutral: cadena de caracteres que indica si el estado actual del estudiante es neutral. Puede tomar los valores de:

- si.
- no.

2.3 positivo: cadena de caracteres que indica si el estado actual del estudiante es positivo. Puede tomar los valores de:

- si.
- no.

2.4 negativo: positivo: cadena de caracteres que indica si el estado actual del estudiante es positivo. Puede tomar los valores de:

- si.
- no.

3 contexto

3.1 velocidad: número entero que determina la velocidad de acceso a internet del equipo cliente, medidos en Kbps.

3.2 navegador: cadena de caracteres que contiene el tipo de navegador utilizado por el cliente.

3.3 so: cadena de caracteres que contiene el sistema operativo utilizado por el cliente.

4 ambiente

4.1 clima: cadena de caracteres que contiene el clima actual donde se encuentra ubicado el usuario. Puede tomar los siguiente valores:

- caluroso.
- nublado.
- lluvioso.

4.2 temperatura: número entero que indica la temperatura aproximada en grados centígrados del medio ambiente donde se encuentra actualmente el alumno.

4.3 ubicacion: cadena de caracteres que indica la ubicación actual del estudiante. La cual tendrá el siguiente formato:

país.departamento.municipio

4.4 hora: número entero que indica la hora actual del día.

4.5 dia: cadena de caracteres que indica el día de la semana. Puede tomar los siguientes valores:

- lunes.
- martes.
- miercoles.
- jueves.
- viernes.
- sabado.
- domingo.

4.6 tipoletra: cadena de caracteres que muestra el tipo de letra preferido por el estudiante.

4.7 tamanoletra: número entero que muestra el tamaño de letra preferido por el estudiante.

4.8 tema: cadena de caracteres que indica cual es el tema de colores preferido por el estudiante.

5 estilo

5.1 tipo: Cadena de caracteres que indica el tipo de estilo de aprendizaje predominante en el estudiante. Llevara el siguiente formato.

sensitivo ó intuitivo, visual ó verbal, inductivo ó deductivo, activo ó reflexivo, secuencial ó global

Ejemplo:

sensitivo,verbal,inductivo,reflexivo,global

5.2 activoreflexivo: Cadena de caracteres que determina la calificación de esta dicotomía obtenida en el test de Felder. Llevará la siguiente nomenclatura: símbolo que determina el valor predominante positivo

o negativo, donde negativo es la primera palabra de la petición y positivo es la segunda, y un valor que determina que tan predominante es que va desde 1 hasta 11.

Ejemplo: -9 significara que el estudiante es predominantemente activo con una magnitud de 9.

5.3 sensorialintuitivo: cadena de caracteres que determina la calificación de esta dicotomía obtenida en el test de Felder.

5.4 visualverbal: cadena de caracteres que determina la calificación de esta dicotomía obtenida en el test de Felder.

5.5 secuencialglobal: cadena de caracteres que determina la calificación de esta dicotomía obtenida en el test de Felder.

6 Personalidad

6.1 tipo: cadena de caracteres que determina el tipo de personalidad predominante en el individuo. Puede tomar valores de:

- introvertido.
- extrovertido.
- neurotico.
- psicotico.

6.2 e: número entero que indica la calificación obtenida en el test para el perfil de introvertido – extrovertido

6.3 n: número entero que indica la calificación obtenida en el test para el perfil de Neurocismo.

6.4 p: número entero que indica la calificación obtenida en el test para el perfil de Psicocismo.

7 academico

7.1 uevisitadas: cadena de caracteres que retorna todas los identificadores de las unidades educativas visitadas por el estudiante. La respuesta tendrá el siguiente formato:

ue1,ue2,...,uen

7.2 ueentendidas: cadena de caracteres que retorna todas los identificadores de las unidades educativas visitadas y entendidas por el estudiante.

7.3 uenoentendidas: cadena de caracteres que retorna todas los identificadores de las unidades educativas visitadas y rechazadas por el estudiante al no comprenderla.

7.4 oe: cadena de caracteres que retorna todas los identificadores de los objetivos educativos vistos por el estudiante.

7.5 **oeaprobados**: cadena de caracteres que retorna todas los identificadores de los objetivos educativos vistos y aprobados por el estudiante.

7.6 **ueoe**: cadena de caracteres que retorna todas los identificadores de las unidades educativas visitadas por el estudiante. La respuesta tendrá el siguiente formato:

`oe1[ue1,ue2,...,uen],oe2[uen+1,uen+2,...,uen+m],...`

7.7 **oereprobados**: cadena de caracteres que retorna todas los identificadores de los objetivos educativos vistos y reprobados por el estudiante.

7.8 **curso**: Cadena de caracteres que retorna todos los identificadores de los cursos vistos por el estudiante.

7.9 **cursoaprobados**: cadena de caracteres que retorna todas los identificadores de los cursos vistos y aprobados por el estudiante.

7.10 **cursoreprobados**: cadena de caracteres que retorna todas los identificadores de los cursos vistos y reprobados por el estudiante.

7.11 **ue.<id ue>**: cadena de caracteres que indica el estado actual de esa unidad educativa para el estudiante. Contiene el siguiente formato:

`<estado>,<tiempo utilizado en minutos>`

estado: puede tomar los siguientes valores:

- entendida
- noentendida
- novisitada

tiempo utilizado: es el numero de minutos utilizados por el alumno para desarrollar la unidad educativa.

7.12 **oe.<id oe>**: cadena de caracteres que indica el estado del objetivo educacional consultado para este alumno. Puede tomar los siguientes valores:

- aprobado
- reprobado
- encurso
- nocursado

7.13 **curso.<id curso>**: cadena de caracteres que indica el estado del curso consultado para este alumno. Puede tomar los siguientes valores:

- aprobado

- reprobado
- encurso
- nocursado

7.14 ueoe.<id oe>: Cadena de caracteres que indica las UE utilizadas para lograr el OE referenciado, cumpliendo el siguiente formato:

ue1,ue2,ue3,...,uen

8 psicologico

8.1 predominante: cadena de caracteres que indica cual es el tipo de inteligencia predominante (mas desarrollada) del estudiante.

8.2 linguistica: número entero que indica el valor actual del tipo de inteligencia lingüística del alumno.

8.3 matematica: número entero que indica el valor actual del tipo de inteligencia lógico-matemática del alumno.

8.4 musical: número entero que indica el valor actual del tipo de inteligencia musical del alumno.

8.5 corporal: número entero que indica el valor actual del tipo de inteligencia corporal - cinestésica del alumno.

8.6 espacial: número entero que indica el valor actual del tipo de inteligencia espacial – visual del alumno.

8.7 Intrapersonal: número entero que indica el valor actual del tipo de inteligencia intrapersonal del alumno.

8.8 Interpersonal: número entero que indica el valor actual del tipo de inteligencia interpersonal del alumno.

A continuación se esquematiza el árbol de consulta de los aspectos del modelo del estudiante, se debe tomar como primer nivel del árbol todos aquellos nodos que están encerrados dentro de un recuadro (figura 14).

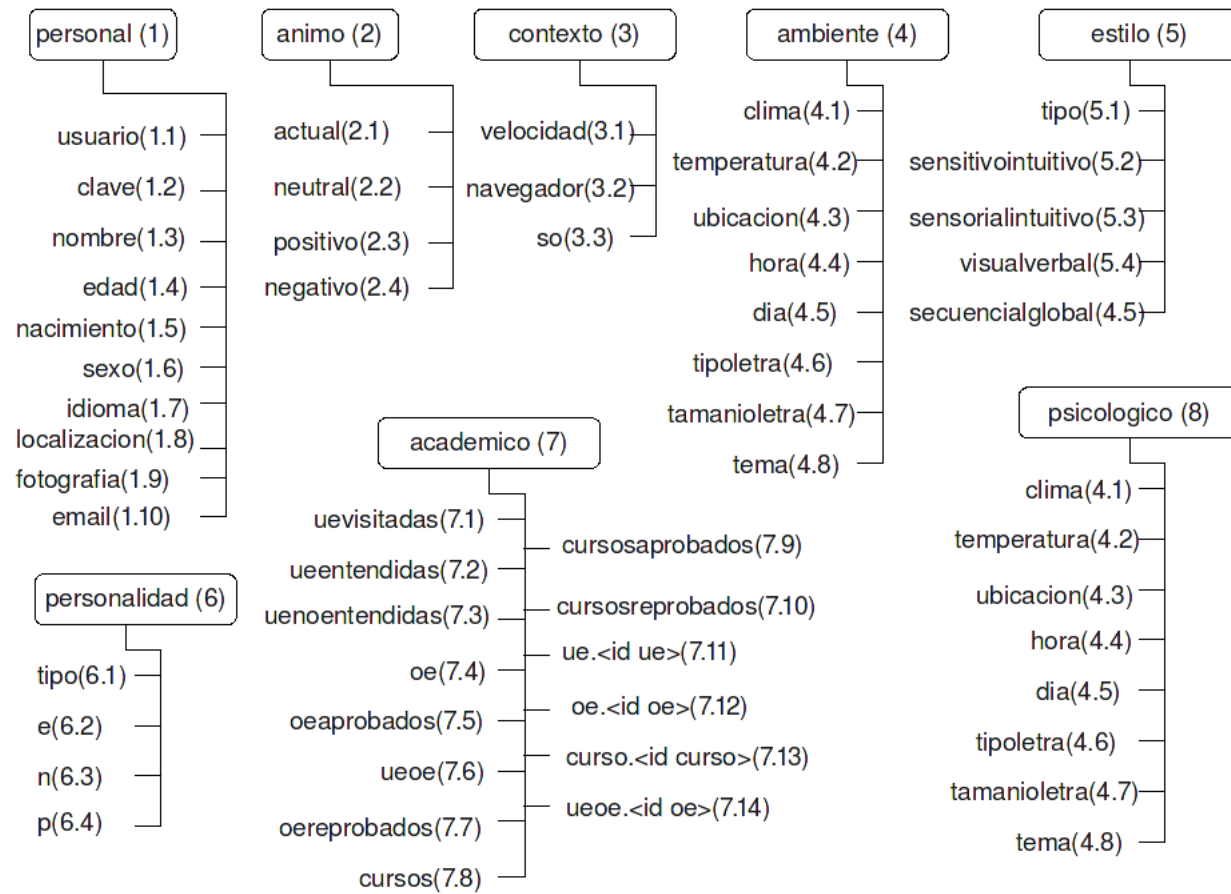


Figura 14. Árbol de características Modelo del Estudiante

Después de haber identificado las funcionalidades que debe poseer el SMA que implementa el módulo del estudiante de la plataforma, se inicia la creación de los modelos propuestos por MAS-CommonKADS.

- **Identificación de los agentes**

Los agentes principales del sistema son:

- Estudiante: usuario del sistema.
- Recolector de eventos: Monitor del log del sistema, e informador de eventos sobre los estudiantes.
- Contexto: realiza un análisis de la petición http tomando IP para determinar ubicación, clima, temperatura, sistema operativo, Navegador web.
- Anímico: realiza un análisis del estado anímico del estudiante por medio de las redes neuronales.
- Psicológico: realiza un análisis del perfil psicológico del estudiante utilizando el conjunto de reglas configuradas en el sistema experto.

Agentes de apoyo:

- Climático: encargado de hallar el clima y la temperatura de la localización del alumno.
- Localizador: encargado de hallar la localización del usuario de acuerdo a la dirección IP.
- Velocidad: descubre la velocidad de acceso a Internet del cliente.

- **Modelo del agente**

Agente Estudiante

Nombre: Estudiante.

Tipo: Agente software.

Papel: Agente que contiene y actualiza las características del estudiante.

Posición: usuario, suministrador y actualizador de información.

Descripción: el agente estudiante es aquel que mantiene en línea la información referente al alumno que ha ingresado al sistema, además de actualizar dicha

información a partir de los eventos registrados por el en el sistema. Propocionando estos datos a los agentes que se lo soliciten.

Objetivo: mantener en centralizada y disponible la información de los perfiles del estudiante.

Parámetros de entrada: característica, valor.

Parámetros de Salida: almacenar el valor.

Objetivo: actualizar el estado de los perfiles del estudiante.

Parámetros de entrada: característica, Nuevo valor.

Objetivo: base de datos para la consulta del estado actual del estudiante.

Parámetros de entrada: característica.

Parámetros de Salida: valor actual .

Servicio: consultar el estado actual de un aspecto.

Parámetros de entrada: característica.

Parámetros de Salida: valor.

Servicio: actualizar de un aspecto.

Parámetros de entrada: característica, valor.

Agente Recolector de Eventos

Nombre: Recolector de Eventos.

Tipo: Agente software.

Papel: Agente que monitorea constantemente el log del sistema

Posición: suministrador de información.

Descripción: el agente realiza una constante lectura del log de la plataforma buscando aquellos eventos que tengan que ver con el alumno y envía a actualizar los aspectos cuando esto ocurra. Los eventos que debe tener en cuenta este recolector son:

- Unidad educativa visitada.
- Objetivo aprobado o reprobado.
- Curso aprobado o reprobado.

Objetivo: Realizar un escaneo constante de los eventos del usuario en el sistema

Parámetros de entrada: registros log.

Parámetros de Salida: Actualizar estado académico del estudiante.

Servicio: Escanear log

Parámetros de entrada: archivo de log.

Parámetros de Salida: registros de acción del usuario sobre el sistema.

Servicio: Actualizar historial académico.

Parámetros de entrada: estudiante, registro de log.

Parámetros de salida: Actualización del historial académico del estudiante.

Agente Contexto

Nombre: Contexto.

Tipo: Agente Software.

Papel: Agente encargado de realizar un análisis de la petición http del cliente y determinar la información referente al contexto y el ambiente del estudiante.

Posición: suministrador de información.

Descripción: agente que toma las petición http realizada por el cliente lo analiza y retorna la información:

- Sistema Operativo.
- Tipo de navegador.
- Velocidad de acceso a Internet.
- Ubicación.
- Clima.
- Temperatura.

Objetivo: analizar la petición http realizada por el cliente

Parámetros de entrada: petición http.

Parámetros de Salida: aspectos mencionados en la descripción.

Servicio: consultar contexto

Parámetros de entrada: petición http.

Parámetros de Salida: aspectos con sus valores.

Agente Anímico

Nombre: Anímico

Tipo: Agente software.

Papel: Agente encargado de realizar un análisis del estado anímico del estudiante por medio de una red neuronal, clasificándolo en 3 posibles estados positivo, neutral ó negativo.

Posición: suministrador de información.

Descripción: Agente que toma información del estudiante tomada de su ultimo accionar sobre el sistema, esta información es:

- Tipo de personalidad predominante.
-

-
- Clima.
 - Día de la semana.
 - Hora del día.
 - Diferencia entre el tiempo empleado vs tiempo estimado.
 - Estado anímico anterior.

Y lo clasifica en 3 posibles estados que son:

- Positivo.
- Neutral.
- Negativo.

Objetivo: analizar estado anímico del estudiante

Parámetros de entrada: personalidad, clima, día de la semana, hora del día, tiempo empleado, estado anímico anterior.

Parámetros de Salida: estado anímico actual.

Servicio: consultar estado anímico actual

Parámetros de entrada: personalidad, clima, día de la semana, hora del día, tiempo empleado, estado anímico anterior.

Parámetros de Salida: estado anímico actual.

Agente Psicológico

Nombre: Psicológico

Tipo: Agente software.

Papel: agente encargado de realizar un análisis del estudiante con el fin de establecer que tipo de inteligencia se debe incrementar o decrementar.

Posición: suministrador y actualizador de información.

Descripción: agente que toma todos los aspectos del estudiante y les aplica el conjunto de reglas configuradas para saber que tipo de inteligencia incrementar o decrementar.

Objetivo: incrementar o decrementar algún tipo de inteligencia.

Parámetros de entrada: aspectos del alumno y conjunto de reglas a aplicar.

Parámetros de Salida: tipo de inteligencia a incrementar o decrementar.

Servicio: actualizar perfil psicológico

Parámetros de entrada: aspectos del alumno y conjunto de reglas a aplicar.

Parámetros de Salida: tipos de inteligencia a incrementar o decrementar

Agente Climático

Nombre: Climático

Tipo: Agente software.

Papel: agente encargado de consultar el estado climático de una ubicación.

Posición: suministrador de información.

Descripción: agente que toma la localización actual de un alumno y retorna el clima que actualmente se esta presentando en el medio ambiente por medio de consulta a los servidores del clima en Internet.

Objetivo: consultar el estado del clima por medio de la ubicación.

Parámetros de entrada: localidad.

Parámetros de Salida: clima y temperatura del medio ambiente.

Servicio: consultar clima

Parámetros de entrada: localidad.

Parámetros de Salida: clima y temperatura

Agente Localizador

Nombre: Localizador

Tipo: Agente Software.

Papel: agente encargado de encontrar el nombre del país y la ciudad desde donde se conecta un estudiante

Posición: suministrador de información.

Descripción: agente que toma la dirección IP y por medio de esta obtiene el país o ciudad de donde esta conectado.

Objetivo: hallar la localización del estudiante.

Parámetros de entrada: dirección IP.

Parámetros de Salida: localización del estudiante.

Servicio: consultar localización

Parámetros de entrada: dirección IP.

Parámetros de Salida: localización

Agente Velocidad

Nombre: Velocidad

Tipo: Agente Software.

Papel: agente encargado de consultar la velocidad de acceso a internet del equipo del cliente.

Posición: suministrador de información.**Descripción:** agente que toma la

dirección IP del cliente y analiza su velocidad de acceso a Internet.

Objetivo: hallar la velocidad de acceso a Internet

Parámetros de entrada: dirección IP.

Parámetros de Salida: velocidad en Kbps.

Servicio: consultar velocidad

Parámetros de entrada: dirección IP.

Parámetros de Salida: velocidad en Kbps.

- **Modelo de Tareas**

A continuación se plantea el modelo de tareas el cual muestra la forma del accionar de cada uno de los agentes para lograr sus objetivos.

Agente Estudiante

Tarea: inicializar aspectos

Objetivo: tener cargado y almacenados el valor de cada uno de los aspectos del estudiante

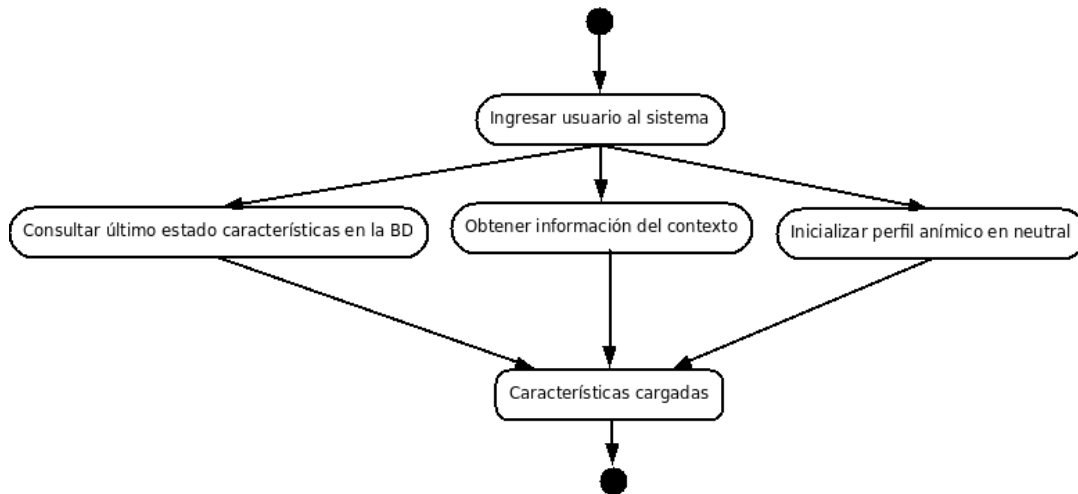


Figura 15. Diagrama de Actividades - Inicializar Aspectos del Estudiante

Tarea: consultar característica.

Objetivo: Consultar el valor de una característica del estudiante.

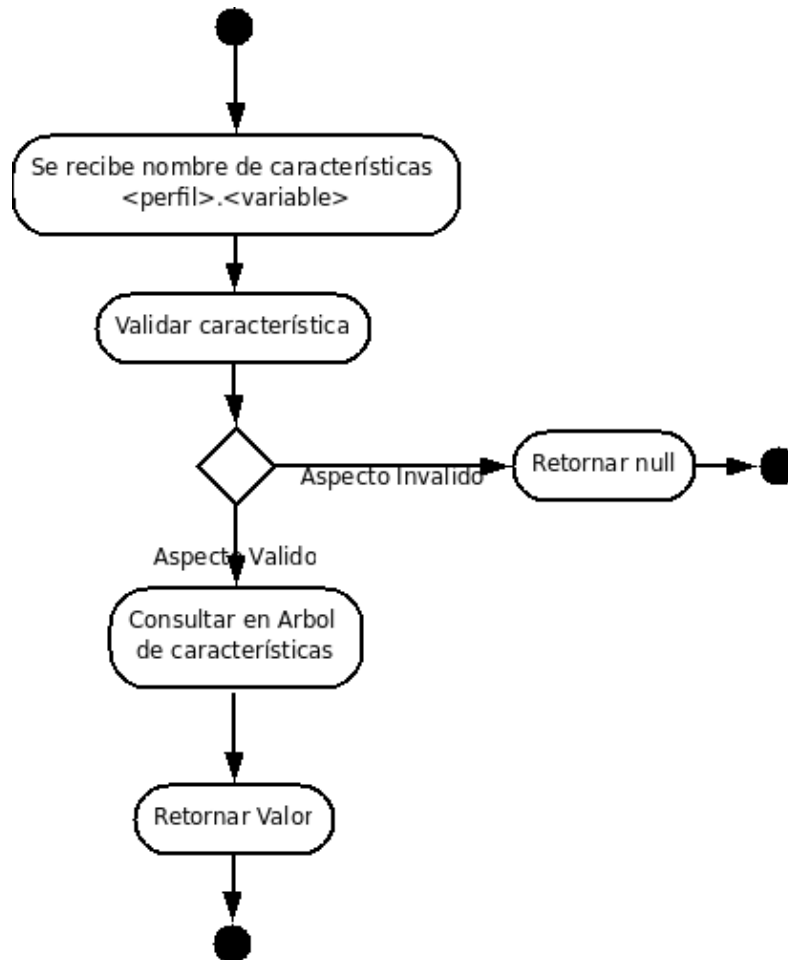


Figura 16. Diagrama de Actividades - Consultar característica del Estudiante

Tarea: actualizar característica.

Objetivo: Actualizar una característica del estudiante para mantenerlo en línea.

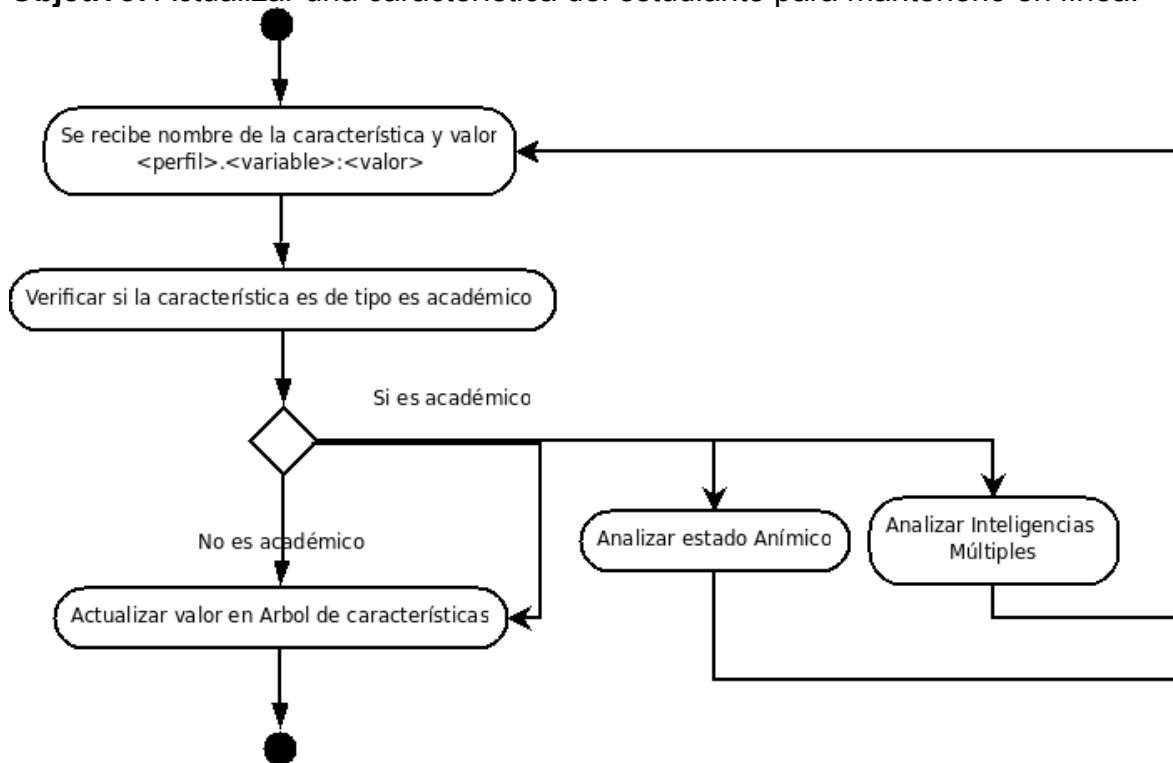


Figura 17. Diagrama de Actividades - Actualizar valor característica del estudiante

Agente Recolector de Eventos

Tarea: Monitorear logs del sistema.

Objetivo: Realizar un monitoreo constante de los log del sistema clasificando aquellos que causan que se deba actualizar algún aspecto del estudiante.

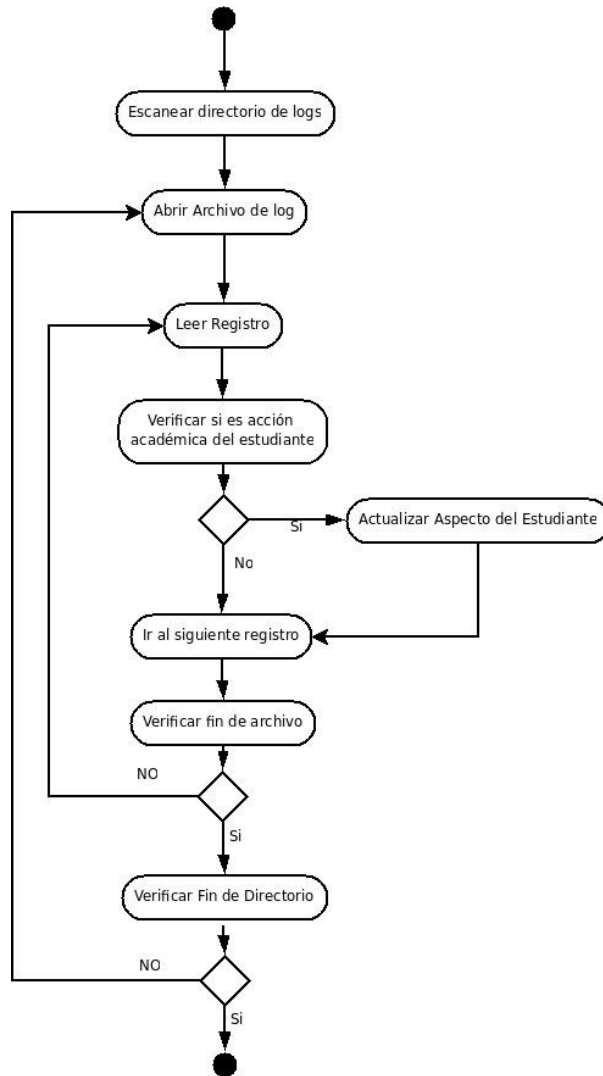


Figura 18. Diagrama de Actividades - Monitorear logs del sistema

Agente Contexto

Tarea: Analizar petición http y cargar datos del contexto

Objetivo: Realizar un análisis de la petición http que realiza el usuario y actualizar el estado de los aspectos referentes al contexto v ambiente.

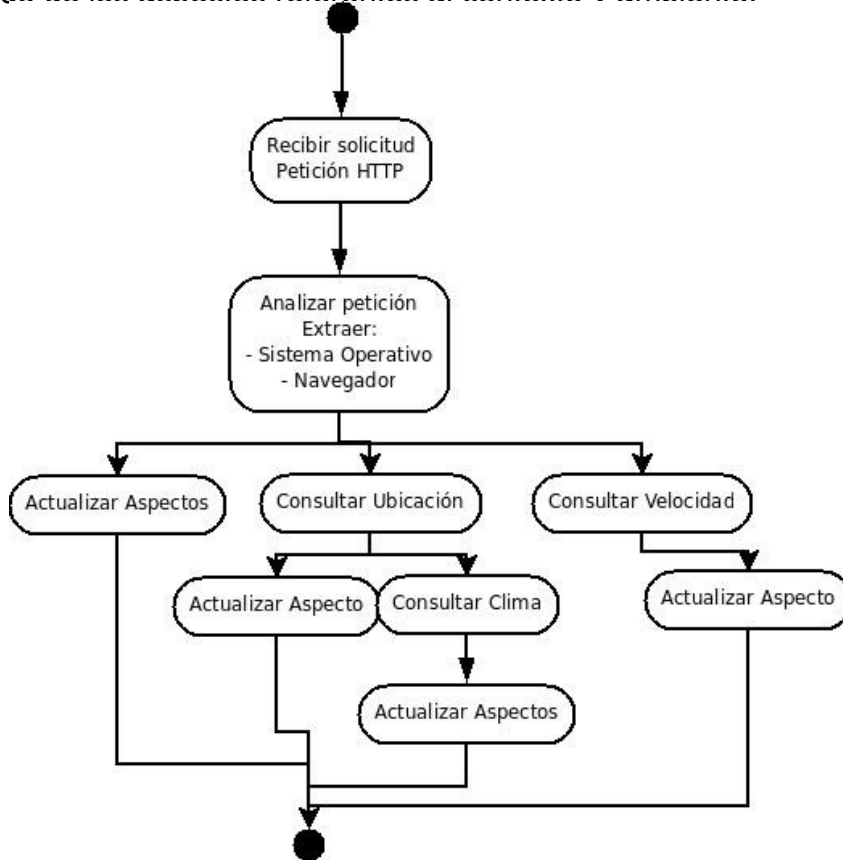


Figura 19. Diagrama de Actividades - Analizar petición http

Agente Anímico

Tarea: Analizar estado anímico

Objetivo: Realizar un análisis del estado anímico del usuario por medio de la red neuronal y si el estado ha sido modificado actualizar el estado en los aspectos del estudiante.

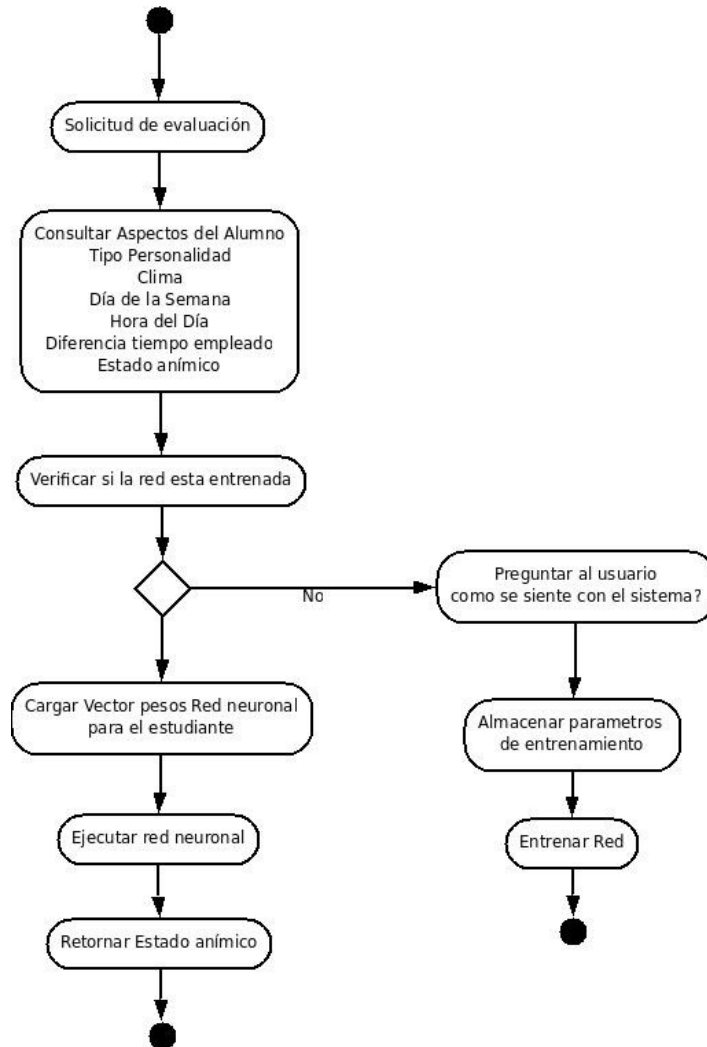


Figura 20. Diagrama de Actividades – Analizar estado anímico

Agente Psicológico

Tarea: Analizar Inteligencias múltiples

Objetivo: Realizar un análisis del perfil psicológico del estudiante con el fin de determinar que tipo de inteligencias debe incrementar y cuales decrementar de acuerdo a los aspectos del estudiante a y las reglas configuradas en la plataforma.

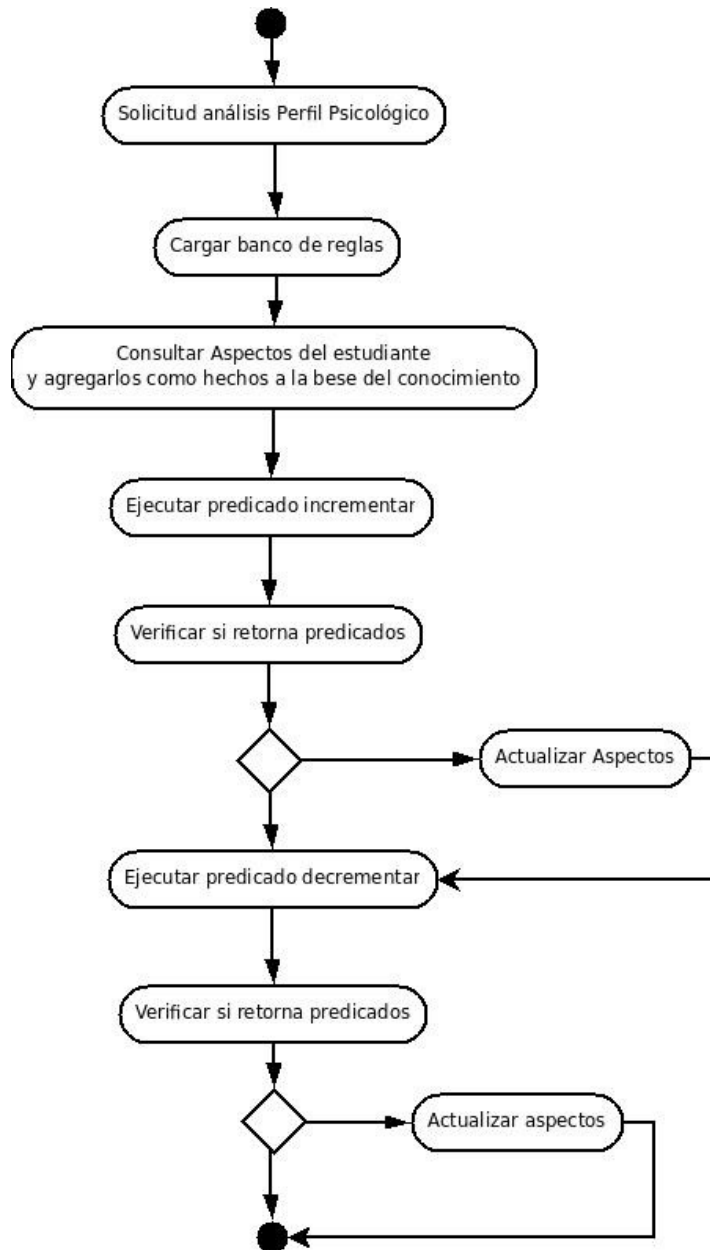


Figura 21. Diagrama de Actividades – Analizar estado Psicológico

Agente Climático

Tarea: Obtener Clima

Objetivo: Por medio de la ubicación actual del estudiante, consultar en los servidores del clima en Internet el clima y la temperatura actual.

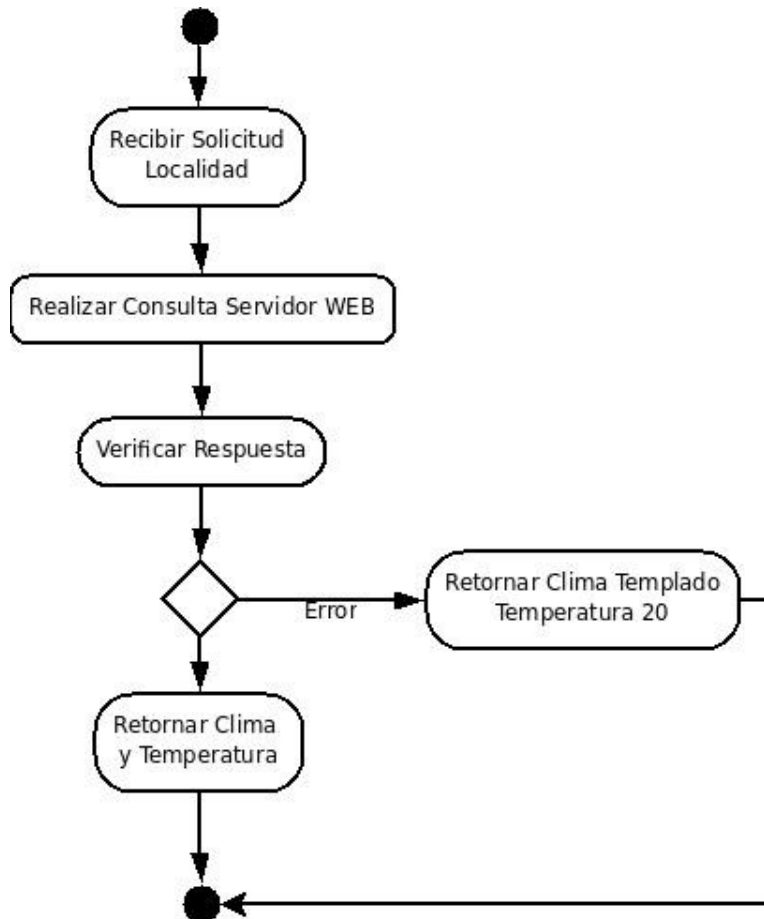


Figura 22. Diagrama de Actividades – Obtener Clima

Agente Localizador

Tarea: Obtener localidad

Objetivo: Por medio de la dirección IP con la cual accede al cliente se hará una consulta a la base de datos GeoIP con el fin de determinar la localización actual del estudiante.

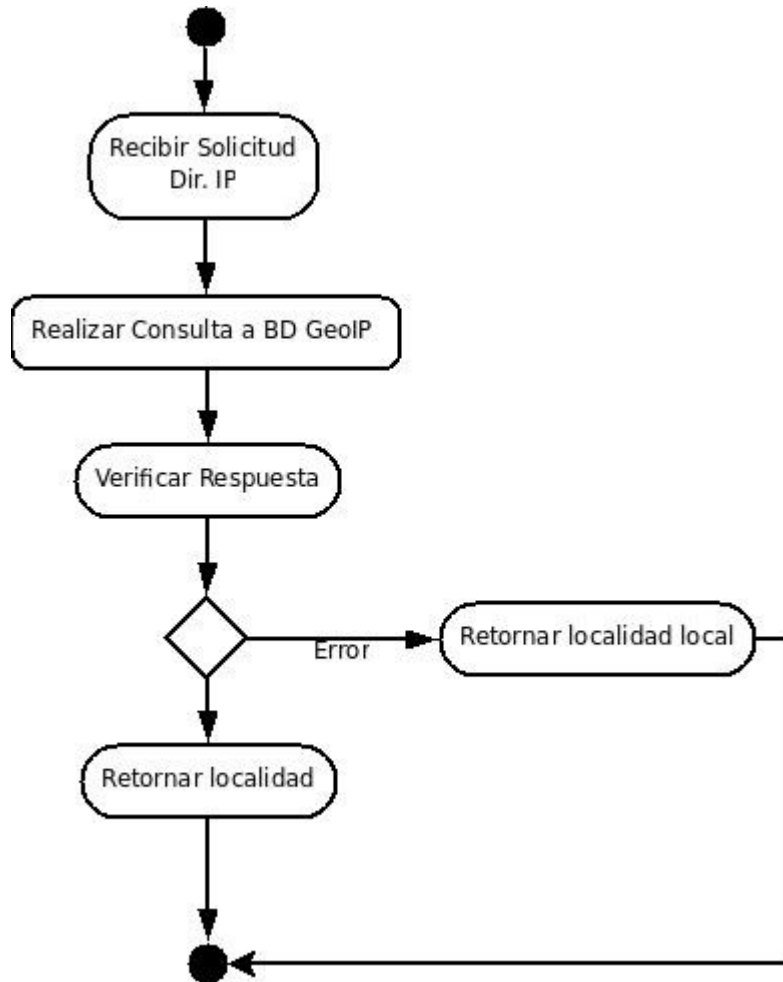


Figura 23. Diagrama de Actividades – Obtener Localización

Agente Velocidad

Tarea: Obtener velocidad de acceso

Objetivo: Por medio de la dirección IP se hará un análisis de la velocidad de respuesta del cliente con el fin de determinar la velocidad de acceso a Internet.

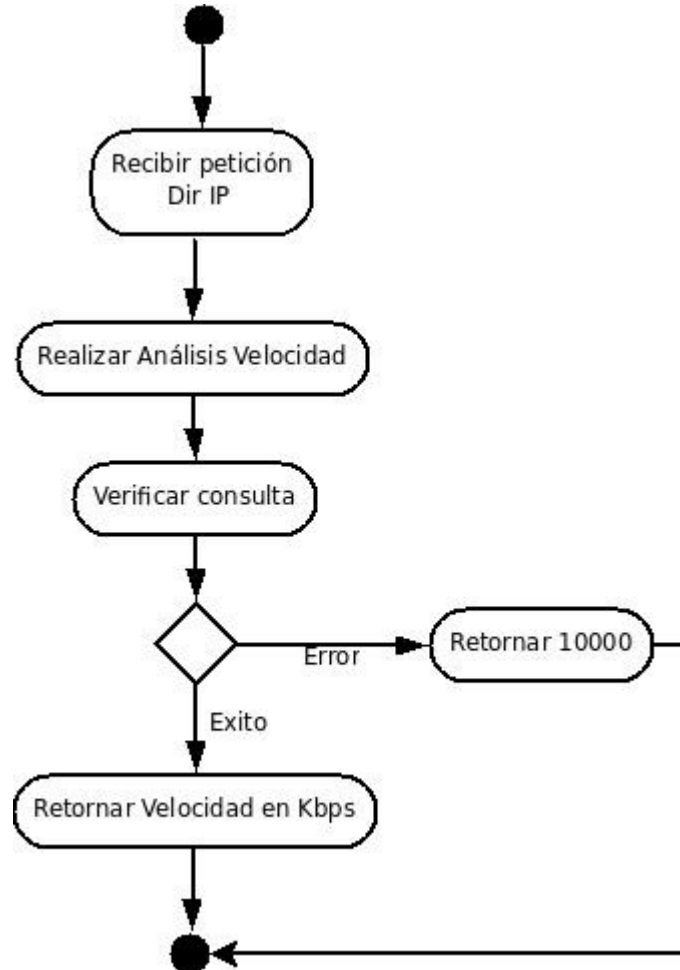


Figura 24. Diagrama de Actividades – Obtener Velocidad

- **Modelo de Experiencia**

A continuación se mostrarán el modelo de la experiencia para el sistema en su módulo del estudiante para lo cual se hace necesario definir aquellas tareas genéricas que debe cumplir este módulo y la forma en que obtiene y entrega el conocimiento.

De acuerdo a los modelos de tareas expuestos anteriormente y a la definición del problema, es posible identificar 2 tareas genéricas que involucran la adquisición y manipulación de conocimiento, las cuales son:

- Inicializar el Modelo.
- Actualizar el Modelo.

Inicializar el Modelo

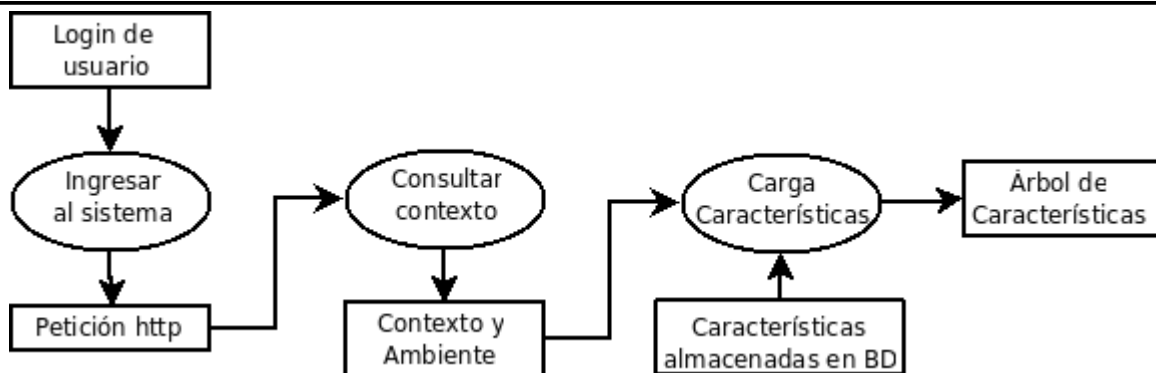


Figura 25. Diagrama de inferencia - Tarea genérica inicializar el modelo

Actualizar el Modelo

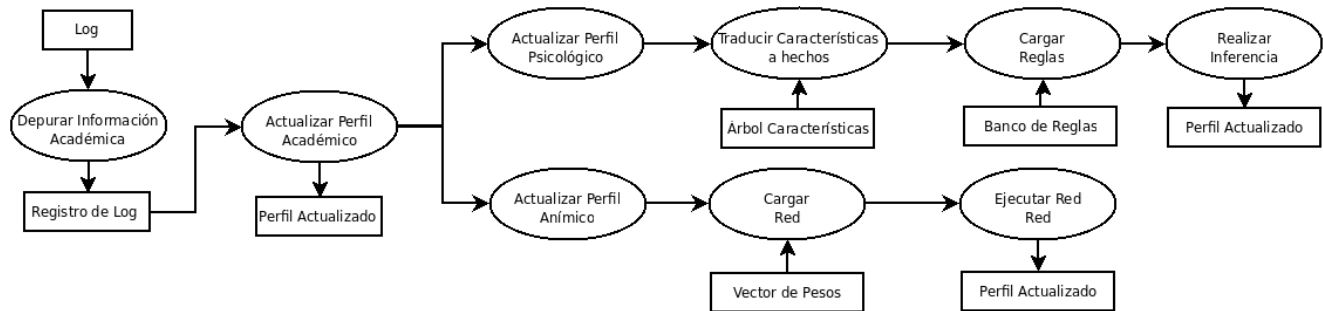


Figura 26. Diagrama de inferencia - Tarea genérica Actualizar Modelo

- **Modelo de Coordinación**

A continuación se muestra el modelo de coordinación de cada uno de los agentes el cual demuestra la forma y las comunicaciones que sostienen cada uno de los agentes de la plataforma. Para la especificación de este modelo se trabajara con el diagrama de Secuencia de UML que aporta un análisis adecuado a la interacción de los agentes.

Tarea Inicializar Modelo

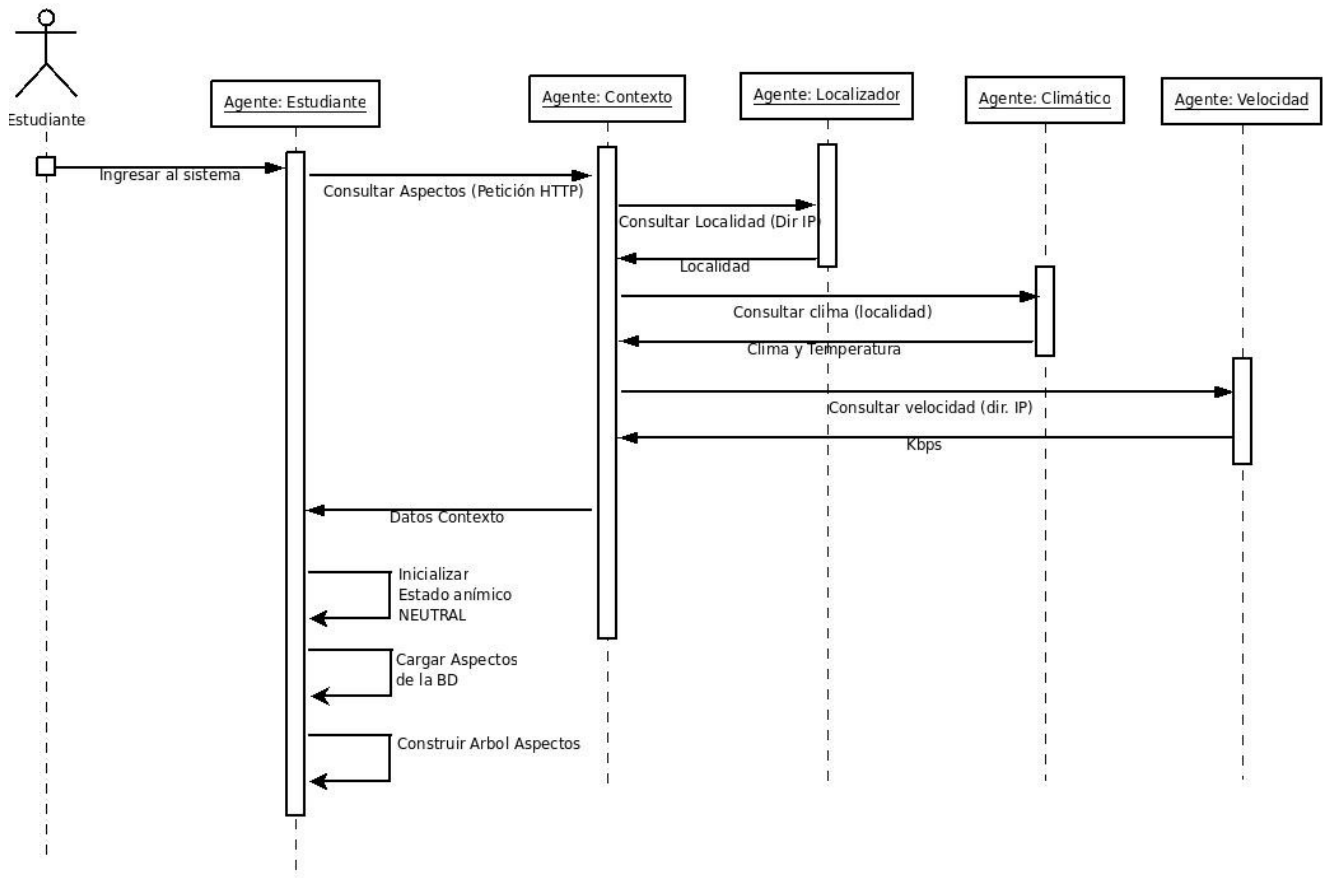


Figura 27. Diagrama de Secuencia - Tarea genérica inicializar el modelo

Tarea Actualizar el Modelo – Escenario 1

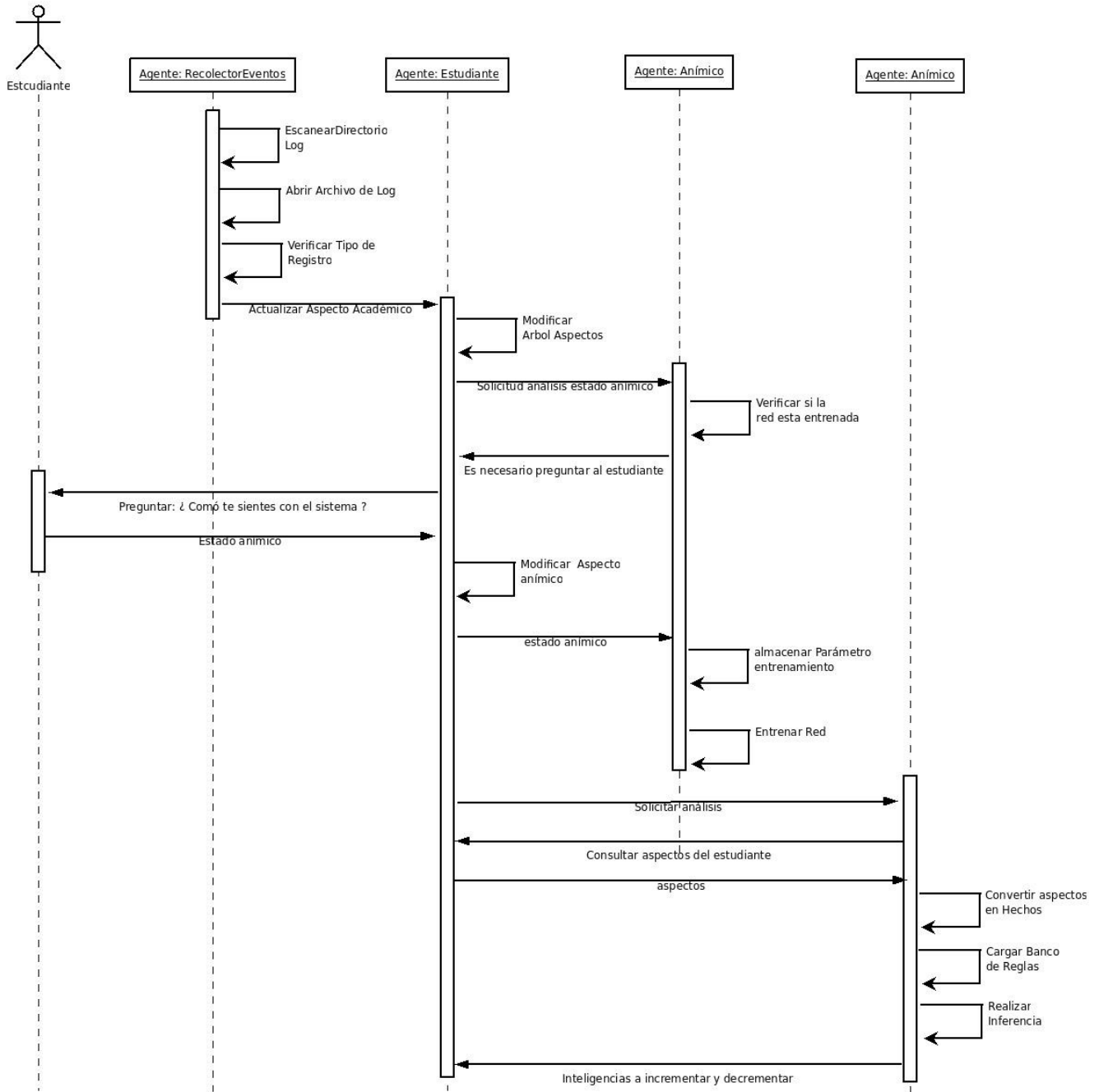


Figura 28. Diagrama de Secuencia - Tarea genérica Actualizar el modelo - Escenario 1: Red neuronal sin entrenar

Tarea Actualizar el Modelo – Escenario 2

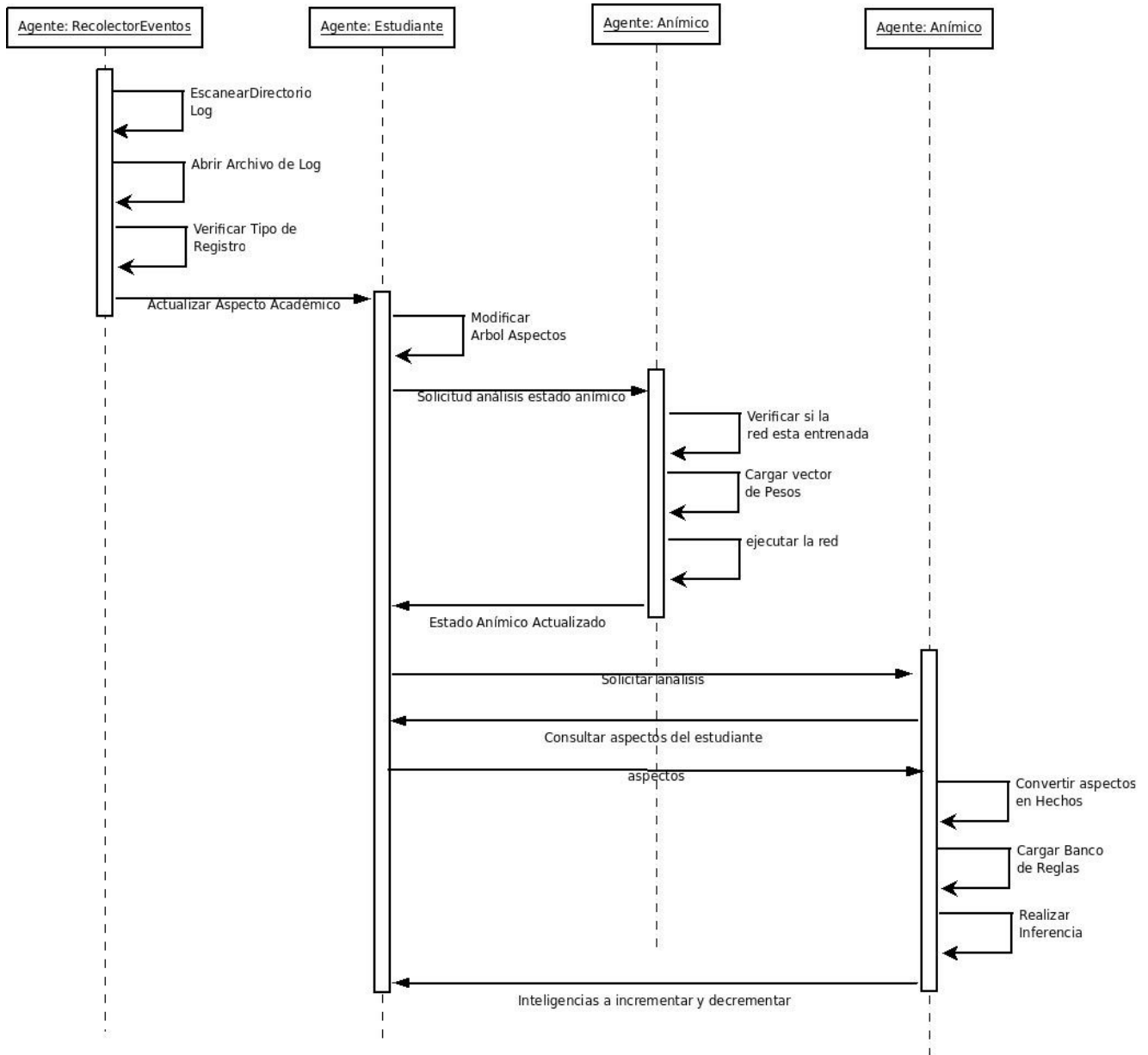


Figura 29. Diagrama de Secuencia - Tarea genérica Actualizar el modelo - Escenario 2: Red neuronal entrenada

- **Modelo de la organización**

A continuación se plasma un esquema en el cual se muestra la jerarquía y la manera en que esta dispuesta esta pequeña sociedad de agentes en el SMA a validar el modelo del estudiante.

Dentro de esta sociedad se puede identificar que el Agente líder o que coordina todas las actividades de los demás es el Estudiante el cual estará en lo mas alto del árbol jerárquico, en un segundo nivel se tienen los agentes anímico, psicológico y de contexto los cuales brindan información al líder. En un tercer nivel se encuentran los agentes localizador, climático y velocidad los cuales son subordinados del contexto.

Para dar más claridad se expone la siguiente gráfica del esquema de la organización:

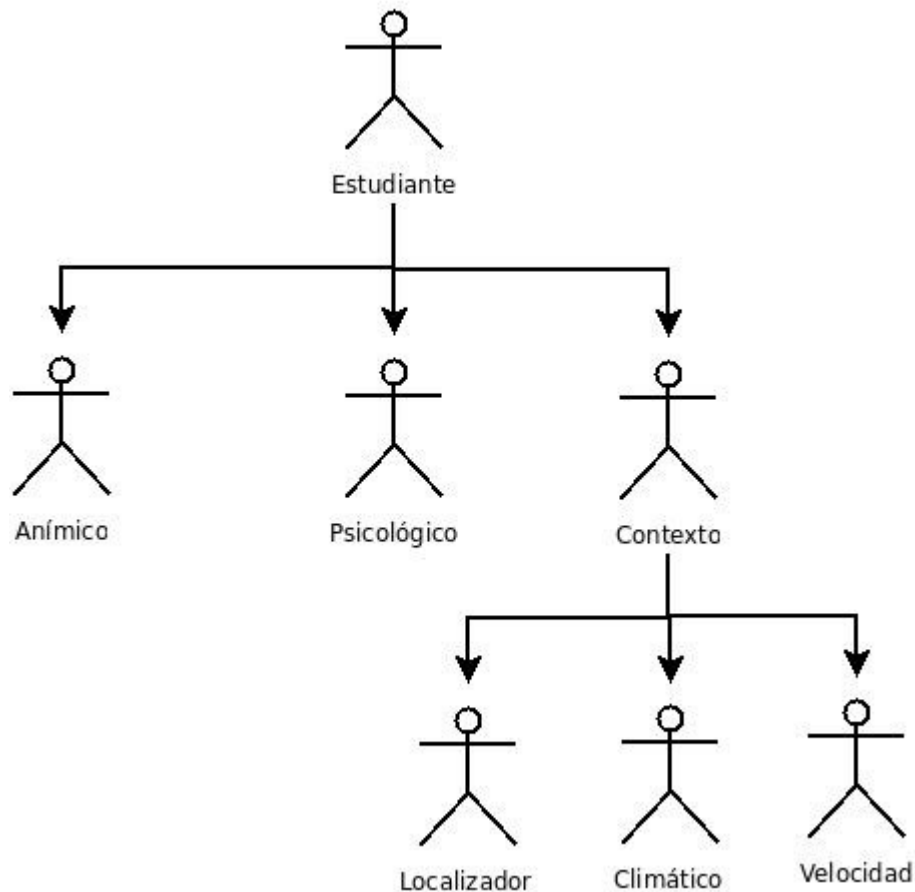


Figura 30. Diagrama de la organización

2. Conclusiones del capítulo

Las metodologías formales de análisis y diseño son herramientas eficaces para la especificación de un sistema.

Se demuestra la gran utilidad que tiene las técnicas de inteligencia artificial para la resolución de problemas de difícil resolución.

El análisis y el diseño del SMA permite concluir que la implementación de un modelo de estudiante dinámico que se acople fácilmente a cualquier plataforma, es totalmente válido teniendo la posibilidad de tener un modelo actualizado a cualquier paso del proceso educativo.

La gran ventaja que proporciona los SMA de distribuir la inteligencia, garantizando modularidad y posibilidades de escalar el sistema son de gran ayuda en la propuesta presentada.

VIII. CAPITULO 6. ARQUITECTURA DE LA PLATAFORMA PLATAFORMA SICAD+

Para la implementación del modelo de estudiante propuesto se he decido trabajar sobre la plataforma SICAD [Duque 2005] la cual propone un modelo de cursos virtuales adaptativos.

La plataforma SICAD realiza la personalización del curso por medio de la planificación inteligente del plan instruccional del alumno utilizando como parámetro de costo del plan la similitud entre el estilo de aprendizaje del alumno y el estilo de aprendizaje asignado a cada unidad Educativa.

1. Arquitectura del aplicativo

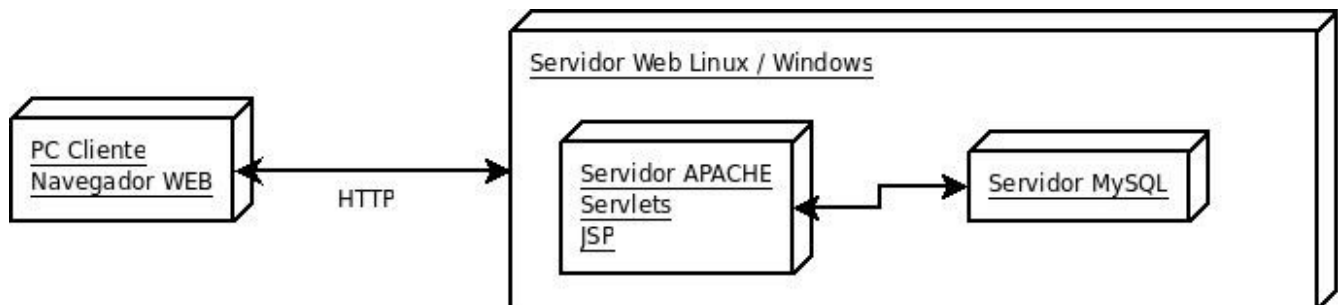


Figura 31. Diagrama de Despliegue - SICAD

El sistema fue diseñado para cursos virtuales en una plataforma Web, en un esquema cliente/servidor en el cual se involucran varias tecnologías. Es un desarrollo con base en herramientas libres y multiplataforma, por lo cual se puede instalar los servidores tanto en ambientes Windows como Linux y permite el acceso desde cualquier plataforma que posea un navegador Web. [Duque 2005] En la siguiente figura se muestra como interactúan los componentes del aplicativo.

2. Mejoras propuestas.

Como el modelo del estudiante propuesto por esta tesis, se plantea implementar dentro de la plataforma SICAD realizando diferentes mejoras para implementar el modelo planteado. Por tal razón el aplicativo mejorado tendrá el nombre de SICAD+. A continuación se enumeran algunos de los cambios.

1. Se emplean los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman. La plataforma está diseñada para que en el momento de la implanatación se decida sobre que modelos de estilo de aprendizaje adoptar siempre y cuando se sea consecuente en los

metadatos de las UE y en el perfil del estudiante.

2. Implementación, en la fase de registro de los siguientes test:
 - Test de estilos de aprendizaje de Felder y Silverman [Robayo 2003].
 - Test de personalidad [Boeree 2007].
 - Test de inteligencias múltiples [Chislett 2006].
3. Se agrega la posibilidad de vincular cualquier característica del estudiante a las unidades educativas
4. Se modifica el costo del plan para definir como parámetro la diferencia entre los aspectos concordantes.
5. Se implementa el SMA, para gestionar el modelo del estudiante de cada alumno. En consecuencia el diagrama de despliegue sufrió el siguiente cambio:

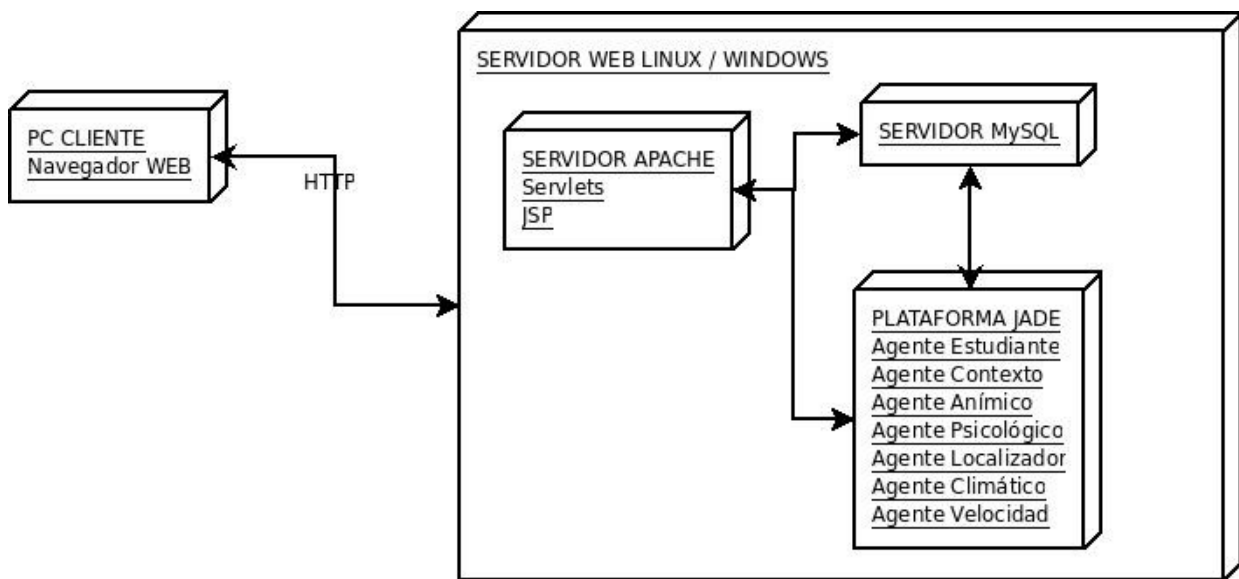


Figura 32. Diagrama de Despliegue - SICAD+

3. Modificación de la selección de las UE para un estudiante.

La plataforma SICAD tiene como criterio de selección de las UE para la consecución de un objetivo determinado el estilo de aprendizaje del alumno. Pero como lo que logra el modelo propuesto es tener un modelo del estudiante mucho más amplio este criterio de selección ha sido modificado.

Cada una de las UE registradas van a tener relacionados con conjunto de metadatos de tipo condicional a los cuales se les va a asignar un peso, cada uno tendrá la siguiente estructura:

*(característica <operación lógica> valor esperado) * peso*

Donde:

- característica: variable obtenida del modelo del estudiante.
- operación lógica: condicional del tipo igual, mayor que, menor que, mayor o igual que, menor o igual que, diferente y contiene.
- valor esperado: es el resultado que se quiere comparar.
- peso: el nivel de importancia (prioridad) que se le quiere dar a la regla para la selección de la UE, su valor estara en el rango entre 1 y 5.

Ej. Se tiene la UE1 la cual es una pagina web cuyo titulo es “Estructuras Condicionales” a la cual se le asignan los siguientes metadatos:

Característica	Operación	Valor esperado	Peso
personal.idioma	=	es	3
psicologico.matematica	>	200	5

Tabla 9. Ejemplo: metadatos UE

El criterio de selección de una UE esta dado por la siguiente formula:

$$\max(UE(\sum f(x)))$$

Donde :

$$f(x) = \text{característica} < \text{condición} > \text{valor esperado} ? \text{peso} : 0$$

Figura 33. Formula Selección UE

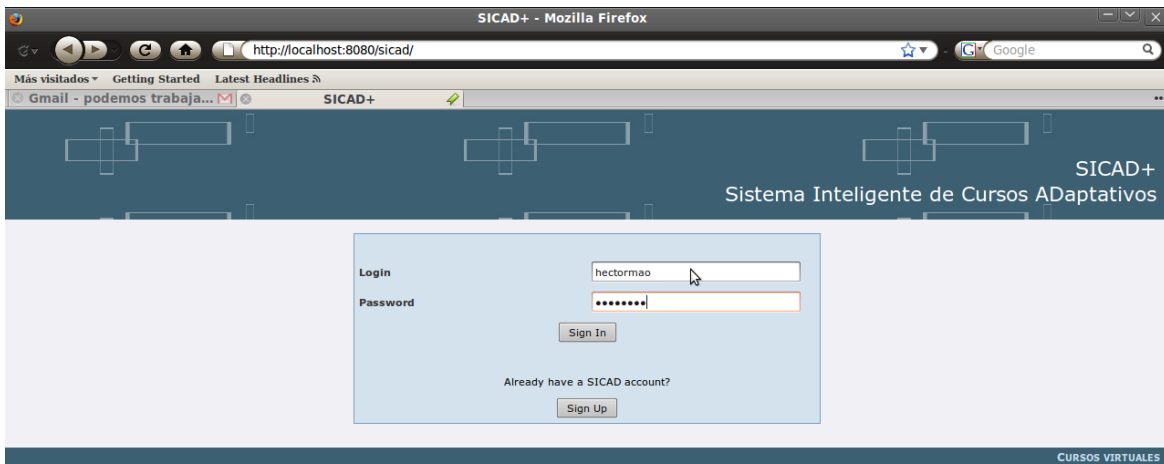
Lo que describe que se seleccionara aquella UE cuyo peso sea mayor del grupo de unidades disponibles para cumplir un objetivo en particular determinando asi que la escogida sea aquella que este mas cerca al estado actual del perfil del estudiante.

De acuerdo a lo anterior se convierte en requisito del sistema realizar una replanificación del curso siempre que ocurra un cambio considerable en el modelo, aplicando iterativamente el algoritmo de planificación y la estrategia de selección de UE expuesta.

4. Ingresar al sistema

Digitar en la barra de dirección el URL del aplicativo: <http://<servidor>:<puerto>/sica>

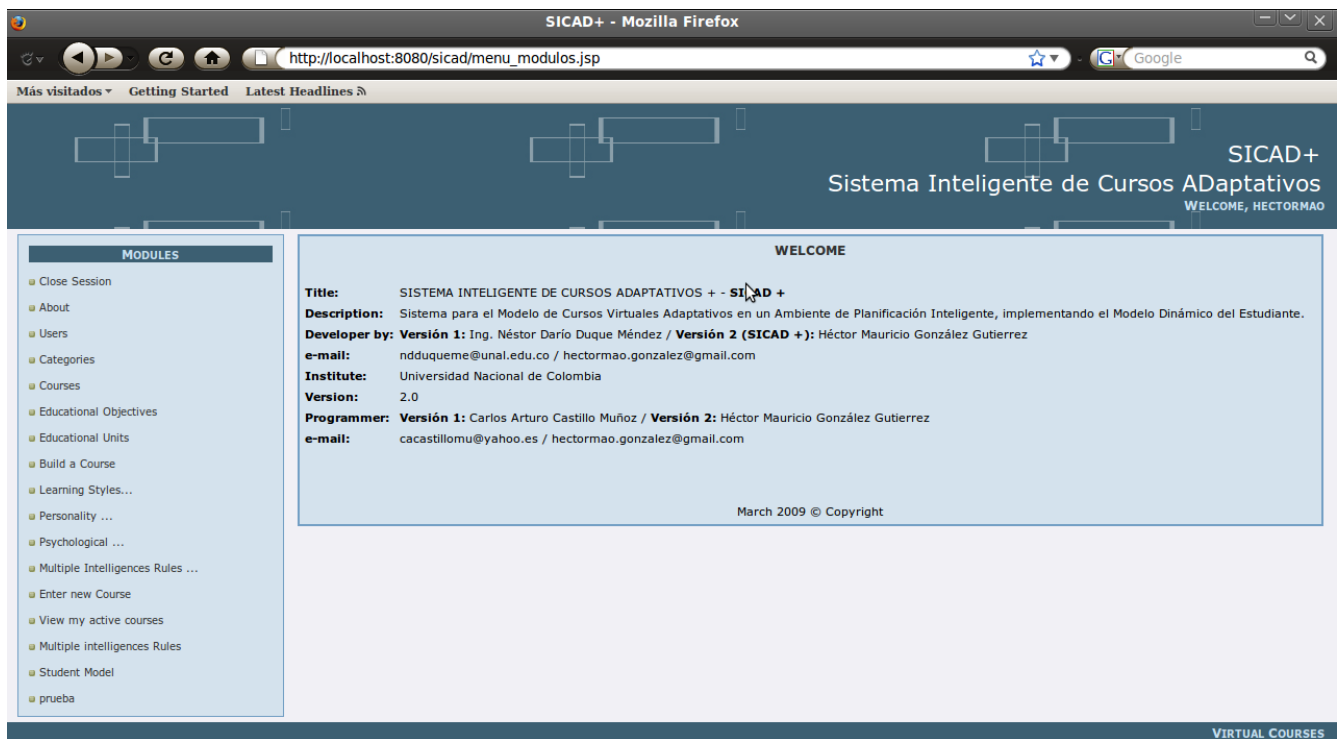
Ej: <http://localhost:8080/sica>



Listo

Figura 34. Ingresar al sistema SICAD

Después de digitar un usuario y contraseña validos se muestra su pagina principal que tiene a su lado izquierdo el menú principal del sistema.



Listo

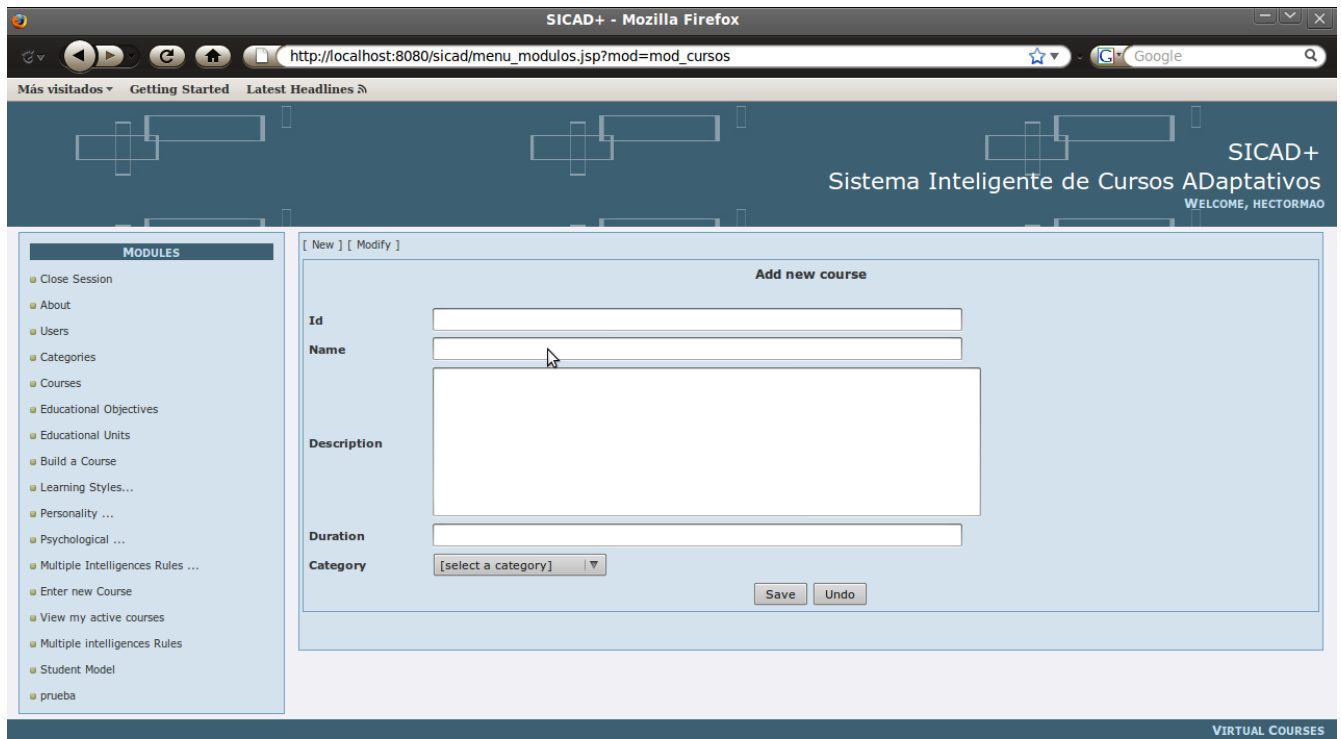
Figura 35. Página principal SICAD

5. Utilizar el sistema

El sistema brinda la posibilidad de crear 2 perfiles de usuarios distintos:

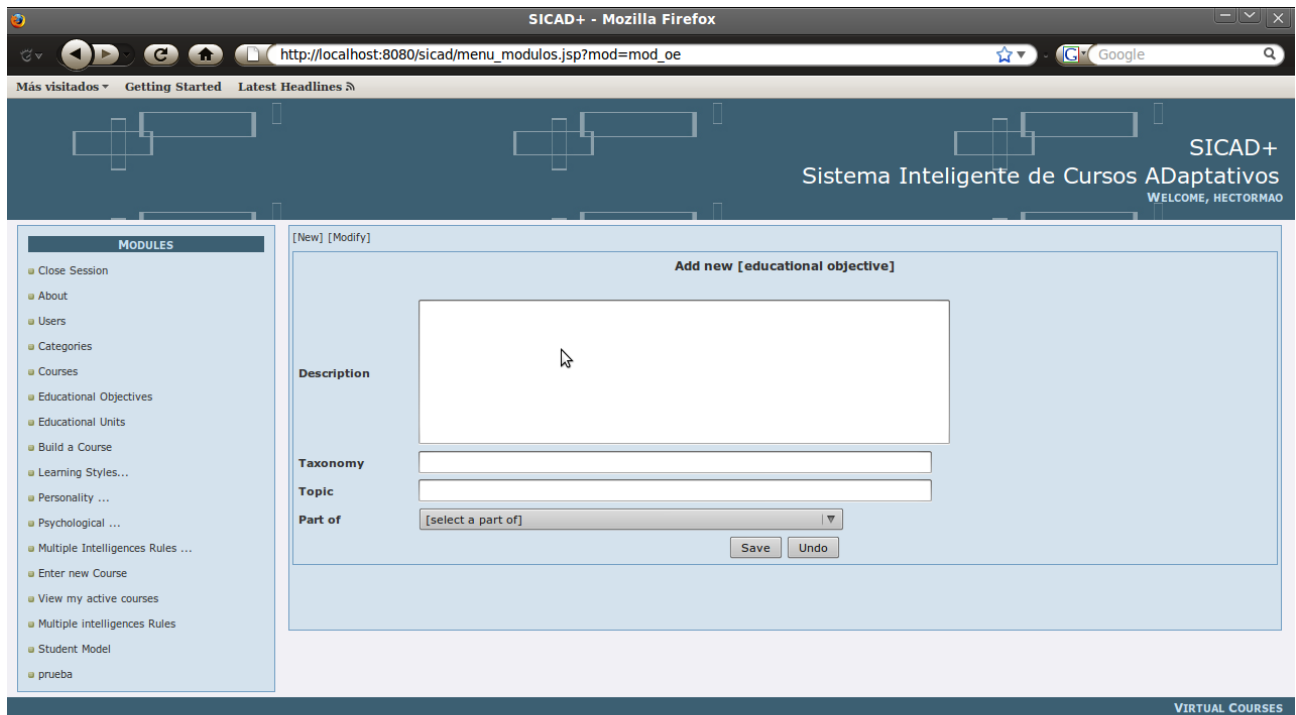
1. El usuario estudiante
2. El usuario docente (administrador).
3. El usuario administrador.

Desde el perfil de docente el aplicativo da la posibilidad de crear y administrar completamente cursos virtuales y a su vez brinda la posibilidad de gestionar todos sus componentes, tal cual como se muestran en las siguientes figuras:



Listo

Figura 36. Crear curso



Listo

Figura 37. Crear objetivo educativo

- Gestionar Unidades Educativas

The screenshot shows a web browser window titled "SICAD+ - Mozilla Firefox" with the URL "http://localhost:8080/sicad/menu_modulos.jsp?mod=mod_ue". The page header includes "SICAD+ Sistema Inteligente de Cursos ADaptativos" and "WELCOME, HECTORMAO". A left sidebar lists "MODULES" with various options like "Close Session", "About", "Users", "Categories", "Courses", "Educational Objectives", "Educational Units", "Build a Course", "Learning Styles...", "Personality ...", "Psychological ...", "Multiple Intelligences Rules ...", "Enter new Course", "View my active courses", "Multiple Intelligences Rules", "Student Model", and "prueba".

The main content area is titled "Add new [unidad educativa]" and contains the following form fields:

- Title:
- Creator:
- Subject:
- Description:
- Type: [select a type] ▼
- Language: [select a language] ▼
- Version:
- Interactivity Level: [select a level] ▼
- Typical Age Range:
- Difficulty: [select a difficulty] ▼
- Typical Learning Time:
- Prerequisite: [select a prerequisite] ▼
- Part of: [select a part of] ▼
- Student Profile: A table with columns Weight, Profile, Logical comparison, Value, and Result. The Profile column contains "personal.usuario".
- File:

Buttons at the bottom include "Save", "Undo", and "Examinar...". The status bar at the bottom left says "Listo" and the bottom right says "VIRTUAL COURSES".

Figura 38. Unidades Educativas

Formulario que permite la adición, eliminación y modificación de las unidades educativas de la plataforma, y también definir las reglas para vincular una UE a un perfil de estudiante.

Desde el punto de vista del Estudiante se pueden realizar acciones para inicializar ciertas características del estudiante, entre las cuales están:

- Test estilos de aprendizaje de Felder.

The screenshot shows a web browser window titled "SICAD+ - Mozilla Firefox" with the URL "http://localhost:8080/sicad/menu_modulos.jsp?mod=mod_felder". The page header includes "Grupo Bancolombia" and "SICAD+ Sistema Inteligente de Cursos ADaptativos WELCOME, HECTOR MAO". A left sidebar menu lists various modules like "Close Session", "About", "Users", "Categories", "Courses", "Educational Objectives", "Educational Units", "Build a Course", "Learning Styles...", "Personality ...", "Psychological ...", "Multiple Intelligences Rules ...", "Enter new Course", "View my active courses", "Multiple Intelligences Rules", "Student Model", and "prueba". The main content area is titled "ESTILOS DE APRENDIZAJE" and contains the following text: "El Índice de los Estilos de Aprendizaje, ILS por sus siglas en inglés (Index of Learning Styles) de Felder y Silverman está diseñado a partir de cuatro escalas bipolares relacionadas con las preferencias para los estilos de aprendizaje, que en el ILS son Activo-Reflexivo, Sensorial-Intuitivo, Visual-Verbal y Secuencial-Global. El instrumento de medición del ILS consta de 44 ítems (preguntas) con dos opciones de pregunta el cual se describe a continuación." Below this is the heading "INSTRUCCIONES PARA RESPONDER EL TEST" and a list of instructions: "1. Seleccione la opción 'a' o 'b' para indicar su respuesta a cada pregunta." and "2. Si tanto 'a' y 'b' parecen aplicarse a usted, seleccione aquella que se aplique más frecuentemente." The test questions are: "1. Entiendo mejor algo" (radio buttons for "si lo practico." and "si pienso en ello."), "2. Me considero" (radio buttons for "realista." and "Innovador."), "3. Cuando pienso acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga sobre la base de" (radio buttons for "una imagen." and "Palabras."), "4. Tengo tendencia a" (radio buttons for "entender los detalles de un tema pero no ver claramente su estructura completa." and "entender la estructura completa pero no ver claramente los detalles."), "5. Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda" (radio buttons for "hablar de ello." and "pensar en ello."), and "6. Si yo fuera profesor, yo preferiría dar un curso" (radio buttons for "que trata sobre hechos y situaciones reales de la vida." and "que trata sobre hechos y situaciones reales de la vida."). A "Listo" button is at the bottom left.

Figura 39. Formulario Test Felder

Formulario que permite la inicialización de los estilos de aprendizaje del estudiante por medio del test de Felder seleccionando la respuesta mas adecuada a cada individuo.

- Test de Personalidad.

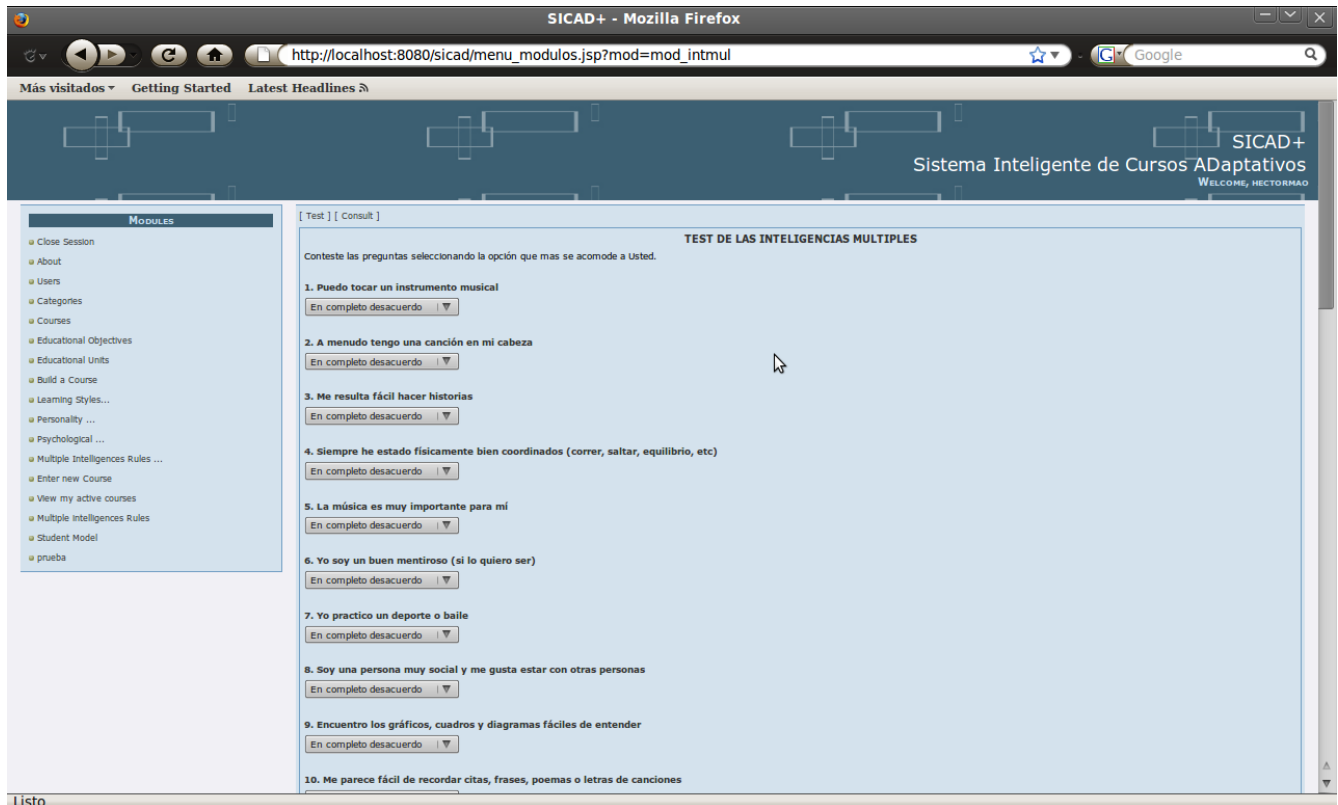
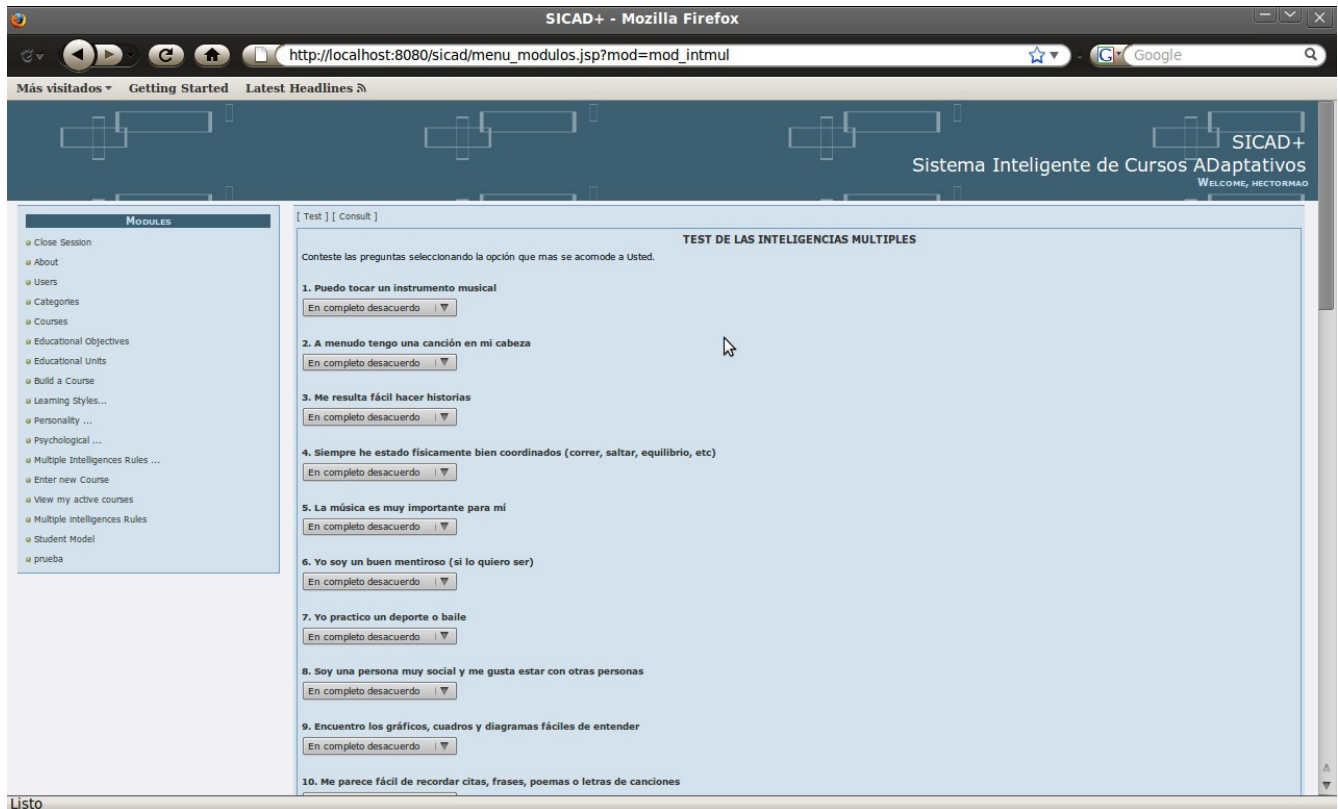


Figura 40. Test de Personalidad de EYSENCK

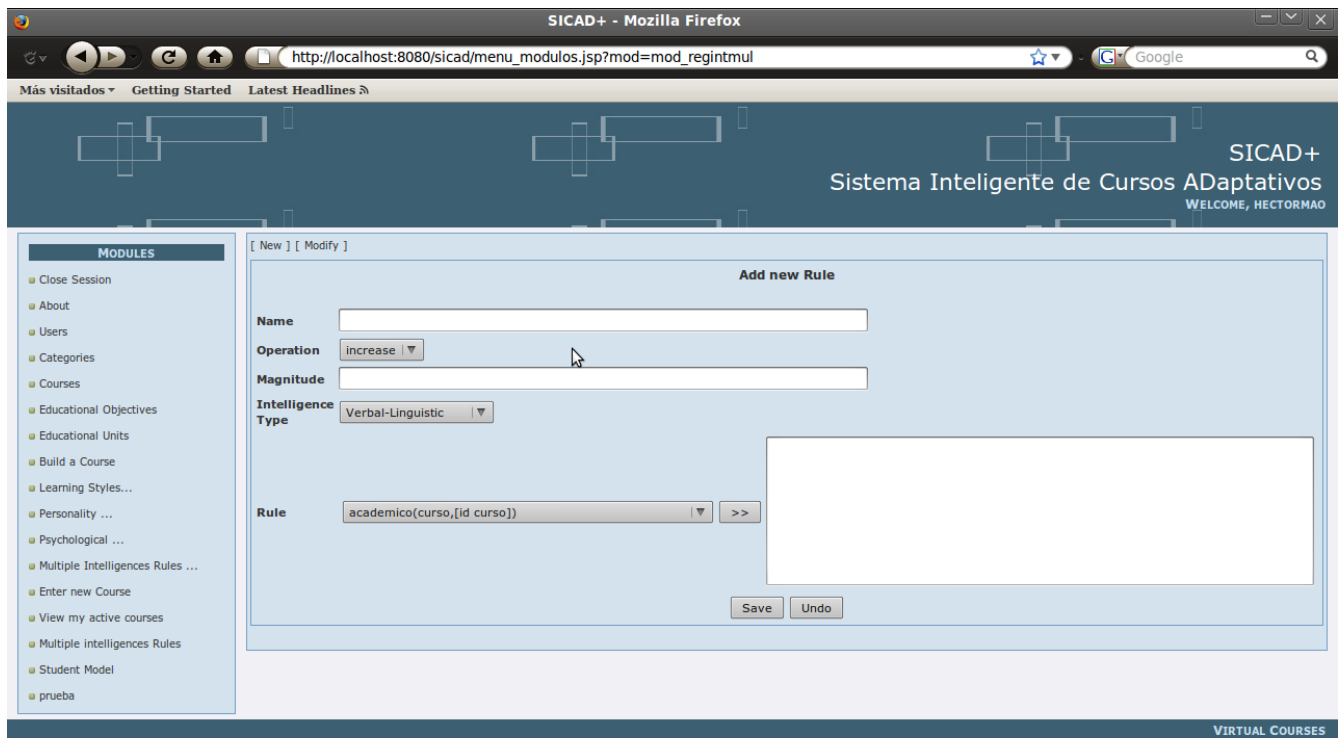
Por medio de este formulario se realiza la inicialización del aspecto de personalidad del alumno. Su llenado es por medio de selección múltiple.

- Test Psicológico (Inteligencias Múltiples)



Lista
Figura 41. Test de inteligencias múltiples

- Reglas para incrementar o disminuir el nivel de las inteligencias múltiples



Listo

Figura 42. Reglas para las inteligencias múltiples

- Modelo del Estudiante

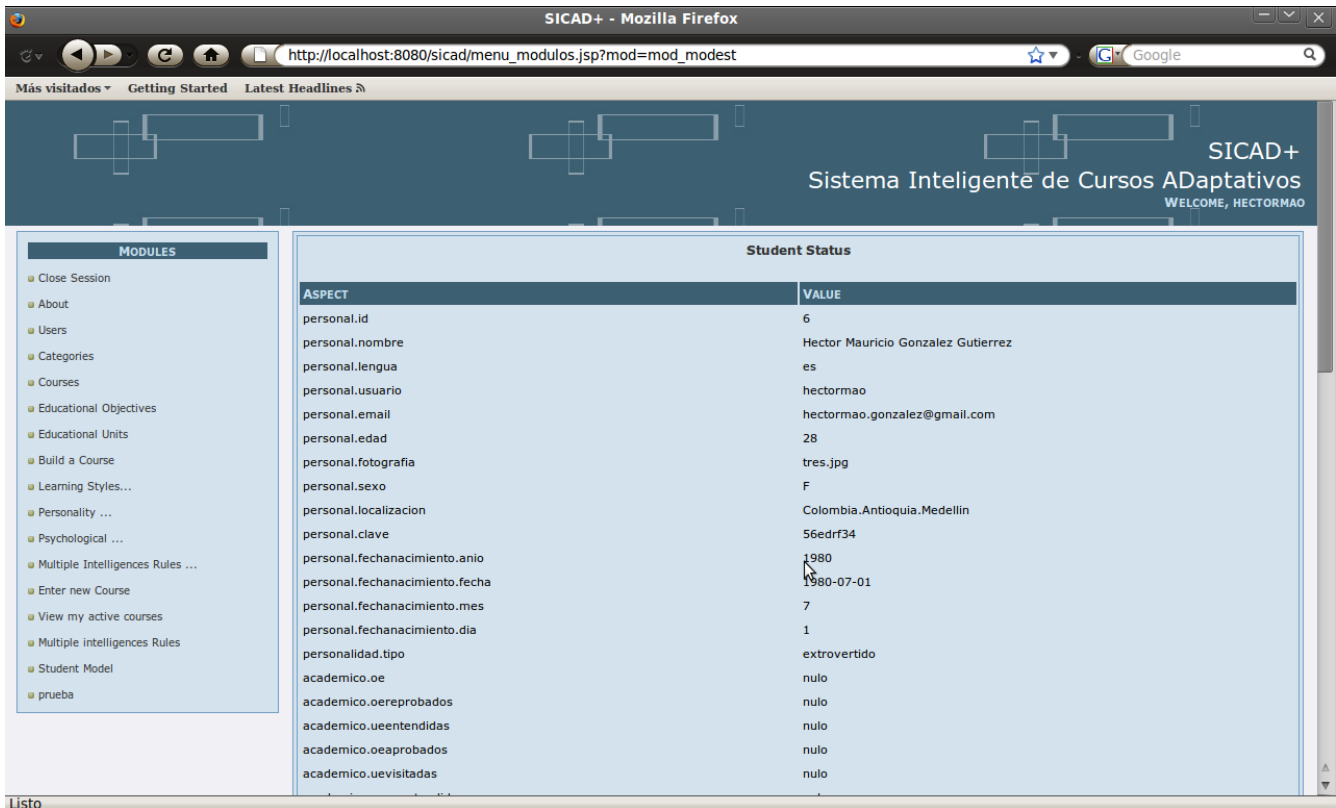


Figura 43.Estado actual del modelo del estudiante

6. Instalación

Para instalar la aplicación se requiere que previamente esté instalado el servidor Web Apache Tomcat, la maquina virtual de java 1.6 o superior y el servidor de Base de Datos MYSQL.

A continuación se mostrara paso a paso como se realiza la instalación del aplicativo.

1. Descomprimir la carpeta SICADv2.tar.gz dentro de un directorio temporal, así:

Linux:

```
mkdir tmp
tar -xzf SICADv2.tar.gz
```

Windows:

Crear una carpeta temporal
Clic derecho descomprimir el archivo .tar.gz

2. mover la carpeta *sicad* al directorio *webapps* del servidor *tomcat*, así:

Nota: se llamara `<CATALINA_HOME>` al directorio donde ha quedado instalado el servidor *Tomcat*.

Linux:

```
mv sicad <CATALINA_HOME>/webapps
```

Windows:

Mover directorio *sicad* al `<CATALINA_HOME>/webapps`

3. ejecutar el script de creacion de la base de datos, en un servidor *mysql*, así:

```
mysql -u root -p'<password>' < sicad.sql
```

4. Copiar la carpeta “.*sicad*” en el *HOME* del usuario

Linux:

copiar directorio *.sicad* a `/home/usuario/`

Windows:

copiar directorio *.sicad* a `C:\Documents and Settings\usuario`

5. Copiar el directorio *smamodest* al *HOME*

Linux:

copiar directorio *smamodest* a `/home/usuario/`

Windows:

copiar directorio *smamodest* a `C:\Documents and Settings\usuario`

6. Modificar parámetros de configuración del sistema, poner atención en los datos para la conexión a la *BD*.

Linux:

editar `/home/usuario/.sicad/sicad.cfg`

Windows:

editar `C:\Documents and Settings\usuario\.sicad\sicad.cfg`

7. Reiniciar servidor *tomcat*

Linux:

```
<CATALINA_HOME>/bin/shutdown.sh
```

```
<CATALINA_HOME>/bin/startup.sh
```

Windows:

```
<CATALINA_HOME>/bin/shutdown.bat
```

`<CATALINA_HOME>/bin/startup.bat`

8. Ejecutar el sistema multiagente

`java -jar smamodest.jar`

7. Conclusiones del capítulo

En este capítulo se mostró que el modelo propuesto es susceptible de ser implementado y probado. Se convierte en una herramienta experimental para evaluar los resultados de los sistemas adaptativos en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Se demuestra como con herramientas de código libre y de uso libre pueden ser implementados sistemas de alta complejidad.

La utilización de herramientas y compiladores multiplataforma hacen que la plataforma implementada sea portable y de fácil instalación.

La alta difusión de la filosofía del código libre han aumentado el potencial y la calidad de los productos de software de ésta corriente, resaltando dentro de estos las API de programación.

La integración de las mejoras planteadas por esta tesis demuestran la viabilidad técnica del modelo del estudiante propuesto.

IX. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Se ha podido identificar la importancia que tiene un modelo de usuario y más especialmente de estudiante que abarque las características que representen los objetivos, las metas y aquellos aspectos del ser que influyan en su proceso educativo, con el fin de tratar de maximizar el aprovechamiento del aprendizaje.

Se ha evidenciado la poca profundidad con la que se trata el tema del modelo del estudiante en sistemas de educación virtual lo que causa que los sistemas se vuelvan poco interesantes para sus usuarios, logrando con esto la poca difusión y utilización de este tipo de aplicativos. Una de las causas atribuibles a este evento, es la dificultad y lo costoso que se convierte la construcción de un esquema completo del alumno si no se investiga en ciencias de la computación como lo es la Inteligencia Artificial y la pedagogía aspecto poco tratado en este tipo de plataformas.

Se demuestra la importancia que toma la inteligencia artificial y sus técnicas para la actualización dinámica del modelo, logrando un sistema liviano y de bajo costo computacional que puede ser llevado a la web y usado por usuarios de cualquier tipo, logrando así mayor diversificación y cobertura en la educación.

Queda demostrado la capacidad de definir un modelo computacional del alumno que pueda ser actualizado de forma dinámica durante el proceso de enseñanza por medio de diversas técnicas de seguimiento del estudiante.

Por medio de la validación del modelo, gracias a las metodologías de análisis y diseño y a las herramientas y frameworks de desarrollo se pudo crear un sistema fácilmente adaptable a cualquier plataforma que representa el estado actual del alumno, aspecto de gran importancia dentro de los sistemas de educación virtual.

La portabilidad del modelo implementado y su especificación dejan abierta la puerta para que nuevos desarrolladores e investigadores del tema de educación virtual mejoren el modelo propuesto con nuevos aspectos y maneras de actualizar las características del alumno.

Se plantea como trabajo futuro el estudio interdisciplinario entre las tecnologías de la información y las ciencias humanas (psicología, sociología, pedagogía), con el fin de incrementar los aspectos tenidos en cuenta por este modelo y lograr así el aumento en la eficacia del proceso de aprendizaje de los estudiantes inscritos en cursos virtuales. También se pone a consideración mejoras tanto en la captura como en la actualización de las características presentadas en el presente documento.

X. REFERENCIAS

[Acosta et al. 2000] Acosta B., Maria Isabel; Salazar I., Harlod; Zuluaga M., Camilo A. Tutorial de Redes Neuronales, disponible en: <http://ohm.utp.edu.co/neuronales/> 2000. Fecha consulta: Enero 2008.

[Andina 2001] Andina de la Fuente, Diego. Tutorial de Redes Neuronales. universidad Politécnica de Madrid-UPM (España). 2001. Disponible en <http://www.gc.ssr.upm.es/inves/neural/ann2/anntutor.htm>. Fecha consulta: Marzo de 2008.

[Baker et al. 2006] Baker, R. Corbett, A. Wagner, A. Human Classification of Low-Fidelity Replays of Student Actions. ITS 2006.

[Ballester y Colom 2006] Ballester Brage , Luís. Colom Cañellas, Antonio J. Lógica difusa: una nueva epistemología para las Ciencias de la Educación. Revista de Educación, 340. Mayo-agosto 2006, pp. 995-1008.

[Bica 1999] BICA, Francine. Eletrotutor III: Uma Abordagem Multiagente para o Ensino à Distância. Tesis de Maestria, *UFRGS*, Porto Alegre, 1999.

[Boeira 2001] Boeira, Alessandro. Um Modelo do Aluno Adaptativo para Sistemas na Web. 2001.

[Boeree 2007] Boeree, George. Eysenck Personality Minitest, Shippensburg University, 2007. Disponible en <http://webspaceship.edu/cgboer/eysenckminitest.html>. Fecha Consulta: Noviembre 2007.

[Bra y Calvi 1998] Bra P; Calvi L. AHA! An open Adaptative Hipermedia Architecture. The New Review of Hypermedia and Multimedia, Vol. 4, Taylor Graham Publishers, 1998, pp. 115-139.

[Brusilovsky et al. 1998] Brusilovsky, P; Eklund, S; Schwarz, E. Web-Based Education for All: A Tool for Development Adaptative Courseware. Computer Networks and ISDN Systems, 30(1-7), 291-300.

[Brusilovsky y Maybury 2002] Brusilovsky, Peter; Maybury, Mark T; From Adaptive Hypermedia to the Adaptive Web, Communications of the ACM, Volume 45 , Issue 5, 2002.

[Carbonell 1970] Carbonell, J. R. AI in CAI: An artificial intelligence approach to computer assisted instruction. IEEE transaction on Man Machine System. V11 n.4, p 190-202, 1970.

[Carro et al. 2001] Carro R.M; Pulido, E; Rodríguez, P. Creación de Cursos Adaptativos en TANGOW. Revista de Enseñanza y Tecnología. Universidad Autónoma de Madrid. 2001.

[Chislett 2006] Chislett, Victoria. Multiple Intelligences Test - based on Howard Gardner's MI Model. 2006 (disponible en www.businessballs.com/freepdfmaterials/free_multiple_intelligences_test_young_people.pdf). Fecha consulta: Marzo 2008.

[Conejo et al. 2001] Conejo, Ricardo; Millán, Eva; Pérez de la Cruz, José Luis; Trella, Mónica. Modelado del Alumno: un Enfoque Bayesiano. ETSI Informática, Universidad de Málaga. 2001.

[Conati 2006] Conati, Cristina. Building a Probabilistic Model of User Affect from Causes and Effects. 2006.

[Criado 2002] Criado Briz, José Mario. Introducción a los Sistemas Expertos. Consultado en 06, 05, 2007 disponible en http://ingenieroseninformatica.org/recursos/tutoriales/sist_exp/cap1.php. 2002.

[D'Amico 1999] D'Amico, C. B. Aprendizagem Estática e Dinâmica em Ambientes Multiagentes de Ensino-Aprendizagem. Tese de Doutorado, UFRGS . Porto Alegre, 1999.

[Duque et al. 2004] Duque M, Nestor Dario. Guzmán y Jiménez R, Claudia. AI Planning for automatic generation of customized virtual courses. 16th European Conference on Artificial Intelligence. Valencia. España, 2004.

[Duque 2005] Duque M, Nestor Dario. Modelo de Cursos Virtuales Adaptativos en un Ambiente de Planificación Inteligente. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2005.

[Duque 2006] Duque M, Nestor Dario. Modelo Adaptativo Multi-agente Para La Planificación Y Ejecución De Cursos Virtuales Personalizados. 2006.

[Duque 2007] Duque M, Néstor D. Propuesta de Tesis de Doctorado en Ingeniería-Sistemas. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, pp. 34, 2007.

[Eysenk 1991] Eysenck, Hans J. Dimensions of Personality, Dictionary of Behavioral Assessment Techniques, 1991.

[Felder 1998] Felder, R. Index of Learning Styles. Disponible en <http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSpage.html> .1998. Fecha consulta: Diciembre de 2006.

[Felder 2004] Felder, R. Cómo estructurar la Currícula en Ingeniería. IV CAEDI. Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería. Instituto Tecnológico de Buenos Aires. 2004.

[Fierro 1990] Fierro, Alfredo. Personalidad y Aprendizaje en el Contexto Escolar, Desarrollo Psicológico y Educación, vol. II: Psicología de la educación. Madrid, 1990.

[Figuroa et al. 2007] Figuroa, Nancy; Cataldi, Zulma; Mendez, Pablo; Zander, Juan R; Costa, Guido; Lage, Fernando. Los estilos de aprendizaje y las inteligencias múltiples en cursos iniciales de programación, Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires, 2007.

[Freeman y Skapura 1993] Freeman, J. A. Skapura, D. M. Redes Neuronales. Algoritmos, aplicaciones y técnicas de programación. p: 97-106. Addison – Wesley / Diaz de Santos. 1993.

[Gardner 1995] Gardner, Howard. Estructuras de la Mente: La Teoría de las Inteligencias Múltiples, 1995.

[Gilbert y Han 1999] Gilbert J.E. & Han C.Y. Adapting instruction in search of ‘a significant difference’. Journal of Network and Computer Applications, 22, 1999.

[Girardi 99] Girardi R. Interfaces de usuario inteligentes: Sistemas adaptativos. Interacción humano-computador y diseño de interfaces. 1999. Disponible en: <http://www.crnti.edu.uy/05trabajos/interface/InterfacesdeUsuarioInteligentes.doc> Fecha Consulta: mayo de 2007.

[Gómez 2003] Gomez Sanz, Jorge J. Metodologías para el desarrollo de sistemas multi-agente. Departamento de Sistemas Informáticos y Programación Facultad de Informática, Universidad Complutense. Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. No.18. Madrid, 2003.

[Greer 1999] Greer, C. Student Models: The Key to Individualized Educational Systems, Springer Verlag, New York. 1999.

[Hilera y Martinez 1995] Hilera, J; Martínez, V. Redes Neuronales Artificiales. Fundamentos, modelos y aplicaciones. RA-MA, Madrid , 1995.

[Iglesias 1998] Iglesias, C. Definición de una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Multi-Agente. Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, Universidad Politécnica de Madrid, 1998.

[Iglesias et al. 1998b] Iglesias, C; Garijo, M; Gonzalez, J. C; Velasco, J. R. Analysis and design of multiagent systems using MASCommonKADS, en Intelligent Agents IV . LNAI Volume 1365 ed. SpringerVerlag: Berlin, 1998

[Kearsley 1987] Kearsley, G. Artificial Intelligence and Instruction. Reading, MA: Addison Wesley. 1987.

[Kinny et al. 1997] Kinny, D; Georgeff, M; Rao, A. A Methodology and Modelling Technique for Systems of BDI Agents. Lecture Notes in Computer Science. 1997.

[Laroussi y Ben 1998] Laroussi M; Ben A.M. Providing an adaptative learning through the WEB Case of CAMELON: Computer Aided Medium for Learning On Networks. Proceedings of the 4th International Conference on Computer-Aided Learning and Instruction in Science and Engineering (CALISCE'98). Goteborg, Sweden. Junio 1998.

[Limoanco y Sison 2006] Limoanco, Teresita; Sison, Raymund. Learner Agents as Student Modeling: Design and Analysis. Advanced Learning Technologies, 2003. Proceedings. The 3rd IEEE International Conference, 2006.

[Litman Forbes 2005] Litman, Diane J; Forbes-Riley, Kate. Recognizing Student Emotions and Attitudes on the Basis of Utterances in Spoken Tutoring Dialogues with both Human and Computer Tutors, Speech Communication Volume 48, Issue 5. 2005.

[Lizcano 1989] Lizcano de Guerrero, Carmen C. Plan Curricular. Universidad Santo Tomás. Tercera edición. Bogotá 1989.

[Montaña et al. 2002] Montaña de Barragán, Clemencia; Acosta, María A; Gerena, Ruby M. Estudio Descriptivo Correlacional entre Ira y Personalidad a la Luz de la Teoría de Hans Eysenck, Revista Colombiana de Psicología, 2002, No. 11, 56-70.

[Morales 2002] Morales Luna, Guillermo. Introducción a la lógica difusa, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN . 2002.

[Moreno y Quiñones 2009] Moreno Castañeda, Maria J; Quiñones Reyna, Danilo A. La perspectiva

didáctica de la estimulación motivacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje, Revista Iberoamericana de Educación, 2009.

[Myers McCaulley 1986] I.B. Myers M.H. McCaulley M.H. Manual: A Guide to the Development and Use of the Myers-Briggs Type Indicator, 2nd Edition. Palo Alto: Consulting psychologists Press, 1986.

[Nakabayashi et al. 1996] Nakabayashi, Kiyoshi et al.. An intelligent Tutoring system on word-wide-web: towards an integrated learning environment on a distributed hypermedia. NTT, Toquio, 1996.

[Ovalle y Jimenez 2006] Ovalle C, Demetrio A; Jimenez B, Jovani A; MILLENIUM: A Learning Framework based on Integrating Model of Intelligent Tutoring Systems and Computer Supported Collaborative Learning, 2006.

[Peña et al. 2002] Peña, Clara Inés; Marzo, Jose-L; de la Rosa , Josep Lluís; Fabregat, Ramón. Un Sistema de Tutoría Inteligente Adaptativo Considerando Estilos de Aprendizaje, 2002.

[Pressman 1982] Pressman, R. S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. Libro completo. McGraw-Hill Series in Software Engineering and Technology. McGraw-Hill, Inc. 1982.

[Ribeiro et al. 1998] Ribeiro, M. B.; Noya, R. C.; Fuks, H. Um Ambiente de Aprendizaje Cooperativo para WEB.CONGRESSO RIBIE, 4., 1998, Brasília, DF. Anais... Brasília, 1998.

[Ritter 1997] Ritter, S. Pat Online: A Model-Tracing Tutor on the World-wide Web. Proceedings of the Workshop Intelligent Educational Systems on the World Wide Web, 8th World Conference of the AIED Society, Kobe, Japan, 18-22 August 1997.

[Robayo 2003] Perea Robayo M, Material de estudio para el Diplomado Virtual en Estilos de Aprendizaje de la Universidad del Rosario. Colombia, 2003.

[Salcedo et al. 2002] Salcedo Lagos, Pedro; Labraña, Cecilia; Farrán Leiva, Yussef. Una Plataforma

Inteligente de Educación a Distancia que incorpora la Adaptabilidad de Estrategias de Enseñanza al Perfil, Estilos de Aprendizaje y Conocimiento de los Alumnos, Congreso Uruguayo de Informática y Centro Latinoamericano de Estudios en Informática, 2002.

[Samper 2004] Samper Márquez, Juan J. Introducción a los sistemas expertos. <http://www.redcientifica.com/doc/doc199908210001.html>, 2004. Consultado en Octubre de 2008.

[Tansley et al. 1993] Tansley, D. S. W; Hayball, C. C. Knowledge Based systems Analysis and Design a KADS developer's handbook. Prentice Hall. 1993.

[Tsinakos y Margaritis 2000] Tsinakos, Avgoustos A; Margaritis, Kostantinos G. Student Models: The transit to Distance Education, Department of Applied Informatics, University of Macedonia, 2000.

[Tsiriga y Virvou 2002] Tsiriga, Victoria; Virvou, Maria. Dynamically Initializing the Student Model in a Web-based Language Tutor. Proceedings of the 1st IEEE Symposium on Intelligent Systems, 2002.

[Weber y Möllenberg 1995] Weber, G., Möllenberg, A. ELM Programming Environment: A Tutoring System for LISP Beginners. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1086. Springer Verlag, 1995.

[Wooldridge et al. 2000] Wooldridge, M; Jennings, N. R; Kinny, D. The Gaia Methodology for Agent-Oriented Analysis and Design, Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, vol. 15 2000.

[Zaitseva y Boule 2003] Zaitseva, Larissa; Boule, Cathrine. Student Models in Computer-Based Education. Advanced Learning Technologies, 2003. Proceedings. The 3rd IEEE International Conference, 2003.

XI. ANEXO A. TEST DE FELDER

El test y la forma de como analizar sus datos han sido tomados de [Robayo 2003].

INSTRUCCIONES PARA RESPONDER EL TEST

- Encierre en un círculo la opción "a" o "b" para indicar su respuesta a cada pregunta. Por favor seleccione solamente una respuesta para cada pregunta.
- Si tanto "a" y "b" parecen aplicarse a usted, seleccione aquella que se aplique más frecuentemente.

TEST

1. Entiendo mejor algo
 - (a) si lo practico.
 - (b) si pienso en ello.
2. Me considero
 - (a) realista.
 - (b) Innovador.
3. Cuando pienso acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga sobre la base de
 - (a) una imagen.
 - (b) Palabras.
4. Tengo tendencia a
 - (a) entender los detalles de un tema pero no ver claramente su estructura completa.
 - (b) entender la estructura completa pero no ver claramente los detalles.
5. Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda
 - (a) hablar de ello.
 - (b) pensar en ello.
6. Si yo fuera profesor, yo preferiría dar un curso
 - (a) que trate sobre hechos y situaciones reales de la vida.
 - (b) que trate con ideas y teorías.
7. Prefiero obtener información nueva de
 - (a) imágenes, diagramas, gráficas o mapas.
 - (b) instrucciones escritas o información verbal.
8. Una vez que entiendo

- (a) todas las partes, entiendo el total.
 - (b) el total de algo, entiendo como encajan sus partes.
- 9.** En un grupo de estudio que trabaja con un material difícil, es más probable que
- (a) participe y contribuya con ideas.
 - (b) no participe y solo escuche.
- 10.** Es más fácil para mí
- (a) aprender hechos.
 - (b) aprender conceptos.
- 11.** En un libro con muchas imágenes y gráficas es más probable que
- (a) revise cuidadosamente las imágenes y las gráficas.
 - (b) me concentre en el texto escrito.
- 12.** Cuando resuelvo problemas de matemáticas
- (a) generalmente trabajo sobre las soluciones con un paso a la vez.
 - (b) frecuentemente sé cuales son las soluciones, pero luego tengo dificultad para imaginarme los pasos para llegar a ellas.
- 13.** En las clases a las que he asistido
- (a) he llegado a saber como son muchos de los estudiantes.
 - (b) raramente he llegado a saber como son muchos estudiantes.
- 14.** Cuando leo temas que no son de ficción, prefiero
- (a) algo que me enseñe nuevos hechos o me diga como hacer algo.
 - (b) algo que me de nuevas ideas en que pensar.
- 15.** Me gustan los maestros
- (a) que utilizan muchos esquemas en el pizarrón.
 - (b) que toman mucho tiempo para explicar.
- 16.** Cuando estoy analizando un cuento o una novela
- (a) pienso en los incidentes y trato de acomodarlos para configurar los temas.
 - (b) me doy cuenta de cuales son los temas cuando termino de leer y luego tengo que regresar y encontrar los incidentes que los demuestran.
- 17.** Cuando comienzo a resolver un problema de tarea, es más probable que
- (a) comience a trabajar en su solución inmediatamente.
 - (b) primero trate de entender completamente el problema.
- 18.** Prefiero la idea de
- (a) certeza.

- (b) Teoría.
- 19.** Recuerdo mejor
- (a) lo que veo.
 - (b) lo que oigo.
- 20.** Es más importante para mí que un profesor
- (a) exponga el material en pasos secuenciales claros.
 - (b) me dé un panorama general y relacione el material con otros temas.
- 21.** Prefiero estudiar
- (a) en un grupo de estudio.
 - (b) Solo.
- 22.** Me considero
- (a) cuidadoso en los detalles de mi trabajo.
 - (b) creativo en la forma en la que hago mi trabajo.
- 23.** Cuando alguien me da direcciones de nuevos lugares, prefiero
- (a) un mapa.
 - (b) instrucciones escritas.
- 24.** Aprendo
- (a) a un paso constante. Si estudio con ahínco consigo lo que deseo.
 - (b) en inicios y pausas. Me llego a confundir y súbitamente lo entiendo.
- 25.** Prefiero primero
- (a) hacer algo y ver que sucede.
 - (b) pensar como voy a hacer algo.
- 26.** Cuando leo por diversión, me gustan los escritores que
- (a) dicen claramente los que desean dar a entender.
 - (b) dicen las cosas en forma creativa e interesante.
- 27.** Cuando veo un esquema o bosquejo en clase, es más probable que recuerde
- (a) la imagen.
 - (b) lo que el profesor dijo acerca de ella.
- 28.** Cuando me enfrento a un cuerpo de información
- (a) me concentro en los detalles y pierdo de vista el total de la misma.
 - (b) trato de entender el todo antes de ir a los detalles.
- 29.** Recuerdo más fácilmente
- (a) algo que he hecho.

- (b) algo en lo que he pensado mucho.
- 30.** Cuando tengo que hacer un trabajo, prefiero
 - (a) dominar una forma de hacerlo.
 - (b) intentar nuevas formas de hacerlo.
- 31.** Cuando alguien me enseña datos, prefiero
 - (a) gráficas.
 - (b) resúmenes con texto.
- 32.** Cuando escribo un trabajo, es más probable que
 - (a) lo haga (piense o escriba) desde el principio y avance.
 - (b) lo haga (piense o escriba) en diferentes partes y luego las ordene.
- 33.** Cuando tengo que trabajar en un proyecto de grupo, primero quiero
 - (a) realizar una "tormenta de ideas" donde cada uno contribuye con ideas.
 - (b) realizar la "tormenta de ideas" en forma personal y luego juntarme con el grupo para comparar las ideas.
- 34.** Considero que es mejor elogio llamar a alguien
 - (a) sensible.
 - (b) Imaginativo.
- 35.** Cuando conozco gente en una fiesta, es más probable que recuerde
 - (a) cómo es su apariencia.
 - (b) lo que dicen de sí mismos.
- 36.** Cuando estoy aprendiendo un tema, prefiero
 - (a) mantenerme concentrado en ese tema, aprendiendo lo más que pueda de él.
 - (b) hacer conexiones entre ese tema y temas relacionados.
- 37.** Me considero
 - (a) abierto.
 - (b) Reservado.
- 38.** Prefiero cursos que dan más importancia a
 - (a) material concreto (hechos, datos).
 - (b) material abstracto (conceptos, teorías).
- 39.** Para divertirme, prefiero
 - (a) ver televisión.
 - (b) leer un libro.

- 40.** Algunos profesores inician sus clases haciendo un bosquejo de lo que enseñarán. Esos bosquejos son
- (a) algo útiles para mí.
 - (b) muy útiles para mí.
- 41.** La idea de hacer una tarea en grupo con una sola calificación para todos
- (a) me parece bien.
 - (b) no me parece bien.
- 42.** Cuando hago grandes cálculos
- (a) tiendo a repetir todos mis pasos y revisar cuidadosamente mi trabajo.
 - (b) me cansa hacer su revisión y tengo que esforzarme para hacerlo.
- 43.** Tiendo a recordar lugares en los que he estado
- (a) fácilmente y con bastante exactitud.
 - (b) con dificultad y sin mucho detalle.
- 44.** Cuando resuelvo problemas en grupo, es más probable que yo
- (a) piense en los pasos para la solución de los problemas.
 - (b) piense en las posibles consecuencias o aplicaciones de la solución en un amplio rango de campos.

INSTRUCCIONES GENERALES PARA CALIFICAR EL INVENTARIO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE FELDER

- 1.** Tome el Inventario anterior y una Hoja de Perfil Individual en blanco. En la Hoja de Calificación asigne UN PUNTO en la casilla correspondiente de acuerdo con el número de la pregunta y su respuesta. Por ejemplo: si su respuesta en la pregunta 5 fue A, coloque 1 en casilla debajo de la letra A y al lado derecho de la pregunta 5.
- 2.** Registre de esta manera cada una de las preguntas desde la 1 hasta las 44.
- 3.** Luego, sume cada columna y escriba el resultado en la casilla TOTAL COLUMNA.
- 4.** Mirando los totales de cada columna por categoría, reste el número menor al mayor.
- 5.** Asigne a este resultado la letra en la que obtuvo mayor puntaje en cada categoría.
- 6.** Ahora, llene la Hoja de perfil con estos resultados, teniendo en cuenta que la letra A corresponde al estilo situado a la izquierda y la letra B al estilo situado a la derecha.
- 7.** Finalmente, la Hoja de interpretación permite interpretar los resultados obtenidos.

HOJA DE PERFIL

Hoja de Calificación

Act - Ref		Sens - Int		Vis - Verb		Sec - Glob	
Pregunta		Pregunta		Pregunta		Pregunta	
N°	A B	N°	A B	N°	A B	N°	A B
1		2		3		4	
5		6		7		8	
9		10		11		12	
13		14		15		16	
17		18		19		20	
21		22		23		24	
25		26		27		28	
29		30		31		32	
33		34		35		36	
37		38		39		40	
41		42		43		44	
	A B		A B		A B		A B
Total Columna							
Restar Menor al Mayor							
Asignar Letra Mayor							

Tabla 10. Hoja de Calificación ILS Felder

A	11	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11	B
ACTIVO													REFLEXIVO
SENSORIAL													INTUITIVO
VISUAL													VERBAL
SECUENCIAL													GLOBAL

Tabla 11. Hoja Perfil ILS Felder

Si el puntaje en la escala esta entre 1 - 3 el individuo presenta un equilibrio apropiado entre los dos extremos de esa escala.

Si el puntaje está entre 5 - 7 la persona presenta una preferencia moderada hacia uno de los dos extremos de la escala y aprenderá más fácilmente si se le brindan apoyos en esa dirección.

Si el puntaje en la escala es de 9 - 11 el individuo presenta una preferencia muy fuerte por uno de los dos extremos de la escala. La persona puede llegar a presentar dificultades para aprender en un ambiente en el cual no cuente con apoyo en esa dirección.

XII. ANEXO B: MINITEST DE PERSONALIDAD DE EYSENCK

Conteste las siguientes preguntas con la siguiente calificación:

- 5: Siempre
- 4: A menudo
- 3: Esporádicamente
- 2: Casi nunca
- 1: Nunca

Pregunta	E	N	P
1. ¿Usted tiene y practica diferentes aficiones ?			
2. ¿Usted se detiene a pensar antes de hacer las cosas ?			
3. ¿Su estado de animo suele ir de arriba a abajo (variable) ?			
4. ¿Es una persona conversadora ?			
5. ¿Cuando tiene deudas se preocupa ?			
6. ¿Se siente “simplemente miserable” sin alguna razón ?			
7. ¿Asegura cuidadosamente su casa en la noche ?			
8. ¿Es usted bastante animado ?			
9. ¿Se molesta demasiado cuando ve a un niño o a un animal sufrir ?			
10. ¿Se preocupa por cosas que no debía haber dicho o realizado ?			
11. ¿Suele ir y disfrutar las fiestas animadas ?			
12. ¿Es usted una persona irritable ?			
13. ¿Le gusta conocer gente nueva ?			
14. ¿Cree que los planes de seguro son buena idea ?			
15. ¿Usted se siente fácilmente herido ?			

Tabla 12. Minitest de personalidad de EYSENCK [Boeree 2007]

Se debe poner el número en la casilla en blanco y el análisis se realiza de la siguiente manera.

E: 5 a 10 introvertido, 20 a 25 extrovertido

N: 15 a 25 Neurotico

P: 5 al 15 Psicoticismo

XIII. ANEXO C. TEST DE LAS INTELIGENCIAS MULTIPLES

Calificar de 1 a 4 los siguientes ítems que tan ciertos o no son para usted teniendo en cuenta la siguiente escala:

- 1: En completo desacuerdo.
- 2: Ligeramente en desacuerdo.
- 3: Muy poco de acuerdo.
- 4: Completamente de acuerdo.

Ítem	Calificación						
Puedo tocar un instrumento musical							
A menudo tengo una canción en mi cabeza							
Me resulta fácil hacer historias							
Siempre he estado físicamente bien coordinados (correr, saltar, equilibrio, etc)							
La música es muy importante para mí							
Yo soy un buen mentiroso (si lo quiero ser)							
Yo practico un deporte o baile							
Soy una persona muy social y me gusta estar con otras personas							
Encuentro los gráficos, cuadros y diagramas fáciles de entender							
Me parece fácil de recordar citas, frases, poemas o letras de canciones							
Siempre puedo reconocer los lugares en los que he estado antes, incluso cuando era muy joven							
Cuando estoy concentrando, tiendo a hacer garabatos							
Me resulta fácil realizar las operaciones aritméticas de forma mental (sumas en mi cabeza)							
En la escuela uno de mis temas favoritos es / era el Inglés							
Me gusta estudiar un problema con cuidado, teniendo en cuenta todas las consecuencias							
Me gustan los deportes y los paseos extremos							
Me gustan, preferiblemente, los deportes individuales							
Me parece fácil de recordar números de teléfono							
He definido mi metas y planes para el futuro							
Puedo decir fácilmente si le agrado o no a alguien							
Para aprender algo nuevo, debo practicarlo							

A menudo puedo ver imágenes claras cuando cierro los ojos								
Yo no uso mis dedos cuando estoy contando								
En la escuela me gustan / gustaban las clases de música								
Encuentro que los juegos de pelota son fáciles y divertidos								
Mi tema favorito en la escuela es / era las matemáticas								
Siempre soy consciente de como me siento.								
Llevo un diario								
Mi tema favorito en la escuela es / era las artes								
Me gusta mucho la lectura								
Me molesta ver a alguien llorar y no poder ayudarlo								
Yo prefiero los deportes de equipo								
Cantar me hace sentir feliz								
Me alegra pasar tiempo solo								
Mis amigos siempre vienen a mí para apoyo emocional y asesoramiento								

Tabla 13. Test de las inteligencias múltiples [Chislett 2006]

Tipo de Inteligencia	Resultados							
Lingüística								
Lógico - Matemática								
Musical								
Corporal - Cinestésica								
Espacial - Visual								
Interpersonal								
Intrapersonal								

Tabla 14. Resultados test inteligencias múltiples [Chislett 2006]

XIV. ANEXO C. MAPA MENTAL DEL MODELO DINAMICO DEL ESTUDIANTE

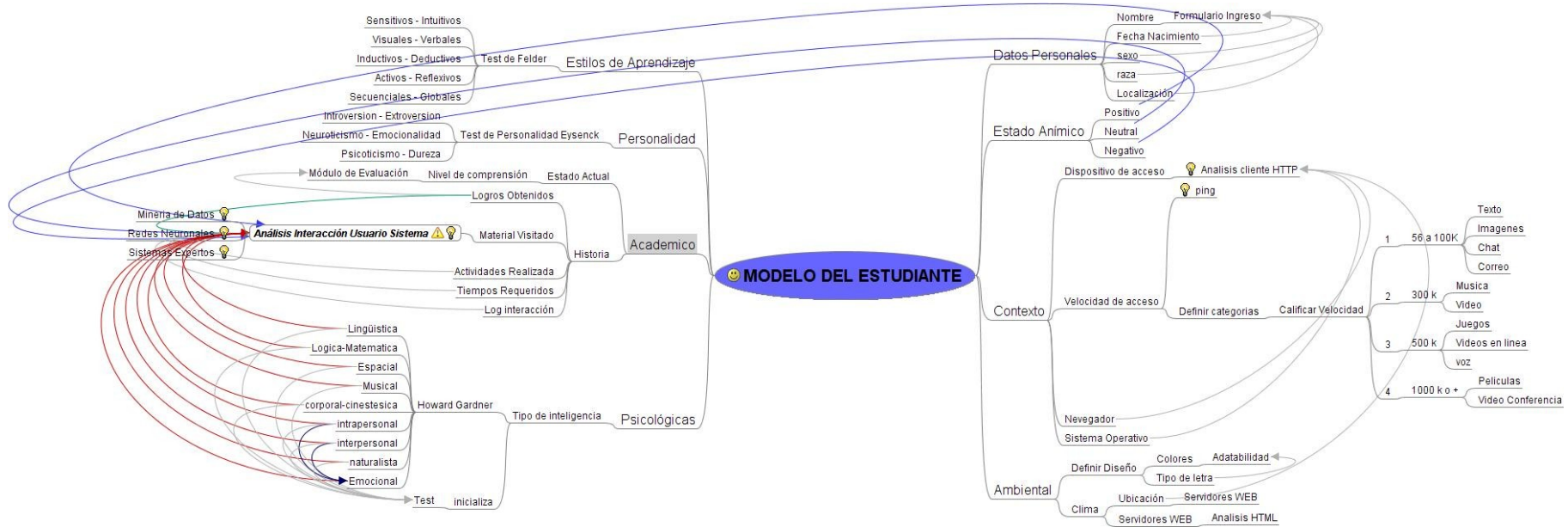


Figura 44. Mapa mental del Modelo

XV. ANEXO D – PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN SICAD+

1. Parámetros Agente Estudiante

- estudiante.tiempooocioso: tiempo que espera la plataforma para eliminar el agente de un estudiante específico

2. Parámetros GEOIP

- geoip.file: ubicación de la base de datos de ubicación por IP

3. Parámetros JDBC

- jdbc.driver: driver JDBC de conexión a la BD.
- jdbc.url: URL JDBC de conexión a la BD.
- jdbc.user: usuario para conexión a la BD.
- jdbc.passwd: clave para conexión a la BD.
- jdbc.inactivo: timeout para desconectarse. Ej 2m (2 minutos)

4. Parámetros para consultar clima

- weather.partnerid: número de identificación ante el servidor de weather channel.
- weather.licensekey: número de licencia para conectarse ante el servidor de weather channel.

5. Parámetros para la red neuronal

- lvq.traning.inputs: número de entradas antes de entrenar la red neuronal.
- lvq.traning.iterations: número de iteraciones para entrenar la red.
- lvq.traning.learningrate: tasa de aprendizaje por lo general debe ser 0.6
- lvq.weights.dir: directorio donde se almacenan los vectores de pesos de la red de cada usuario.

6. Parámetros para el sistema experto

- se.file: ubicación del archivo de reglas.
- se.listas.file: ubicación donde se almacenan las reglas para la manipulación de listas.
- se.listas.dir: ubicación donde se almacenan las listas de reglas ya evaluadas.

7. Parámetros logger

- log.localname: true o false define si se usa el nombre completo del agente o solo el local.

8. Parámetros Log4j.

Nota: Verificar la documentación del API log4j para conocer la configuración

Un ejemplo de configuración se muestra a continuación:

```
# ***** SICAD SMA PROPERTIES
# variable para determinar el tiempo ocioso de los agentes estudiante
estudiante.tiempoocioso=2h

#ruta de ubicacion de la bd para localizar la IP
geoip.file=/home/hectormao/.sicad/GeoLiteCity.dat

# Variables JDBC
jdbc.driver=com.mysql.jdbc.Driver
jdbc.url=jdbc:mysql://localhost/bdsicad
jdbc.user=sicad
jdbc.passwd=password
jdbc.inactivo=2m

#variables para consultar clima
weather.partnerid=XXXXXXXXXXXXX
weather.licensekey=XXXXXXXXXXXXX

#variables para la red neuronal
lvq.traning.inputs=3
lvq.traning.iterations=50
lvq.traning.learningrate=0.6
lvq.weights.dir=/home/hectormao/.sicad/weights

#variables para el sistema experto
se.file=/home/hectormao/.sicad/sisexp/reglas.pro
se.listas.file=/home/hectormao/.sicad/sisexp/listas.pro
se.listas.dir=/home/hectormao/.sicad/sisexp/listas/

#variable que indica si solo uso el nombre local para el logger
log.localname=true

# ***** LOG4J PROPERTIES

# ***** Set root logger level to DEBUG and its two appenders to stdout and R.
```

```
#log4j.rootLogger=debug, stdout, R
log4j.rootLogger=error, stdout
log4j.logger.hectormao=debug

# ***** stdout is set to be a ConsoleAppender.
log4j.appender.stdout=org.apache.log4j.ConsoleAppender
# ***** stdout uses PatternLayout.
log4j.appender.stdout.layout=org.apache.log4j.PatternLayout
log4j.appender.stdout.layout.ConversionPattern=%p: [%c] [%d{yyyy-MM-dd HH:mm:ss.SSS}] - %m%n

# ***** R is set to be a RollingFileAppender.
#log4j.appender.R=org.apache.log4j.RollingFileAppender
#log4j.appender.R.File=${catalina.home}/logs/sicad.log
# ***** Max file size is set to 100KB
#log4j.appender.R.MaxFileSize=100KB
# ***** Keep one backup file
#log4j.appender.R.MaxBackupIndex=1
# ***** R uses PatternLayout.
#log4j.appender.R.layout=org.apache.log4j.PatternLayout
#log4j.appender.R.layout.ConversionPattern=%d [%c] %p - %m%n
```

XVI. ANEXO E – PONENCIA 3° CONGRESO COLOMBIANO DE COMPUTACIÓN