



Universidad Autónoma de Querétaro  
 Facultad de Informática  
 Maestría en Sistemas de Información: Gestión y Tecnología

DESARROLLO Y APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE SOPORTE A LA DECISIÓN DIAGNÓSTICO  
 COGNITIVO EN WEB PARA LA GESTIÓN DE CONTENIDOS EN UN SISTEMA DE EDUCACIÓN  
 VIRTUAL

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestro en Sistemas de Información

Presenta:

L.I. Fausto Abraham Jacques García

Dirigido por:

M.S.I. Gerardo Rodríguez Rojano

SINODALES

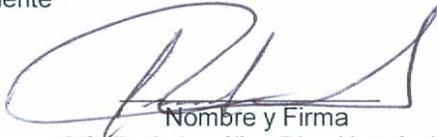
M.S.I. Gerardo Rodríguez Rojano  
 Presidente

Dr. Ubaldo Chávez Morales  
 Secretario

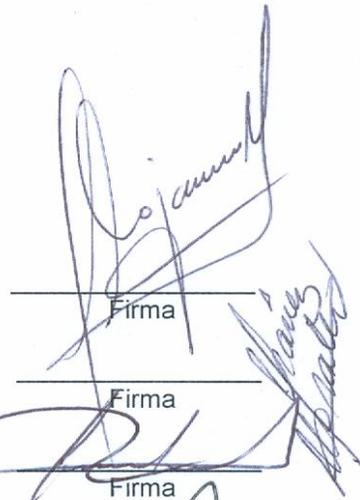
M.en C. Ruth Angélica Rico Hernández  
 Vocal

M.S.I. Elisa Morales Portillo  
 Suplente

M.S.I. Ernesto Ruvalcaba Durán  
 Suplente



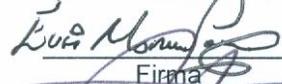
Nombre y Firma  
 M.C. Ruth Angélica Rico Hernández



Firma

Firma

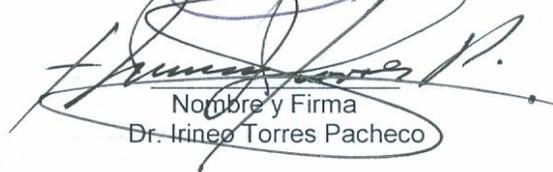
Firma



Firma



Firma



Nombre y Firma  
 Dr. Irineo Torres Pacheco

Centro Universitario  
 Querétaro, Qro.  
 Febrero 2012  
 México

## RESUMEN

Lo que se plantea en la presente tesis es el desarrollo y aplicación de un sistema para soporte a la decisión (DSS) que determine el estilo sensorial perceptivo de aprendizaje de los alumnos, según el modelo VARK propuesto por Neil Fleming y Colleen Mills, para que sirva como herramienta a un sistema de gestión del aprendizaje (LMS), para la generación de un modelo de adaptación al alumno basado en las preferencias de aprendizaje de los alumnos por tipos particulares de recursos de aprendizaje.

El modelo de adaptación planteado incluye el soporte de prácticas de aprendizaje automático para el procesamiento humano de la información en base a las necesidades del alumno sobre los recursos de aprendizaje y generar una decisión acorde al tipo de contenido a estudiar, un perfil del usuario que almacena en la base de datos de un servidor Web las características y preferencias del alumno al que pueden acceder los maestros mediante una computadora con una conexión a Internet y un navegador.

Como resultado de la adaptación al perfil cognitivo del alumno, se tiene la gestión de diversos recursos digitales mediante el LMS, que sirve como instrumento para ayudar a mejorar la adaptación en el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Se plantean dos casos de prueba y se detalla la interacción entre el DSS, el LMS y el tomador de decisiones que forma un papel de vital importancia en el modelo, que en este caso es el maestro.

Se mostrará también una tendencia de todo el proceso, desde su etapa inicial a la final.

**(Palabras clave:** soporte a la decisión, virtual, educación, cognitivo)

## SUMMARY

This thesis is about the development and implementation of a decision support system (DSS) to determine the sensory perception learning style of the students, according to the VARK model proposed by Neil Fleming and Colleen Mills, to serve as a tool to a learning management system (LMS) to generate an adaptation model based on the learning preferences of the students for particular types of learning resources.

The adaptive proposed model includes the support for automatic learning practices for the human information processing based on the learning needs of the students considering specific learning resources and make a decision according to the type of content that each student need, a user profile that stores in the database of a Web server all the cognitive characteristics, personal information and the student preferences that teachers can manage via a computer with an Internet connection and a browser.

As a result of the cognitive profile adaptation to the student, there is the management of various digital resources through a LMS, which is a tool to help improve the adaptation of the learning process of students.

There are two test cases and the interaction between the DSS, the LMS, and the decision maker who plays a vital role in the proposed model, is detailed. The decision maker in the model is the teacher.

It will be shown a trend of the whole process, since its initial stage to the final.

**(Key words:** decision support, virtual, hypertext-based, education, cognitive)

**A Dios**, por que de Él, y por Él, y para Él son todas las cosas. A Él sea la gloria  
por los siglos, Amén. (Romanos 11:36)

**A mi esposa Dulce**, que ha estado continuamente apoyándome en mis estudios  
de posgrado y llena mi corazón de amor y felicidad.

**A mi hija Naomi**, que me otorgó motivación durante el desarrollo de este trabajo,  
además de llenar de alegría nuestro hogar día a día.

## **AGRADECIMIENTOS**

En el desarrollo de la investigación siempre estuvo presente Dios, gracias sean dadas a Él por su ayuda durante toda la maestría. Solo a Él sea la gloria, el honor y la honra por los siglos de los siglos, Amén.

Agradezco grandemente también a:

M.C. Ruth Angélica Rico Hernández por sus palabras de aliento y apoyo para realizar la experimentación en la Facultad de Informática de la UAQ.

M.S.I. Gerardo Rodríguez Rojano, por su esfuerzo, guía y apoyo durante la realización del presente trabajo.

Papá, Fausto Jacques, Mamá, Orelia García y Hermanas, Erika y Diana Jacques, por sus valiosos consejos y palabras de aliento durante el tiempo de Maestría.

Mis maestros de Maestría, que todas sus clases fueron grandes aportes necesarios para la gestión correcta de los sistemas de información que en este trabajo se manejan.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, por brindar la infraestructura necesaria y contar con planes de estudio de posgrado a la vanguardia y de calidad.

Demás Familiares, amigos y alumnos, ya que obtuve comentarios que me brindaron confianza y apoyo para el presente trabajo.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
Resumen	I
Summary	II
Dedicatorias	III
Agradecimientos	IV
Índice	V
Índice de cuadros	VI
Índice de figuras	VII
INTRODUCCIÓN	1
I. REVISIÓN DE LITERATURA	5
II. Las competencias en el ámbito educativo	5
Estilos Cognitivos	6
La enseñanza basada en el estilo cognitivo	8
La informática en la educación	10
Enseñanza Asistida por Computadora	12
Entorno de Aprendizaje	14
Sistemas Basados en Hipertexto (SBH)	15
La Toma de Decisiones	16
Árboles de Decisión	18
Sistemas para la Toma de Decisiones (DSS)	20
Estándares y Especificaciones	23
Unidad de Aprendizaje	28
El Lenguaje de Modelado UML	28
METODOLOGÍA	31
III. Sujeto experimental: El Alumno	32
Metodología Usada	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
IV. Resultados a nivel de pruebas	62
Resultados a nivel de adaptación	73
Resultados de la percepción del modelo propuesto	89
CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	102
LITERATURA CITADA	105
APENDICE	109

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
2.1	Modelos cognitivos	8
2.2	Estilos y estrategias	10
2.3	Sistemas Web implementando un modelo de aprendizaje	12
2.4	Sistemas CAI en base a su funcionalidad	13
4.1	Información del curso durante el período considerado	63
4.2	Curso SI	64
4.3	Curso AL	67
4.4	Curso TDW	69
4.5	Resultados del estilo cognitivo de M	71
4.6	Resultados a nivel de adaptación de SI	74
4.7	Recursos de aprendizaje predilectos de SI	78
4.8	Resultados a nivel de adaptación de AL	79
4.9	Recursos de aprendizaje predilectos de AL	83
4.10	Resultados a nivel de adaptación de TDW	85
4.11	Recursos de aprendizaje predilectos de TDW	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
2.1	Los estilos de aprendizaje vistos en su carácter multidimensional	7
2.2	El Proceso de Toma de Decisiones	18
2.3	Elementos de un árbol de decisión	19
2.4	Componentes de un DSS	22
2.5	Estructura de los estándares para educación virtual según SCORM	25
3.1	Metodología de Investigación	33
3.2	Proceso general de SCRUM	38
3.3	Modelo propuesto	39
3.4	Diagrama de Clases	40
3.5	Diagrama de casos de uso del Alumno	41
3.6	Diagrama de secuencia del Alumno	43
3.7	Diagrama de actividades del Alumno	45
3.8	Diagrama de casos de uso del Maestro	46
3.9	Diagrama de secuencia del Maestro	47
3.10	Diagrama de actividades del Maestro	49
3.11	Metadatos de entidades implementadas	53
3.12	Motor de inferencias del Cognitive DSS	55
3.13	Diagrama de secuencia del proceso de inferencia	58
3.14	Estructura general del sistema Cognitive DSS	60
4.1	Estructura del curso SI	66
4.2	Estructura del curso AL	68
4.3	Estructura del curso TDW	70
4.4	Resultados cognitivos para M	72
4.5	Adaptación de recursos para SI	79
4.6	Adaptación de recursos para AL	84
4.7	Adaptación de recursos para TDW	89
4.8	Percepción de M1 del modelo propuesto	93
4.9	Percepción de M2 del modelo propuesto	97
4.10	Percepción de M3 del modelo propuesto	100

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, Internet se transformó no sólo en una fuente de intercambio de información, sino también en un medio propicio para realizar un sinnúmero de acciones. La educación virtual se integró a Internet como un medio para proporcionar nuevas opciones educativas a través del perfeccionamiento a distancia según se ve en Lage & Cataldi (2010).

Internet ofrece una gran infraestructura con capacidades de comunicación y oportunidades de colaboración nunca antes vistas. En el campo educativo ha permitido el diseño de propuestas novedosas para enseñar, para compartir materiales instruccionales y para navegar a través de ellos de forma estructurada y no-estructurada. Sin embargo, si la naturaleza de los procesos educativos y la capacidad de las tecnologías educativas, no se han tenido en cuenta para el diseño apropiado de los sistemas de tutoría según Soler M. (2002).

En la Facultad de Informática (FI) de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) junto con toda la universidad, se busca llegar a la excelencia académica y para lograrlo es necesario hacer uso de las Tecnologías de la Información, es por esta razón que se pretende desarrollar un DSS Diagnóstico Cognitivo que sirva como herramienta adaptativa que ayude a gestionar los recursos de aprendizaje mediante un LMS en base a los resultados que se brinden.

En la actualidad muchas de las instituciones educativas tienen sus sistemas de educación virtual basados en hipertexto según Cenich G. (2006), que han tenido buenas críticas debido a que estructuran el conocimiento de una forma esquematizada logrando facilitar al alumno el proceso de aprendizaje, ya que es en función de sus intereses y sus necesidades debido a la forma de navegación que el sistema permite. Por otro lado, se cuentan con sistemas inteligentes de educación virtual que se encuentran dentro de la categoría de los sistemas tutores

que toman decisiones basadas en el comportamiento del alumno, según se ve en Sánchez E., Lama M. et al (2007), que aplican un enfoque personalizado para que al adaptarse el sistema al estado cognitivo del alumno pueda ayudar al aumento del rendimiento académico del mismo por la personalización que se puede lograr.

El desarrollo del DSS Cognitivo pretende proponer e inferir estrategias en el uso de las tecnologías que se usan en ambientes virtuales de enseñanza y aprendizaje y esenciales en el contexto que se está manejando, ya que como se propone en Mejía C., et al (2008), la adaptación de materiales de enseñanza basados en la identificación de los estilos de aprendizaje del alumno contribuye al mejoramiento de la calidad en el proceso de enseñanza soportando la generación de modelos instruccionales específicamente a cada alumno.

### Objetivo General

Desarrollo y aplicación de un Sistema para Soporte a la Decisión (DSS) para el proceso de adaptación de contenidos educativos en un ambiente virtual de aprendizaje de acuerdo al estilo sensorial perceptivo de aprendizaje de los alumnos. Se parte de un modelo del alumno basado en los estilos de aprendizaje definidos por Neil Fleming y Collen Mills y se desarrolla un sistema que permite tomar decisiones en el proceso de adaptación basado en la experiencia de los expertos en cuanto a las preferencias de aprendizaje de los alumnos por ciertos tipos de recursos de aprendizaje.

Objetivos parciales o específicos:

- A. Investigación del estado del arte sobre técnicas de aprendizaje utilizadas para la gestión de recursos educativos según los estilos particulares de aprendizaje.
- B. Desarrollar y organizar los contenidos educativos que contemplen los diferentes tipos de recursos definidos según el modelo VARK y

establecerlos en el repositorio que permita el manejo de los metadatos asociados a estos recursos.

- C. Desarrollo del proyecto desde su fase inicial hasta la fase final mediante la metodología SCRUM.
- D. Modelado del proyecto de desarrollo con UML usando Diagramas de Casos de uso, Clases, Secuencia, Actividades y Colaboración.
- E. Un motor de inferencias que implemente un algoritmo propuesto para el procesamiento de la información de las preferencias del alumno sobre los contenidos de aprendizaje, usando y validando los Objetivos Educativos y las Unidades Educativas, para proporcionar una estrategia en la asignación de los contenidos.
- F. Caracterización del algoritmo propuesto a tres muestra de alumnos correspondientes a diferentes escenarios.
- G. Generación de un perfil del usuario estandarizado que permite almacenar los atributos y preferencias del alumno y así como el perfil cognitivo basado en el modelo de estilos VARK que puede ser almacenado en un servidor de perfiles que apoye el proceso de adaptación de contenidos educativos en un sistema de gestión de aprendizaje.
- H. Obtención de resultados del proceso de adaptación de recursos de aprendizaje recomendados por el DSS desarrollado para obtener las estrategias acorde con cada estilo de aprendizaje según los Objetivos Educativos y las Unidades Educativas para verificar la viabilidad del modelo de adaptación junto con un sistema de gestión del aprendizaje (LMS).

Como se ha mencionado, la participación en el proyecto de investigación comprende desde el estudio de la gestión del aprendizaje hasta el desarrollo y aplicación del Sistema para la Toma de Decisiones, que permita inferir estrategias y usar la información recabada que facilite la gestión de los sistemas de enseñanza y aprendizaje virtuales.

Como se mencionó en el párrafo anterior, se desarrolló y aplicó un DSS para obtener el estilo cognitivo sensorial perceptivo de alumnos y usar esta información para el proceso de adaptación basado en la entrega de los recursos de aprendizaje recomendados y manejados posteriormente en un sistema de gestión del aprendizaje.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo se presenta la información que existe en la literatura nacional o internacional. Se inicia introduciendo el concepto de competencia y la identificación de estilos de aprendizaje como un mecanismo para personalizar los procesos de formación bajo este enfoque. Después se ve el tema de los sistemas de gestión de aprendizaje existentes y los sistemas educativos adaptativos, así como los estándares y especificaciones e-learning y la tecnología usada en el desarrollo del Cognitive DSS.

### Las competencias en el ámbito educativo

Las competencias pueden definirse según Baldiris, S., et al (2007) como atributos y características permanentes de una persona o individuo. Estas competencias se ponen de manifiesto cuando se ejecuta algún trabajo o tarea y está íntimamente relacionado con la ejecución exitosa o rendimiento de la misma.

La formación basada en competencias orienta el desarrollo de las capacidades y destrezas del alumno a fin de personalizar el proceso de aprendizaje durante un curso o tema a estudiar.

Así mismo se realiza un análisis detallado de las diversas etapas en el proceso de formación por competencias con aproximaciones que pretenden direccionar cada una de las mismas. Se propone el modelado del usuario como herramienta para contar dentro de un sistema con una representación fidedigna de los atributos que hacen al usuario único.

Como se menciona en Mejía C., et al (2008) se centra en brindar mecanismos dentro del proceso de formación por competencias, que permitan entregar diseños de aprendizaje ajustados a las preferencias de los alumnos, haciendo uso de las diversas técnicas de modelado del usuario existentes y creando mecanismos de decisión basados en clasificación.

A continuación se mencionan los estilos cognitivos existentes según los diversos modelos de investigadores en este ámbito.

### Estilos Cognitivos

En Jacques F. A., Corral L., y Rodríguez G. (2011) se indica que los estilos de aprendizaje reflejan “la manera en que los estímulos básicos afectan a la habilidad de una persona para absorber y retener la información”, donde estos “describen las condiciones bajo las que un discente está en la mejor situación para aprender, o qué estructura necesita el discente para aprender mejor”.

Se considera también que los estilos de aprendizaje son características cognoscitivas, fisiológicas y afectivas y por tanto los clasifican tres grandes grupos: Los cognoscitivos, entre los que se encuentran: el independiente-dependiente de campo, el analítico-global y el reflexivo-impulsivo. Los sensoriales, cuales subdivide en tres tipos: a) Los perceptivos: visual, auditivo o verbal, b) los sociológicos: grupal, individual, maestro como autoridad, equipos y parejas y c) del medio ambiente: sonidos, luz, temperatura, diseño del salón de clase, ingesta de alimentos, horario y movilidad. Existe una multidimensionalidad de los estilos de aprendizaje, los cuales se clasifican en cuatro rubros como se puede ver en la figura 2.1.

Se ha podido comprobar el fortalecimiento del aprendizaje en los alumnos, utilizando materiales orientados a sus preferencias subjetivas. Se presenta un modelo conocido como Modelo de Estilos de Aprendizaje, el cual indica que se debe ser consciente de las diferencias que tienen los alumnos para procesar la información, con el fin de poder ofrecer materiales pedagógicos dinámicos adaptados a preferencias particulares de aprendizaje, según se indica también en Jacques F. A., Corral L., y Rodríguez G. (2011).



Figura 2.1. Los estilos de aprendizaje vistos en su carácter multidimensional

La tecnología multimedia (software basado en imágenes y sonido) permite, en un proceso de enseñanza, en un espacio y tiempos diferentes, lograr una adaptación al ritmo de aprendizaje del alumno, mayor libertad de movimiento dentro de la información un uso óptimo del tiempo y un uso más significativo de la información, indicado también por Caro O. y Monroy M. (2008).

Las dimensiones establecidas nos permiten apreciar los estilos de aprendizaje desde una óptica holística, cuya forma con una visión cognitivista ha prevalecido en el estudio en el marco de la educación, permitiendo la inclusión de un criterio básico en el abordaje de los estilos de aprendizaje, mismos que pueden ser determinados mediante un diagnóstico, definido por Fernández A. (1999) como “El proceso de estudio para medir, determinar y caracterizar particularidades individuales posibilitando instrumentar estrategias de intervención de acuerdo con las necesidades y potencialidades de cada persona”, por lo que se enfocará el diagnóstico al estilo de aprendizaje sensorial perceptivo.

## La enseñanza basada en el estilo cognitivo

Según Sangineto, E., et al (2007), la identificación de los estilos de aprendizaje contribuye de forma significativa al mejoramiento de la calidad en el proceso de formación de cada alumno, ya que con esto, se pueden ofrecer materiales académicos destinados específicamente a casos particulares.

Existen varios modelos de estilos de aprendizaje, clasificándose en función de cada persona y su forma muy particular de aprendizaje. Estos modelos son los que se muestran en el Cuadro 2.1.

Modelo	Autor	Año
Teoría de Inteligencias múltiples	Howard Gardner	1983
Estilos cognitivos	Witkin, H.A. y Goodenough, D.R.	1981
Tipos de personalidad	Carl Jung	1923
<b>VARK</b>	<b>Neil Fleming y Colleen Mills</b>	<b>1992</b>

Cuadro 2.1. Modelos cognitivos

Existen también modelos de autores como Felder y Silverman (1988), David Kolb (1984), Honey y Mumford (1986), Grasha-Riechmann (1974), Dunn y Dunn (1985), y Robert Stenberg (1985). Sin embargo para la presente tesis se ha seleccionado el modelo VARK de Neil Fleming y Colleen Mills, debido al impacto que ha tenido en la educación virtual, multimedia para el aprendizaje, e-learning y el aprendizaje asistido por computadora. Este modelo se refiere al procesamiento de la información de forma sensorial, así que se enfoca a preferencias sensoriales.

Las personas reciben información constantemente a través de los sentidos, y el cerebro selecciona parte de esta información e ignora el resto. Las personas seleccionan la información a la que le prestan atención según sus intereses, pero también influye la manera en la que se recibe la información. Algunos se fijan más

en la información visual, otros en la auditiva, y otros en la que se recibe a través de los demás sentidos como lo se indica en Fleming & Colleen (1992).

La vista, el oído y el movimiento marcan nuestros primeros aprendizajes y una vez adquirida la habilidad lecto-escritora, este punto se convierte en otro pilar de adquisición y filtro de la información según Mejía C., et al (2008).

El modelo VARK, Visual, Aural, Read/Write, Kinesthetic, por sus siglas en inglés, toma estas formas personalizadas y genera una respuesta ante las necesidades de quienes están en formación académica.

Según Fleming (2006), de acuerdo con resultados de estudios realizados en otros países con el uso de VARK, hubo un rendimiento académico considerable en los alumnos debido a la identificación de las preferencias de enseñanza de acuerdo a los estilos de aprendizaje de los alumnos.

Se desarrollaron una serie de preguntas de opción múltiple, haciendo alusión a los sistemas de representación. Muchas personas presentan alguna preferencia a alguna modalidad, pero existen otras que son multimodales, esto es, que procesan la información en más de una forma, quienes tienen mayor posibilidad de tener un mejor rendimiento académico que los demás. En el cuadro 2.2 se proporcionan sugerencias basadas en cada estilo de aprendizaje.

Estilo Cognitivo	Estrategia
Visual	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Instrucciones escritas,</li><li>○ Mapas conceptuales</li><li>○ Diagramas, modelos, Cuadros sinópticos,</li><li>○ Animaciones,</li><li>○ Videos,</li><li>○ Transparencias,</li><li>○ Fotografías,</li><li>○ Ilustraciones,</li></ul>

Auditivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Instrucciones verbales,</li> <li>○ Repetición de sonidos similares,</li> <li>○ Audio digital,</li> <li>○ Debates, discusiones y confrontaciones,</li> <li>○ Lluvia de ideas,</li> <li>○ Lectura con diferentes enfoques,</li> <li>○ Lectura guiada y comentada,</li> </ul>
Lectura / Escritura	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Composiciones literarias,</li> <li>○ Bitácoras y Reportes,</li> <li>○ Escritos de un minuto,</li> <li>○ Elaboración de reseñas, resúmenes y síntesis de textos,</li> <li>○ Múltiples revisiones textuales .</li> </ul>
Kinestésico	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Juego de roles,</li> <li>○ Manipulación de objetos para explicación de fenómenos,</li> <li>○ Gestos acompañados de instrucciones orales,</li> <li>○ Resolución de problemas,</li> <li>○ Dramatizaciones.</li> </ul>

Cuadro 2. 2. Estilos y estrategias

Lo ideal es utilizar una combinación de las estrategias necesarias que puedan complementarse al estilo que el alumno domina y se adapte a sus individualidad y personalidad.

### La informática en la educación

Es posible enriquecer el modelo de enseñanza-aprendizaje tradicional mediante el uso de un sistema que aplica la toma de decisiones inteligentes, como proceso estadístico de datos, simulación de procesos, diagnósticos y aquellos referentes a la docencia, que van desde la formación del docente, hasta el estudio de la interacción maestro – alumno, el análisis de la práctica docente y el desarrollo de habilidades cognoscitivas en los alumnos, entre muchas otras.

Respecto al desarrollo de habilidades cognoscitivas en los alumnos, tenemos que el desarrollo de materiales didácticos sutiles apoya tanto la actividad docente como el proporcionar que el alumno cuente con medios más ricos de aprendizaje. Para desarrollar estas habilidades del pensamiento mediante este

material es necesario el desarrollo de un entorno computarizado educativo que brinde soporte en la toma de decisiones, donde la computadora no es solo un medio para presentar la información en sus diversas formas al alumno, sino que, es una extensión de labor mediadora del maestro que sirve como herramienta para el desarrollo de las habilidades de pensamiento ya mencionadas según se establece en Sánchez E., Lama M. (2007).

Normalmente cuando hablamos de DSS lo enfocamos a grandes empresas o a industrias que son muy complejas. Sin embargo, la aplicación de sistemas de soporte ha crecido en gran manera en los últimos años siendo una herramienta aplicable a otros sectores de la sociedad como lo es la educación.

Como lo indica Chen, D. & Kalay, P. (2002), la integración de DSS en las escuelas facilitaría el proceso, control y análisis de la información que se utiliza para la toma de decisiones enfocada al mejoramiento de la enseñanza y aprendizaje en las escuelas, creando la mutua adaptación en lo individual y en los ambientes de aprendizaje, así como optimizando el mismo.

Un EDSS (Educational Decision Support System) combina la información proporcionada por el sistema de administración de información educativa (EMIS), creando modelos analíticos que permiten la generación de opciones en temas de política, estrategias, planeación, asesoría y monitoreo del sistema educativo. En el Cuadro 2.3 se presentan diversos sistemas educativos en Web que utilizan estilos de aprendizaje para clasificación de alumnos.

Sistema Web	Modelo Implementado
iWEAVER (Wol, 2002)	Dunn y Dunn (Dunn & Dunn, 1985)
AHA! (Deb, 1998)	Honey and Mumford (Honey, Mumford, 1986)
ABITS (Cap, 2000)	Felder and Silverman (Felder, Silverman, 1988)
MOT (Sta, 2004)	Kolb (Kolb, 1984)

AES-CS (Tri, 2002)	Witkin and Goodenough (Witkin, Goodenough, 1981)
SPORAS (SCH, 2005)	Felder and Silverman (Felder, Silverman, 1988)
LSAS (Baj, 2003)	Felder and Silverman (Felder, Silverman, 1988)
INSPIRE (Gri, 2001)	Honey and Mumford (Honey, Mumford, 1986)
CS-383 (Car, 1999)	Felder and Silverman (Felder, Silverman, 1988)
WHURLE-HM (Bro, 2006)	Felder and Silverman (Felder, Silverman, 1988)
TANGOW (Par, 2004)	Felder and Silverman (Felder, Silverman, 1988)
TANGOW-WOTAN (Par, 2006)	Felder and Silverman (Felder, Silverman, 1988)

Cuadro 2.3. Sistemas Web implementando un modelo de aprendizaje

### Enseñanza Asistida por Computadora

La enseñanza asistida por computadora o CAI por sus siglas en inglés de Computer Aided Instruction es una modalidad de comunicación entre el alumno y el maestro no directa, que no se realiza por la presencia física, sino con un vértice, que es el la computadora, según Mejía C., et al (2008). Estos sistemas se clasifican en base a su funcionalidad específica, ya sea de funciones de tutoría, de aplicación e investigación y de apoyo al docente. El Cuadro 2.4 muestra la clasificación y las funciones de cada uno de estos sistemas.

Tutoría	Aplicación- Investigación	Apoyo al docente
a) Evaluaciones b) Cálculos y datos c) Ejercitación d) Instrucción	a) Resolución de problemas b) Construcción del Pensamiento c) Simulación d) Juegos e) Diseño gráfico f) Composición y lectura	a) Programas de demostración b) Lenguajes c) Bases de evaluación d) Bases de datos

Cuadro 2.4. Sistemas CAI en base a su funcionalidad

Dentro de las funciones de tutoría las evaluaciones se refieren a individual, grupal, exámenes hechos en la computadora y administrador del examen, donde se puede modificar a petición del docente para cambiar las preguntas y respuestas a voluntad según se requiera. Cálculos y datos son aplicaciones como hojas de cálculo, sistemas administradores de bases de datos, calculadoras científicas y conversiones. Ejercitación se refiere a aquellos sistemas que se emplean para la educación especial, recuperación y es de uso individual. La Instrucción se refiere a los temas de cada materia vistos de forma secuencial o lineal, conceptos básicos y terminología.

Dentro de las funciones de Aplicación-Investigación, la resolución de problemas se refiere al uso de lenguajes de programación y programas de simulación. En construcción del pensamiento se refiere a la generación de modelos, donde también se usan programas gestores de simulación. En la simulación como tal se aplican a situaciones improbables, costosas, con tiempos rápidos o demasiado lentos y para uso creativo. En lo correspondiente a los juegos, son aplicaciones para ejercitar el concepto en entorno lúdico y es más apropiado para los más jóvenes, es “aprendizaje divertido”. Lo correspondiente al diseño gráfico se refiere al diseño asistido para plasmar ideas o realizar modelos gráficamente a través de diagramas. Por último la composición y lectura son

aplicaciones para lograr estimular la escritura, la ortografía, comprensión y velocidad de la misma.

Dentro de las funciones de Apoyo al Docente tenemos los programas de demostración que son sistemas administradores de enseñanza basados en hipertexto. Las bases de evaluación son aplicaciones que ayudan a la calificación individual o grupal, promedios y criterios a considerar, mientras que las bases de datos son herramientas de resolución de problemas, donde el docente tiene un banco de respuestas y métodos aplicables a cada problema y tópico considerados en cada caso.

La enseñanza asistida por computadora trata de desarrollar habilidades, como el encontrar la mejor solución entre varias alternativas posibles, mejorar la forma de aprender de cada persona y reducir la frustración, donde las fuentes para conocer al alumno son en base a su comportamiento durante un periodo prolongado de tiempo, por el comportamiento y personalidad y por sus preguntas, inquietudes e intereses según Mejía C., et al (2008).

### Entorno de Aprendizaje

Un entorno de aprendizaje también conocido como sistema de gestión del aprendizaje (Learning Management System, LMS) o como entorno de aprendizaje virtual (Virtual Learning Environment, VLE), está definido como un espacio adaptativo y contextual que favorece el trabajo independiente y autónomo del alumno, con la finalidad de ofrecer enfoques no secuenciales que fomenten la libre asociación de ideas.

Según Cope (2001) y Dickinson (2001), estos entornos deben satisfacer las expectativas del alumno y no estar sobrecargados, deben basarse también en la participación y responsabilidad del alumno y tener en cuenta los diversos tipos de inteligencia.

Los nuevos ambientes de aprendizaje ofrecen múltiples medios de representación, ya sean escritas y/o graficadas, múltiples medios de expresión, puede ser utilizando videos, audio, texto y/o imágenes, y múltiples medios de compromiso, esto es, el tener la responsabilidad de usar el entorno como forma primordial de aprendizaje, y estando motivado por el uso del mismo.

### Sistemas Basados en Hipertexto

Como se menciona en Jacques F. A., Corral L., y Rodríguez G. (2011), la elaboración de material didáctico continúa siendo un tema central en la educación. Hasta el momento los textos impresos habían constituido el medio principal para el aprendizaje. Las limitaciones de éste, como son la lectura lineal, la carencia de interactividad y la imposibilidad de acceder a otras fuentes de información diferentes a las del autor o autores, han conducido a la búsqueda de otras opciones. Una de ellas es la aplicación del lenguaje llamado “HTML” (hypertext markup language) para el diseño y producción de programas interactivos por computadora, que obvian en buena medida las limitaciones mencionadas.

De la misma forma en Jacques F. A., Corral L., y Rodríguez G. (2011) se indica que el desarrollo del hipertexto se ha expandido tanto en la ciencia cognitiva, teoría literaria, pedagogía, y las artes visuales y escritas, como también en investigaciones en ciencia de la computación, en interfaz hombre-máquina, estructuras de conocimiento, inteligencia artificial, administración de bases de datos y recuperación de la información.

En el hipertexto, la información se organiza como una red en la cual los nodos son bloques de texto (listas de ítems, párrafos, páginas) y los vínculos representan las relaciones entre los nodos (asociaciones semánticas, expansiones, definiciones, ejemplos; virtualmente cualquier clase de relación que puede ser imaginada entre dos nodos) donde “Estos medios facilitan en los

lectores una lectura no lineal, conocida como navegación, permitiendo la construcción en función de sus intereses y necesidades, sus propios cuerpos de conocimientos, pudiendo además decidir sobre los sistemas simbólicos a través de los cuales consideran oportuno recibir y relacionar los conocimientos, formando estructuras de conocimiento claras y diferentes a las previstas y planificadas por el diseñador del programa.” según Cenich (2006).

El uso del hipertexto para la confirmación de bloques de contenidos que pueden presentarse en forma secuencial o no secuencial, ha permitido su introducción en el ambiente educativo bajo el principio de una navegación flexible de los textos, con la creación de programas que hacen más interesante la información. Además facilitan al usuario la navegación a voluntad, a través de todo el contenido. Lo anterior amplía los medios didácticos y facilita el acceso a información relacionada con el tópico que se trata.

La predicción es un elemento esencial para la lectura. El diseño de hipertexto elimina alternativas uniendo textos basados en el mismo tópico y elimina la incertidumbre de presentar información no relacionada según se ve en Rodríguez, J., Fajardo G. et al (2000).

### La Toma de Decisiones

La toma de decisiones es el proceso de elegir entre cursos de acción alternativos con el propósito de cumplir uno o varios objetivos como se define en Turban E., & Aronson J. (2001).

Para tomar la mejor decisión entre varias alternativas es necesario hacer un análisis de la toma de decisiones, que consiste en ayudar a los individuos a tratar con decisiones difíciles y complejas, por medio del entendimiento y estudio detallado y cuidadoso del problema tal como lo plantea Ríos S., Bielza C., et al, (2002). De la misma forma Herbert Simon en su teoría de la racionalidad limitada,

indica que las personas no somos conscientes y deliberadamente irracionales, aunque algunas veces sí lo somos, pero no poseemos ni los conocimientos ni el poder de cálculo que permita alcanzar un nivel muy alto de adaptación óptima, por lo tanto, no existe la “perfecta racionalidad” implicada en la teoría clásica. Ante esa imposibilidad, su propuesta es encontrar soluciones satisfactorias, más que óptimas.

Para entender mejor esto, se tiene por otro lado la teoría de la racionalidad “perfecta”, y asume que, en una situación de decisión, el medio, la información, las creencias y análisis personales, son óptimos; las estimaciones de probabilidades son fácilmente realizables; el individuo tiene a su alcance información sobre todas las alternativas posibles y dispone de un sistema completo y consistente de preferencias que le permite hacer un perfecto análisis de todas ellas; no presenta dificultades ni límites en los cálculos matemáticos que debe realizar para determinar cuál es la mejor, por lo tanto, garantiza que la alternativa elegida es un óptimo global, mientras que la teoría de la racionalidad limitada ve el proceso de decisión desde un punto de vista muy diferente como se menciona en Hidalgo A., (1978).

En el proceso de toma de decisiones según Parnel G. (2009), incluso en problemas relativamente simples, no se puede obtener un máximo ya que es imposible verificar todas las posibles alternativas involucradas en el mismo que se puede ver en la figura 2.2.

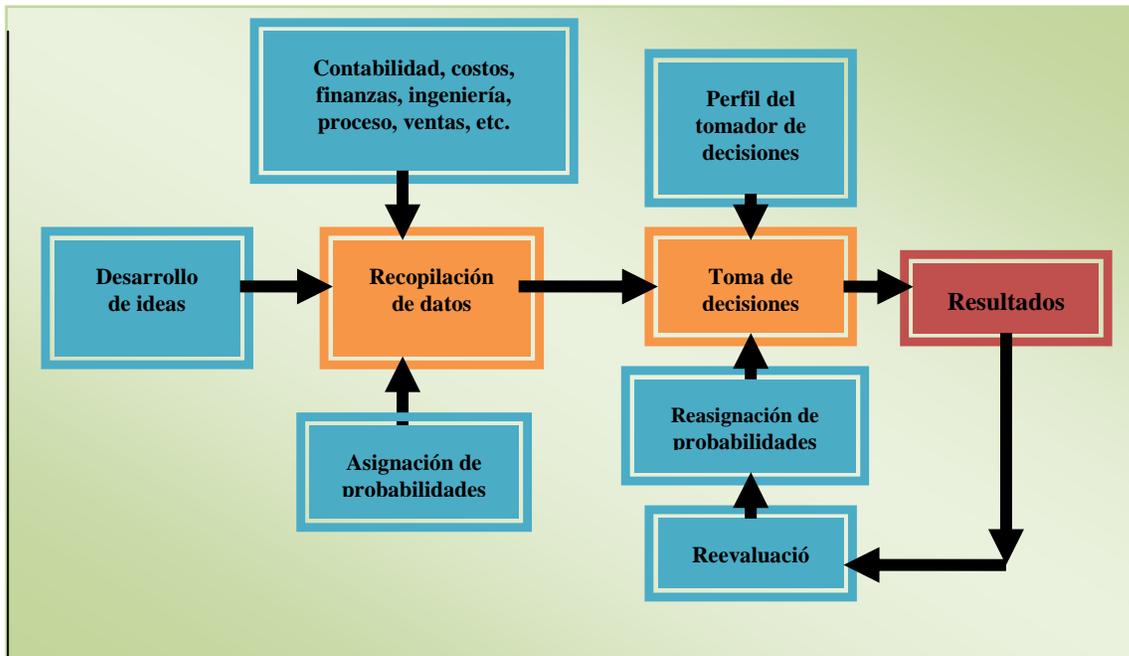


Figura 2.2. El Proceso de Toma de Decisiones

En muchas ocasiones es necesario realizar un análisis del proceso anterior de toma de decisiones, ya que como lo apunta Ríos S. y Bielza C. (2002), intenta ayudar a los individuos a tratar con decisiones difíciles y complejas, y es un enfoque diseñado para individuos que desean pensar con intensidad y profundizar en los problemas reales. La razón de la aplicación de este análisis es que la aplicación cuidadosa de sus técnicas conducirá a lograr mejores decisiones.

Las decisiones que se toman en sus diversas facetas son en su mayoría complejas debido a los muchos factores que se deben tomar en cuenta simultáneamente.

### Árboles de Decisión

Un árbol de decisión es un conjunto de nodos interconectados por aristas o arcos creando relaciones, y son muy usados en la inteligencia artificial y en los sistemas para la toma de decisiones. Dado un conjunto de datos se elaboran deducciones lógicas para representar una serie de condiciones para la resolución

óptima de un problema. Son similares a los sistemas basados en reglas e inferencias. Se lleva a cabo una comparación en los nodos, donde el resultado relacional llevará a una de sus hojas para tomar una decisión según se ve en Karray, F., y De Silva C. (2004).

Los nodos prueban características, existe una rama para cada valor de la característica, donde las hojas especifican la categoría. La figura 2.3 muestra sus elementos.

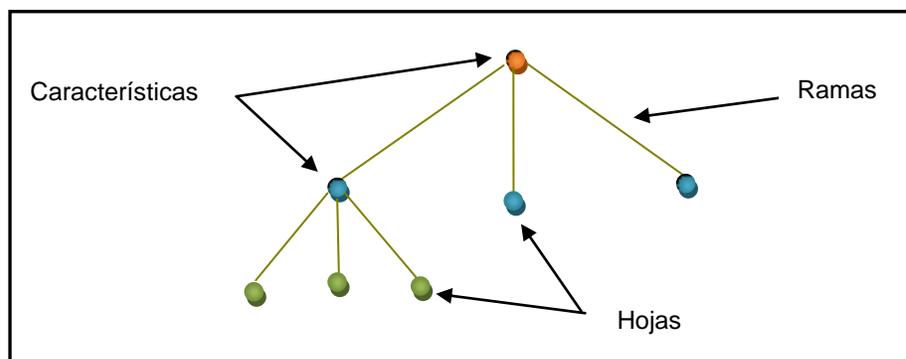


Figura 2.3. Elementos de un árbol de decisión.

Los árboles de decisión pueden representar cualquier conjunción AND y disyunción OR, así como clasificación de vectores de características discretas. Los algoritmos que manejan árboles son eficientes en el procesamiento de datos múltiples para tareas complejas de comparación.

Los árboles de decisión pueden implementar diversos mecanismos de inferencias por reglas, dos de los más básicos de ellos son los principios de:

- Valoración por encadenamiento hacia adelante
- Valoración por encadenamiento hacia atrás

El primer principio es accionado por datos, mientras que el segundo es accionado por hipótesis y orientado al objetivo. Estos principios pueden

estar combinados. Pueden describirse mediante una forma especialmente sencilla de reglas. Estas reglas son del tipo:

*“Si Hecho x es válido y Hecho y es válido, entonces vale también Hecho z y además tiene que realizarse Acción a”.*

### Sistemas para la Toma de Decisiones (DSS)

Un sistema para soporte a la toma de decisiones según se indica en Jacques F. A., Corral L., y Rodríguez G. (2011), es “Un sistema interactivo basado en computadora, que ayuda a los tomadores de decisiones a utilizar datos y modelos para resolver problemas no estructurados”.

Un DSS es una herramienta informática que apoya al tomador de decisiones en sus funciones pero no reemplaza su juicio o criterio, es una herramienta de software que ayuda a tomar decisiones óptimas en base a los datos que son proporcionados en sus diversas formas, pero no tienen el veredicto final.

Algunas de las características que posee un DSS son las siguientes:

- a) Proveer soporte en situaciones semiestructuradas y no estructuradas uniendo el criterio humano e información computarizada.
- b) Un DSS soporta todas las fases del proceso de toma de decisiones: inteligencia, diseño, elección e implementación.
- c) Un DSS soporta una variedad de procesos de toma de decisiones y estilos diferentes.
- d) Un DSS es adaptativo en todo tiempo. El tomador de decisiones debe ser reactivo, capaz de confrontar las condiciones de cambio de forma rápida, adaptando el DSS a estos cambios.
- e) Los usuarios se deben sentir cómodos interactuando con un DSS. Debe

ser amigable al usuario, contar con una buena interfaz gráfica y con una interacción hombre – máquina entendible se puede aumentar la eficiencia del uso del DSS.

- f) Un DSS mejora la eficiencia en la toma de decisiones en vez de su propia eficiencia (el costo de tomar las decisiones).

Cabe mencionar también que un DSS puede ser empleado de forma centralizada o distribuida en una organización o en varias organizaciones en la cadena de suministros. Puede ser integrado con otros DSS y/o aplicaciones, y puede ser distribuido interna o externamente usando redes y tecnologías Web. Estas características permiten al tomador de decisiones hacer mejores y más consistentes decisiones bajo tiempo donde se obtienen los siguientes beneficios:

- ✓ Elevar la calidad en la toma de decisiones.
- ✓ Aumento de la comunicación.
- ✓ Lograr una reducción de costos y optimización de recursos.
- ✓ Incremento en la productividad.
- ✓ Optimización y ahorro de tiempo.
- ✓ Satisfacción de clientes y empleados.

Estos beneficios son posibles obtenerlos mediante la interacción de los elementos del sistema de soporte a la decisión como el subsistema de administración de datos, que como se puede ver en la figura 2.4, incluye una base de datos, que contiene datos relevantes de cada contexto y es administrada por un Sistema Manejador de Base de Datos (DBMS).

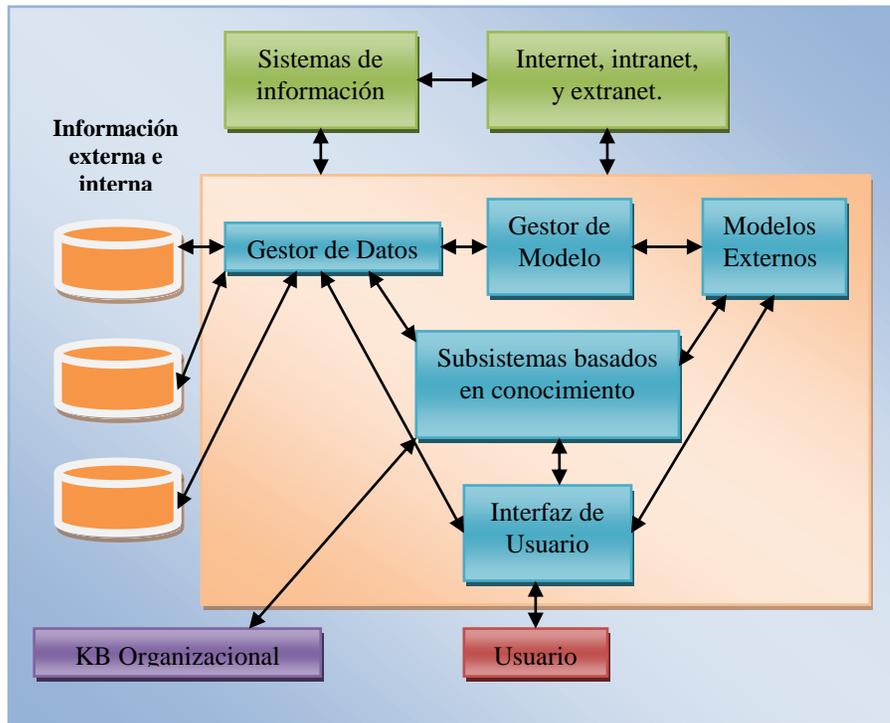


Figura 2.4. Componentes de un DSS

Otro componente es el subsistema de la gestión del modelo, que incluye modelos financieros, estadísticos, administrativos u otros modelos cuantitativos que proveen las capacidades analíticas del sistema, este tipo de software es llamado Sistema manejador del modelo (MBMS). El siguiente subsistema es la administración de la base del conocimiento que soporta cualquiera de los otros subsistemas o puede actuar también como un componente independiente. Puede ser interconectado con el repositorio del conocimiento de la organización que es llamado la base del conocimiento de la organización.

El último subsistema es la interfaz de usuario, donde el usuario se comunica con el DSS a través de este subsistema. El usuario se le considera parte del sistema. Los investigadores indican que una de las más importantes contribuciones para el uso eficiente de un DSS es la intensiva interacción entre la computadora y el tomador de decisiones.

## Estándares y Especificaciones

Un estándar es un conjunto de especificaciones técnicas documentadas que regulan la realización de un proceso o la fabricación de un producto según Landeta (2007). Los estándares promueven la normalización mediante la elaboración de documentos técnicos cuyo propósito es sistematizar el uso del producto entre sus colaboradores. Estos documentos de carácter interno se les denomina especificaciones, y al conjunto de especificaciones del mismo producto, se convierten en un estándar.

En la educación virtual, la estandarización aparece por la disponibilidad de un mayor número de materiales educativos en forma digital, como apoyo a los sistemas e-learning, y los contenidos.

Según Mejía, C. et al (2008), los estándares permiten contar con tecnologías encaminada al aprendizaje significativo y muy valioso, además de poder personalizar dicho proceso de aprendizaje con el procesamiento de información individual en base a las características particulares de cada alumno. Las características de estos estándares son las siguientes:

- a) Accesibilidad: Se refiere a que el alumno pueda ingresar al recurso deseado en cualquier momento contando con el hardware y software apropiados.
- b) Gestionabilidad: El seguimiento del alumno durante su proceso de enseñanza y el tratamiento de los contenidos digitales.
- c) Interoperabilidad: Manejo de contenidos diferentes entre sistemas diversos.
- d) Durabilidad: El alumno no tendrá que invertir en la compra de tecnología necesaria para el manejo de los contenidos, sino que pueden reutilizar los contenidos de forma permanente.

- e) Reusabilidad: El contenido debe ser clasificado y organizado, accediendo al mismo en base a su contexto determinado, de forma que los objetos de aprendizaje puedan ser reutilizados y encontrados fácilmente.
- f) Escalabilidad: Adaptación de diferentes tecnologías de vanguardia mediante configuración poco costosa.

Se pueden encontrar especificaciones para empaquetamiento, metadatos y secuencia de contenidos, interoperabilidad de preguntas y evaluaciones, interacción en tiempo de ejecución, perfil del alumno y muchos otros.

Según SCORM (Sharable Content Object Reference Model), los estándares para educación virtual se pueden clasificar en tres tipos:

- 1) Contenidos: Es toda la base pedagógica, la clasificación de los archivos digitales, elementos gráficos, que están constituidos por videos, audio, animaciones, empaquetamiento y seguimiento de los resultados de los alumnos. La clasificación de los contenidos deber ser mostrada gráficamente dentro del sistema.
- 2) Alumno: Contar con los datos referentes al alumno, como sus habilidades y datos privados, manejando confidencialidad y seguridad. Se almacenan esta información en una base de datos.
- 3) Interoperabilidad: Unificación de los elementos de un sistema de educación virtual y canales de comunicación entre otros sistemas de enseñanza-aprendizaje virtual.

Las características mencionadas en párrafos anteriores, pueden ser vistas en la figura 2.5.



Figura 2.5. Estructura de los estándares para educación virtual según SCORM.

Existen varias especificaciones existentes en este contexto, de las que se usaron en el presente trabajo:

#### IEEE Learning Object Metadata

Este estándar de la IEEE, también conocido como IEEE 1484.12.1, o IEEE-LOM por sus siglas, especifica la sintaxis y semántica de los metadatos, que son datos acerca de los datos, que se encuentran en una jerarquía superior. Se definen los atributos requeridos para la descripción de un objeto de aprendizaje o educativos, misma que se divide de forma jerárquica en un conjunto de nueve apartados, los cuales describen los demás campos. Las categorías de estos metadatos son mostradas a continuación:

**Rights.** Incluye las propiedades intelectuales de un recurso en específico.

**Educational.** Aquí se encuentran las características pedagógicas del objeto, como el tipo de recurso, uso del recurso, y la interactividad entre el usuario y objeto.

Technical. Proporciona los datos técnicos del recurso de aprendizaje, que incluye el tamaño, ubicación, o el formato en el que se encuentra.

Meta-MetaData. Se refiere a la agrupación sobre los metadatos. Se encuentra información de las contribuciones a la creación de metadatos, y el tipo de contribución realizada.

Lifecycle. Almacena datos históricos del objeto y su estado actual. Detalla también quiénes han interactuado con el objeto desde su creación, y el tipo de interacción que ha realizado.

Annotation. Son comentarios de la utilización de un objeto de aprendizaje, como el autor y la fecha de creación.

Relation. Indica, como su nombre lo indica, la relación del recurso de aprendizaje con otros objetos de aprendizaje.

General. Es donde se describe el objeto educativo. Incluye campos como identificadores del objeto de aprendizaje, título, descripción, entre otros.

Classification. Proporciona información de si el objeto de aprendizaje esta vinculado con alguna área del conocimiento.

Un objeto de aprendizaje o educativo es un recurso digital que se usa para el logro de actividades de aprendizaje, los que pueden ser páginas Web, herramientas, textos o instrumentos. Dentro de los objetos de aprendizaje encontramos que son costosos, debido al tiempo dedicado al mismo y la retribución económica al creador. Se recomiendan se puedan crear esquemas acerca de recursos de aprendizaje, para que puedan ser encontrados fácilmente mediante indexación y clasificación.

Existen 15 diferentes tipos de recursos recomendables, los cuales manejan la didáctica involucrada en el proceso de formación de un aprendiz. Los recursos que se manejan son los siguientes:

- 1) Index
- 2) Table
- 3) Exercise
- 4) Questionnaire
- 5) Figure
- 6) Graph
- 7) Narrative text
- 8) Simulation
- 9) Self assessment
- 10) Lecture
- 11) Slide
- 12) Exam
- 13) Experiment
- 14) Problem statement
- 15) Diagram

Los metadatos se asocian con recursos, para poder lograr una adaptación y técnicas de clasificación automática.

#### IMS Learner Information Profile

Especificación también conocida como IMS-LIP, se enfoca a los datos correspondientes al alumno, estandarizando la forma de almacenar y obtener la información requerida, tal como sus datos personales, competencias, enfoques académicos, certificaciones realizadas, objetivos y metas personales, entre otros.

Es muy importante esta especificación, ya que se puede utilizar como base para un proceso de planificación personal, apoyo a alumnos que tienen alguna incapacidad, registro de los logros de los alumnos y proporcionar información sobre el alumno cuando éste se migra a otra ciudad, estado o país a su futura institución educativa.

### Unidad de Aprendizaje

Una unidad de aprendizaje o educativa conocida también como UoL o UE, es la unidad más pequeña que provee al alumno un aprendizaje significativo, satisfaciendo de esta manera un conjunto de objetivos de aprendizaje o educativos, los que están relacionados entre si. La unidad de aprendizaje surge como la suma de las especificaciones más usadas.

### El Lenguaje de Modelado Unificado (UML)

El lenguaje UML según Rumbaugh, J., Jacobson, I., and Booch G. (2000), es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. Captura decisiones y conocimiento sobre los sistemas que se deben construir. Se usa para entender, diseñar, hojear, configurar, mantener, y controlar la información sobre tales sistemas. Está pensado para usarse con todos los métodos de desarrollo, etapas del ciclo de vida, dominios de aplicación y medios. La especificación de UML no define un proceso estándar pero está pensado para ser útil en un proceso de desarrollo iterativo.

UML capta la información sobre la estructura estática y el comportamiento dinámico de un sistema. La estructura estática define los tipos de objetos importantes para un sistema y para su implementación, así como las relaciones entre los objetos. El comportamiento dinámico define la historia de los objetos en el tiempo y la comunicación entre objetos para cumplir con sus objetivos. El

modelar un sistema desde varios puntos de vista, separados pero relacionados, permite entenderlo para diferentes propósitos.

UML cuenta con variados diagramas entre los que destacan el diagrama de clases, diagrama de casos de uso, diagrama de secuencia, diagrama de colaboración, diagrama de actividades y diagrama de componentes.

El diagrama de clases modela los conceptos de dominio de la aplicación, así como los conceptos internos inventados como parte de la implementación de la aplicación. Esta visión es estática debido a que no describe el comportamiento del sistema dependiente del tiempo, que se describe en otras vistas. Los componentes principales de este tipo de diagramas, son las clases y sus relaciones: asociación, generalización, y varias clases de dependencia, tales como realización y uso.

Los diagramas de caso de uso modelan la funcionalidad del sistema según lo perciben los usuarios externos, llamados actores. Un caso de uso es una unidad coherente de funcionalidad, expresada como transacción entre los actores y el sistema. El propósito de la vista de casos de uso es enumerar a los actores y los caso de uso, y demostrar que actores participan en cada caso de uso.

El diagrama de secuencia muestra un conjunto de mensajes, dispuestos en una secuencia temporal. Cada rol en la secuencia se muestra como una línea de vida, es decir, una línea vertical que representa el rol durante cierto plazo de tiempo, con la interacción completa. Un diagrama de secuencia puede mostrar un escenario, es decir, una historia individual de una transacción.

El diagrama de colaboración modela los objetos y los enlaces significativos dentro de una interacción. Los objetos y los enlaces son significativos solamente en el contexto proporcionado por la interacción. El uso de los diagramas de colaboración es mostrar la implementación de una operación.

El diagrama de actividades muestra las actividades de computación implicadas en la ejecución de un cálculo. Una actividad representa un paso en el flujo de trabajo o la ejecución de una operación. Un grafo de actividades describe grupos secuenciales y concurrentes de actividades.

El diagrama de componentes, despliegue y paquetes muestra modelan los conceptos de la aplicación desde un punto de vista lógico. Se modela la estructura de la implementación de la aplicación por sí misma, su organización en componentes, y su despliegue en nodos de ejecución. Estas vistas proporcionan una oportunidad de establecer correspondencias entre las clases y los componentes de implementación y nodos.

### III. METODOLOGÍA

Los Sistemas de Soporte a la Decisión pueden ser provistos de diferentes configuraciones. Estas configuraciones dependen de la naturaleza de la situación y de las tecnologías usadas para este soporte. Las tecnologías tienen cuatro componentes básicos: Datos, Modelos, Conocimiento e Interfaz de Usuario. Cada uno de estos componentes es tratado con software comercial o puede ser programado adaptándose las necesidades específicas como lo plantea Turban E. & Aronson J. (2001).

La presente investigación se realizó en la Facultad de Informática de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) ubicada en avenida de las ciencias s/n, colonia Juriquilla, a los alumnos de ingeniería en software e ingeniería en telecomunicaciones en un lapso de un semestre, que comprende del 17 de Enero al 17 de Junio de 2011, cuya metodología de investigación está basada en el trabajo de Jacques F. A., Corral L., y Rodríguez G. (2011).

La Facultad de Informática de la UAQ cuenta con cuatro planes de estudio que se adaptan a las necesidades de la sociedad respondiendo a las demandas actuales que son: Ingeniería en Computación, Ingeniería en Software, Ingeniería en Telecomunicaciones y Licenciatura en Informática.

En cada plan o carrera se imparten materias especializadas de las diferentes áreas de conocimiento que son a) Matemáticas, b) Entorno social, c) Tratamiento de la Información, d) Interacción hombre-máquina, e) Programación e Ingeniería de software, f) Software de base, g) Arquitectura de las computadoras y h) redes.

### Sujeto experimental: El Alumno

Se usaron tres muestras divididas, M1, M2 y M3 una para cada materia considerada en el presente trabajo, que son Introducción a los Sistemas de Información (SI), Álgebra Lineal (AL) y Técnicas de Diseño Web (TDW). Las muestras M1 y M2 constan de veintiún alumnos, mientras que M3 consta de 30, donde los alumnos van desde los 17 a los 24 años de edad, de ambos géneros sexuales, y todos ellos con el interés de aprender tecnología informática. Cabe mencionar que se eligió la Facultad de Informática debido a que los alumnos se encuentran muy receptivos al uso de las nuevas tecnologías de software, por lo que tuvieron que aprender a usar el sistema de soporte a la decisión desarrollado junto con el sistema LMS usado.

Las tres muestras corresponden a los alumnos que usaron ambos sistemas como herramienta en su proceso de aprendizaje, esto es, utilizaron los sistemas Cognitive DSS desarrollado junto con el LMS durante el periodo mencionado.

Como se mencionó en párrafos anteriores, la metodología de la investigación usada para el presente trabajo, es la que se propone en Jacques F. A., Corral L., y Rodríguez G. (2011), como se muestra la Figura 3.1.



Figura 3.1. Metodología de Investigación

Una parte del método que se utilizó durante del proceso de investigación es descriptivo debido a que se observó el comportamiento de M1, M2 y M3 interactuando con el LMS y con el sistema de soporte a la decisión cognitivo (Cognitive DSS) en base al estilo cognitivo que se obtuvo, midiendo la aceptación y la experiencia de los alumnos con el uso de ambos sistemas en relación al nivel adaptativo obtenido.

Primeramente se procedió al estudio de la ciencia cognitiva para determinar el modelo a usar en el sistema de soporte a la decisión que influyera en el aprendizaje de los alumnos. El modelo elegido fue el VARK, por el impacto del uso de los sentidos del ser humano en el proceso de aprendizaje. Una vez elegido el modelo, se procedió al desarrollo del sistema de soporte a la decisión utilizando la metodología ágil SCRUM, donde la tecnología usada fue de licencia abierta que trabaja bajo el paradigma orientado a objetos, considerando al lenguaje de servidor PHP para el procesamiento de datos y transacciones a la base de datos

por medio del sistema manejador de base de datos MySQL, utilizando como interfaz gráfica de usuario el HTML, CSS y JavaScript, con un servidor Apache.

Al término del desarrollo se implementó el sistema de soporte a la decisión generado denominado “Cognitive DSS” en un servidor Web que tiene como sistema operativo Linux, para que los alumnos pudieran acceder al sistema desde cualquier computadora con conexión a Internet y un navegador apropiado.

Estando el Cognitive DSS en el servidor, se le pidió a los alumnos de las muestras que ingresasen al sistema y respondieran las preguntas que les solicita, para determinar el estilo sensorial perceptivo de cada uno de ellos y almacenar los resultados en la base de datos del servidor seleccionado.

Una vez que las muestras terminaron de realizar la evaluación psicopedagógica en el Cognitive DSS, el maestro accede al sistema de la misma manera para ver los resultados de sus alumnos correspondientes a las materias que imparte.

Al tener los resultados, se procede al análisis de los mismos, donde el sistema Cognitive DSS procesa los datos recabados y genera las inferencias cognitivas en base a cada combinación de estilos generando una adaptación, y de esta forma el maestro puede gestionar efectivamente los recursos de aprendizaje apropiados para cada alumno en el LMS.

Ya que el maestro ha publicado los recursos de aprendizaje para lograr el desarrollo instruccional deseado en cada una de sus materias, comunica a sus alumnos que ingresen y registren en el LMS para estudiar los recursos que han sido agregados, ya sean estos videos, graficas, mapas mentales, ejercicios, instrucciones y todo el material digital que se ha seleccionado de acuerdo a los resultados, inferencias y recomendaciones propiciados por el sistema Cognitive DSS según la adaptación como apoyo al proceso de formación.

Se procede a la aplicación de encuestas, entrevistas y observación de datos históricos para determinar el nivel de adaptación logrado mediante el uso del DSS desarrollado e implementando la metodología propuesta, y validar así el modelo propuesto.

Se analizan los resultados de las encuestas observando la experiencia que se tuvo durante el proceso híbrido de enseñanza y aprendizaje de los alumnos, ya que se impartió de forma presencial y virtual, como apoyo para complementar lo aprendido en el aula de clases.

El último paso de la metodología es el análisis y validación de los resultados generales en los tres casos de prueba generados, que son a) Resultados a nivel de pruebas, b) Resultados a nivel de adaptación de M1, M2 y M3 y c) Resultados de la percepción del modelo de M1, M2 y M3.

Como se mencionó, se ha seguido un modelo ágil para el desarrollo del Cognitive DSS, llamado SCRUM, que es un grupo de herramientas de gestión, empleadas por personas que tienen unos roles definidos, que se pueden utilizar para crear metodologías propias, que se enfoca a la generación de valor en el mínimo tiempo. La forma de trabajo de SCRUM implica al desarrollador y al cliente, dando prioridad a los individuos y las interacciones sobre los procesos y tareas, prefiriendo al software funcional sobre la excesiva documentación y teniendo una capacidad de respuesta sobre los cambios en lugar de seguir estrictamente una planificación.

Se generan tres tipos de documentos mediante el desarrollo de software que son:

- ✓ Product Backlog: Es un repositorio de requisitos que para una reléase específica. Suelen contemplar los requisitos de alto nivel.

- ✓ Lanzamiento: Requerimientos obtenidos del documento de producto identificados y priorizados para la próxima versión.
- ✓ Sprint: Todo el proyecto se divide en períodos de tiempo con una duración máxima de cuatro semanas. Un período se denomina Sprint, y cada equipo recibe una cartera de pedidos a ejecutar en un Sprint determinado. El Sprint backlog es un documento detallado donde se describe el como el equipo va a implementar los requisitos durante la siguiente Sprint. Las tareas se dividen en horas con ninguna tarea superior a 16 horas.

Durante el Sprint se llevan a cabo reuniones diariamente, con una duración máxima de 30 minutos, donde se realizan una serie de tres preguntas para determinar lo que se ha avanzado desde la última reunión, y lo que se pretende hacer hasta la próxima reunión.

El modelo SCRUM cuenta con cinco fases importantes, que son:

- ✓ Planes de lanzamiento
- ✓ Distribución, revisión y ajuste de los estándares del producto.
- ✓ Sprint.
- ✓ Revisión del Sprint.
- ✓ Cierre.

Durante la fase de Sprint es donde el desarrollo de software se lleva a cabo, donde cada Sprint consta de las siguientes actividades:

- ✓ Elaborar
- ✓ Integrar
- ✓ Revisar
- ✓ Ajustar

Estas actividades no se encuentran en secuencia, ya que cada elemento del backlog es diferente y se le pueden aplicar todas o sólo algunas de las actividades mencionadas.

En la fase de revisión del Sprint, el software desarrollado en el Sprint anterior se revisa y si es necesario se añaden nuevos ítems del backlog. Las actividades y la revisión del Sprint se repiten hasta que el producto se considera listo para su distribución por los participantes del proyecto. Después, el producto pasa a la fase de cierre, donde se prepara para el lanzamiento y distribución.

En la fase de cierre el producto está listo para el debugging, marketing y promoción, donde al acabar esta fase el proyecto quedará cerrado.

Los roles de los participantes del proyecto que se implementan en el SCRUM son de acuerdo al tipo de actividad que realicen. Así que se tienen los siguientes:

- ✓ Product Owner: Es el responsable del proyecto, que conoce lo que se tiene que hacer, lo que no se va a codificar y que está en contacto estrecho con el cliente.
- ✓ Scrum Team: Es el grupo de desarrolladores del sistema que va a participar en el proyecto.
- ✓ Scrum Master: Es un desarrollador que funge como moderador en las reuniones Scrum.

La figura 3.2 ilustra la visión general del modelo SCRUM:

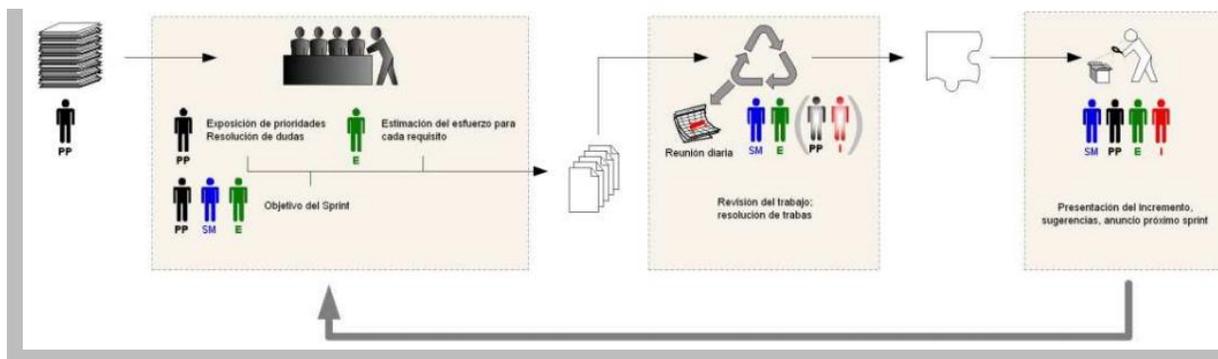


Figura 3.2. Proceso general del SCRUM

Al seguir esta metodología durante el desarrollo del Cognitive DSS, primero se generó el backlog, donde se establecen los requisitos del sistema, y se realiza un modelo general del funcionamiento y propósito de la aplicación, por lo que para la modelación de la propuesta del presente trabajo, se utilizaron diagramas UML de casos de uso, secuencia, componentes, y actividades. En el diagrama UML general del modelo propuesto que es el mostrado en la figura 3.3 muestra la triangulación existente entre el profesor como tomador de decisiones, el sistema Cognitive DSS desarrollado que proporciona las estrategias acorde a la combinación de estilos cognitivos de cada alumno y el LMS como medio para la publicación de los recursos necesarios específicamente para casos particulares, comunicación con los alumnos, así como evaluaciones.

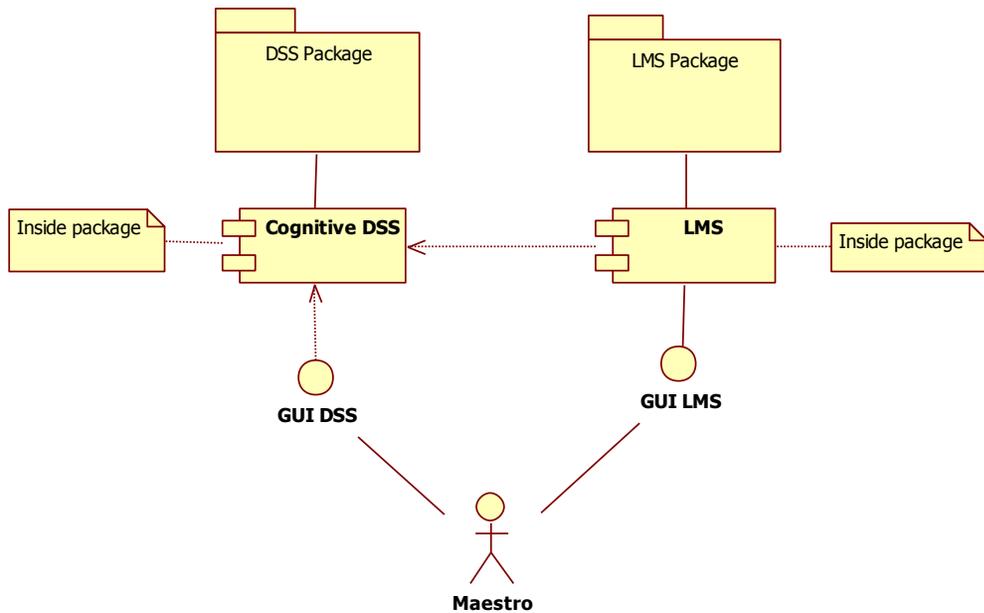


Figura 3.3. Modelo propuesto

Se puede observar que el maestro, que funge como actor de ambos sistemas, accede por medio de una interfaz gráfica a los resultados del cuestionario VARK resultantes de cada alumno, donde puede obtener una vista general y una específica, donde el Cognitive DSS genera heurísticas basadas en los resultados cognitivos, con el fin de brindar al maestro la recomendación más óptima de asignación de recursos de aprendizaje para cada alumno en particular, tomando en cuenta una combinación de estilos, desde el predominante, hasta el estilo con la menor ponderación. El maestro entonces procede a la asignación y selección de recursos en el sistema de enseñanza y aprendizaje basado en hipertexto, para publicarlos y dejarlos listos de forma que cada estudiante pueda acceder a ellos como apoyo a una materia determinada.

En el documento de lanzamiento se identificaron aquellos requerimientos necesarios para seguir con el Sprint, priorizándolos y generando un diagrama de clases y objetos, donde en el desarrollo del sistema Cognitive DSS se utilizaron

cuatro clases que se relacionan entre sí, junto con siete módulos, uno para cada función en particular.

El modelo de clases del Sistema Cognitivo DSS se muestra en la figura 3.4:

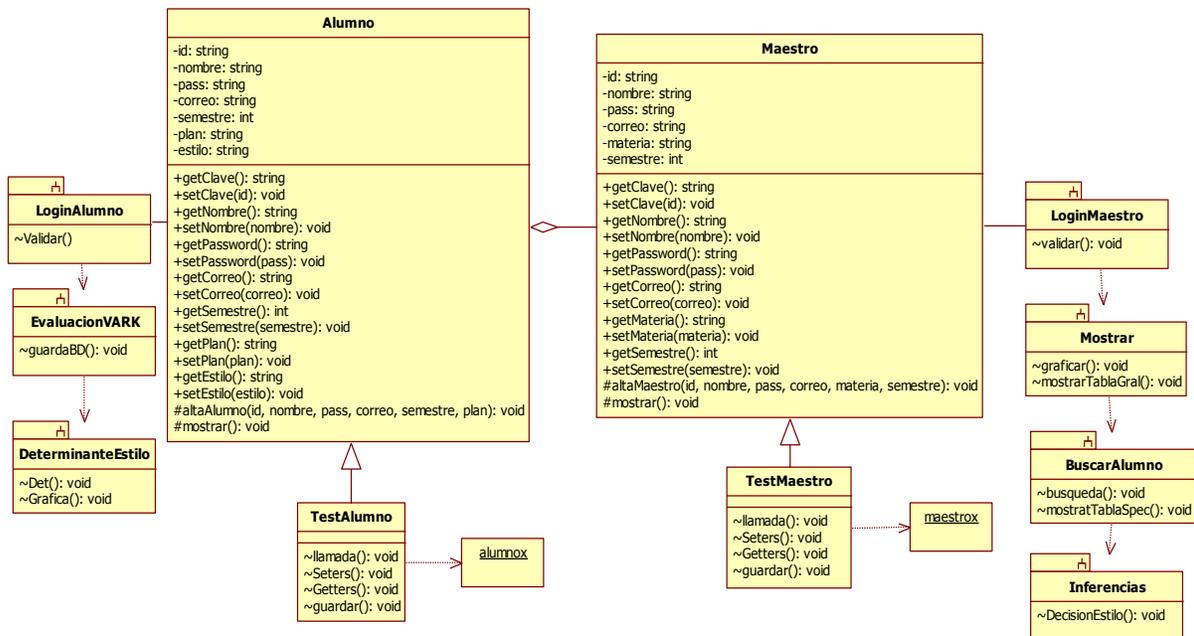


Figura 3.4. Diagrama de Clases

Se puede observar que la clase Alumno y Maestro se encuentran relacionadas por medio de agregación, y cada una de ellas hereda sus atributos y métodos a las clases TestAlumno y TestMaestro respectivamente, mismas que cuentan con métodos adicionales, además de generar una instancia que se utiliza para utilizar los métodos y atributos de las meta clases. La clase Alumno se asocia con los módulos de autenticación, aplicación del cuestionario VARK y el módulo que determina el estilo predominante de cada alumno, así como la ponderación de los estilos restantes. Da la misma forma la clase Maestro se asocia con los módulos de autenticación, mostrar los resultados de los alumnos registrados en la materia que imparte el maestro, búsqueda de un alumno es particular para acceder a la gráfica y tabla según su perfil, y el módulo de

inferencias, que determina por medio de su motor, el tipo de recurso o combinación de estos, que se recomienda asignar a dicho alumno.

Empezando con el documento del Sprint, se dividió el proyecto en 4 periodos que son: periodo Alumno, periodo Maestro, periodo Sub-sistemas y periodo Heurísticas, los cuales contienen una cantidad de tareas cada uno, que suma un total de 16 semanas para llegar a la fase de cierre. En las tareas se entregaron funcionalidades que se desarrollaron pasando por las actividades de elaboración, integración, revisión y el ajuste de las mismas, tomando un tiempo aproximado de 3 tareas por periodo.

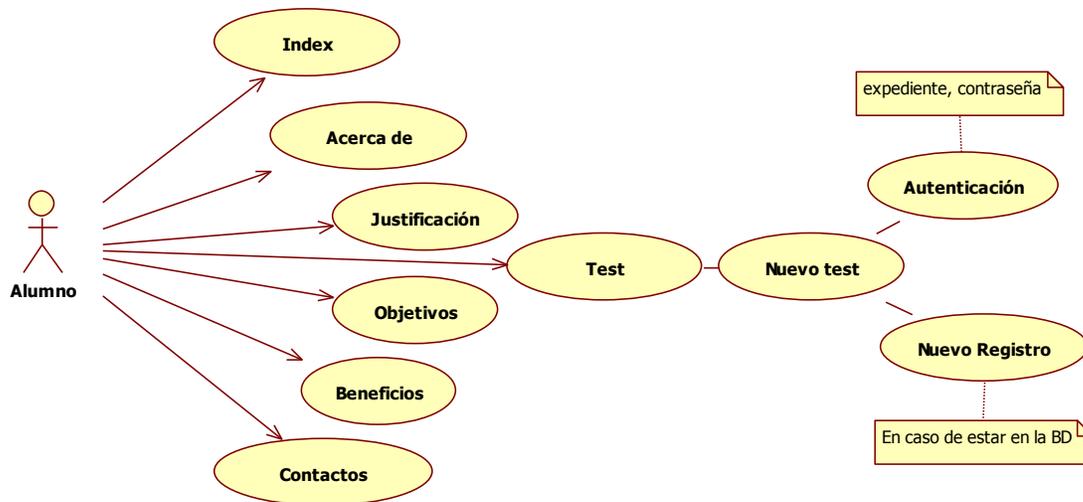


Figura 3.5. Diagrama de casos de uso del Alumno

En la figura 3.5 se muestran aquellos fragmentos de funcionalidad del sistema Cognitive DSS que se desarrollaron en el período Alumno con los que el alumno tiene interacción. Estos fragmentos de funcionalidad son aquellos que el alumno puede tener disponibles en la interfaz gráfica correspondiente a su sesión. El diagrama muestra que el alumno puede tener acceso a la página inicial del DSS que consiste en una bienvenida y algunas recomendaciones en el uso de la herramienta. En la funcionalidad de Acerca de, el alumno puede conocer al

encargado del proyecto del DSS y el cuestionario VARK respectivamente, es decir, este fragmento de funcionalidad retroalimenta al alumno. Mediante la funcionalidad de Justificación, el alumno conoce la razón de ser del proyecto y la importancia del mismo. En la funcionalidad de Test, el alumno se autentica o se registra como nuevo usuario, con el fin de contestar el cuestionario VARK y determinar su estilo cognitivo sensorial perceptivo predominante y los niveles de los estilos secundarios. Por último la funcionalidad de Objetivos y Beneficios retroalimentan al alumno y amplían su panorama del proyecto, dando una perspectiva global y un propósito.

De la misma forma en la figura 3.6 se muestra el diagrama de secuencia donde se observa la interacción del alumno con las clases implementadas del sistema Cognitive DSS a través del tiempo.

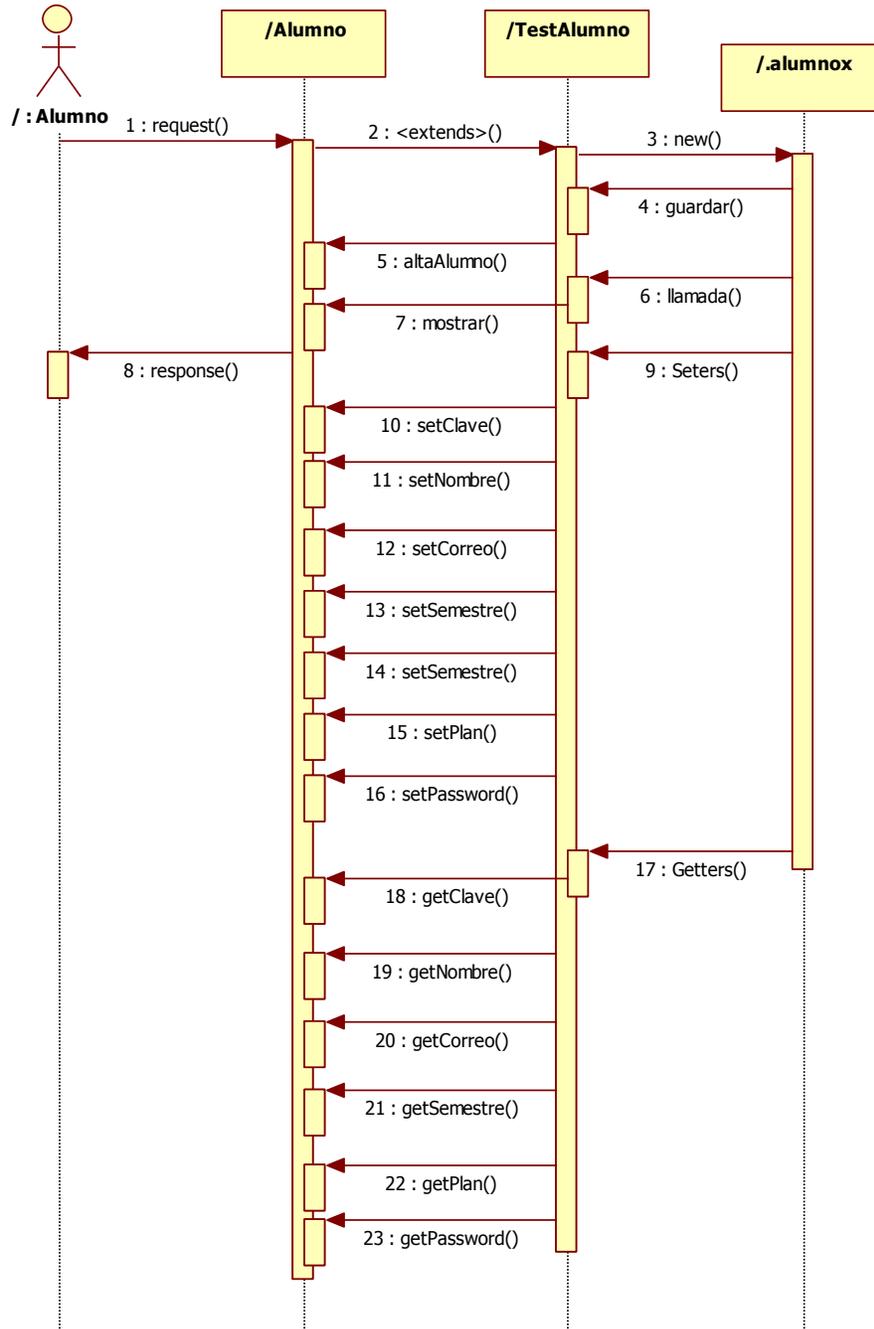


Figura 3.6. Diagrama de secuencia del Alumno

Se puede observar en el diagrama de secuencia que el alumno envía una requisición a la clase del servidor donde se almacena el sistema, mismo que hereda todos los atributos y métodos de ésta, a otra clase llamada TestAlumno, la que a su vez instancia un objeto llamado alumnox, con el que se utilizan sus propios métodos que mandan mensajes a los métodos de la meta clase, que es Alumno. Estos métodos utilizan el sistema manejador de base de datos MySQL para realizar transacciones a la base de datos generada.

El flujo de trabajo desde el punto de inicio hasta el punto de final es mostrado en la figura 3.7, donde se detalla la secuencia de actividades del alumno en el sistema Cognitive DSS para concluir con esta secuencia en el LMS. Se puede observar en el diagrama que existen rutas de decisiones en el progreso de los eventos contenidos en las actividades, así como procesos paralelos que ocurren en la ejecución de algunas actividades. En esta figura se muestra también lo descrito en párrafos anteriores, donde el alumno interactúa de primera instancia con el Cognitive DSS, para después dar tiempo al sistema de interpretar los resultados cognitivos y brindar soporte al maestro en la asignación de recursos digitales específicos a cada alumno en el LMS, donde al terminar dicho proceso, el alumno procede entonces a interactuar con el LMS, para el estudio de los recursos asignados y realizar la evaluación correspondiente.

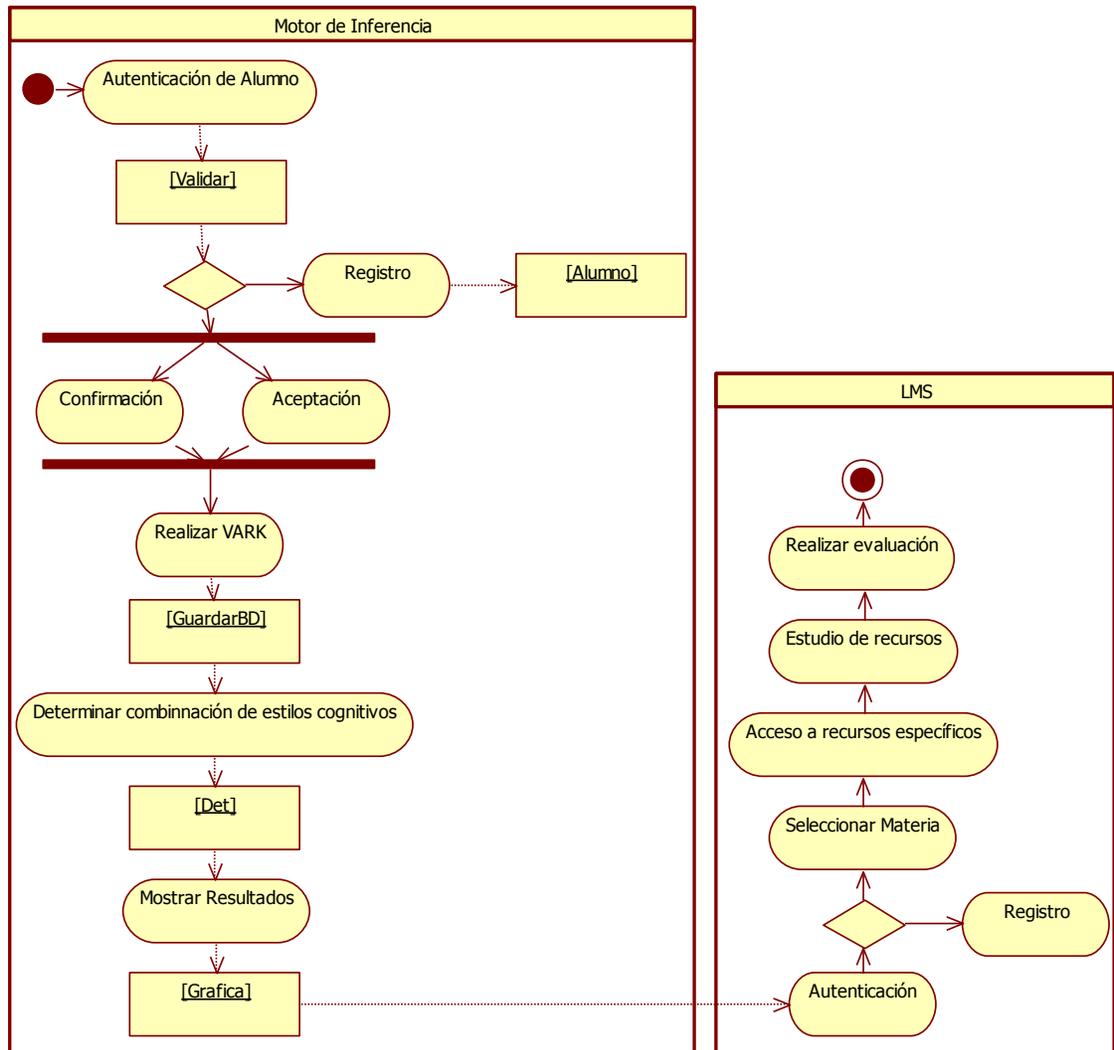


Figura 3.7. Diagrama de actividades del alumno

De la misma forma, aquellos fragmentos de funcionalidad con los que puede interactuar el maestro acorde a su sesión desarrollados durante el segundo periodo del SCRUM implementado, son mostrados en el diagrama de casos de uso de la figura 3.8.

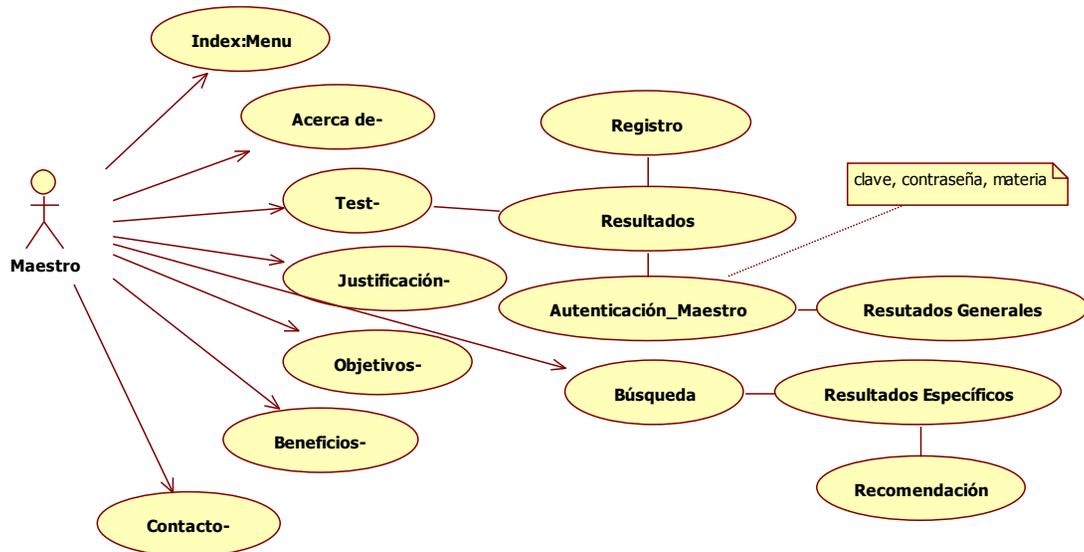


Figura 3.8. Diagrama de casos de uso del Maestro

El diagrama muestra que el maestro puede tener acceso a la página inicial del DSS que consiste en una bienvenida. En la funcionalidad de Acerca de, el maestro puede conocer al encargado del proyecto del DSS y el cuestionario VARK respectivamente. Mediante la funcionalidad de Justificación, el maestro conoce la razón de ser del proyecto y la importancia del mismo. Al ingresar en la funcionalidad de Test, puede solicitar los resultados de forma general o específica, para lo que requiere autenticarse. Los resultados generales de los alumnos que están registrados en su grupo son mostrados en un tabla, pero si desea buscar un alumno en particular para obtener las estrategias a seguir en base a la combinación de estilos cognitivos, entonces se debe de ingresar el expediente de dicho alumno, y el sistema muestra la gráfica y la tabla de su perfil. Por último la funcionalidad de Objetivos y Beneficios retroalimentan al alumno y amplían su panorama del proyecto, dando una perspectiva global y un propósito.

Se muestra el diagrama de secuencia del maestro en la figura 3.9, para mostrar la comunicación entre objetos del sistema y el envío de mensajes que se generan entre ellos para lograr la comunicación, incluso con el actor.

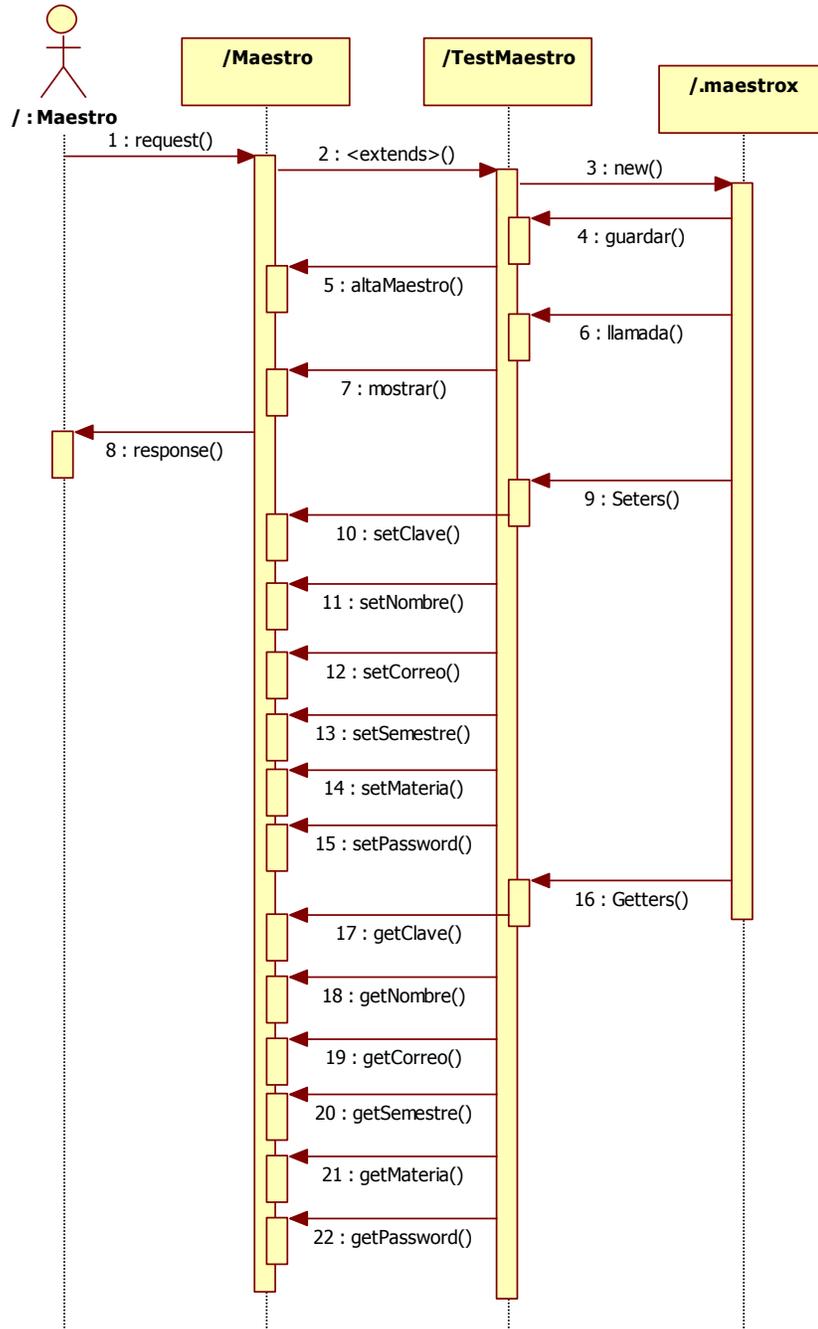


Figura 3.9. Diagrama de secuencia del Maestro

Se puede observar en el diagrama de secuencia que el maestro envía una requisición a la clase del servidor donde se almacena el sistema, mismo que

hereda todos los atributos y métodos de ésta, a otra clase llamada TestMaestro, la que a su vez instancia un objeto llamado maestrox, con el que se utilizan sus propios métodos que mandan mensajes a los métodos de la meta clase, que es Maestro. Estos métodos utilizan el sistema manejador de base de datos MySQL para realizar transacciones a la base de datos generada.

Las transacciones a la base de datos consisten en el ingreso de datos a campos específicos de la tabla de maestro, de la base de datos generada. La modificación de la información y la consulta a la misma, se realiza a través de módulos pequeños del mismo sistema, descritos en la figura 3.4, donde utilizan los atributos de la clase maestro para realizar las operaciones descritas sobre los datos. De esta forma el sistema está perfectamente integrado entre cada uno de los componentes que lo integran.

El flujo de trabajo desde el punto de inicio hasta el punto de final es mostrado en la figura 3.10 por medio del diagrama UML de actividades, donde se pueden ver las acciones generadas en las mismas clases y en los componentes que se relacionan con ellas, permitiendo al actor maestro tener un flujo de trabajo constante en todo el proceso.

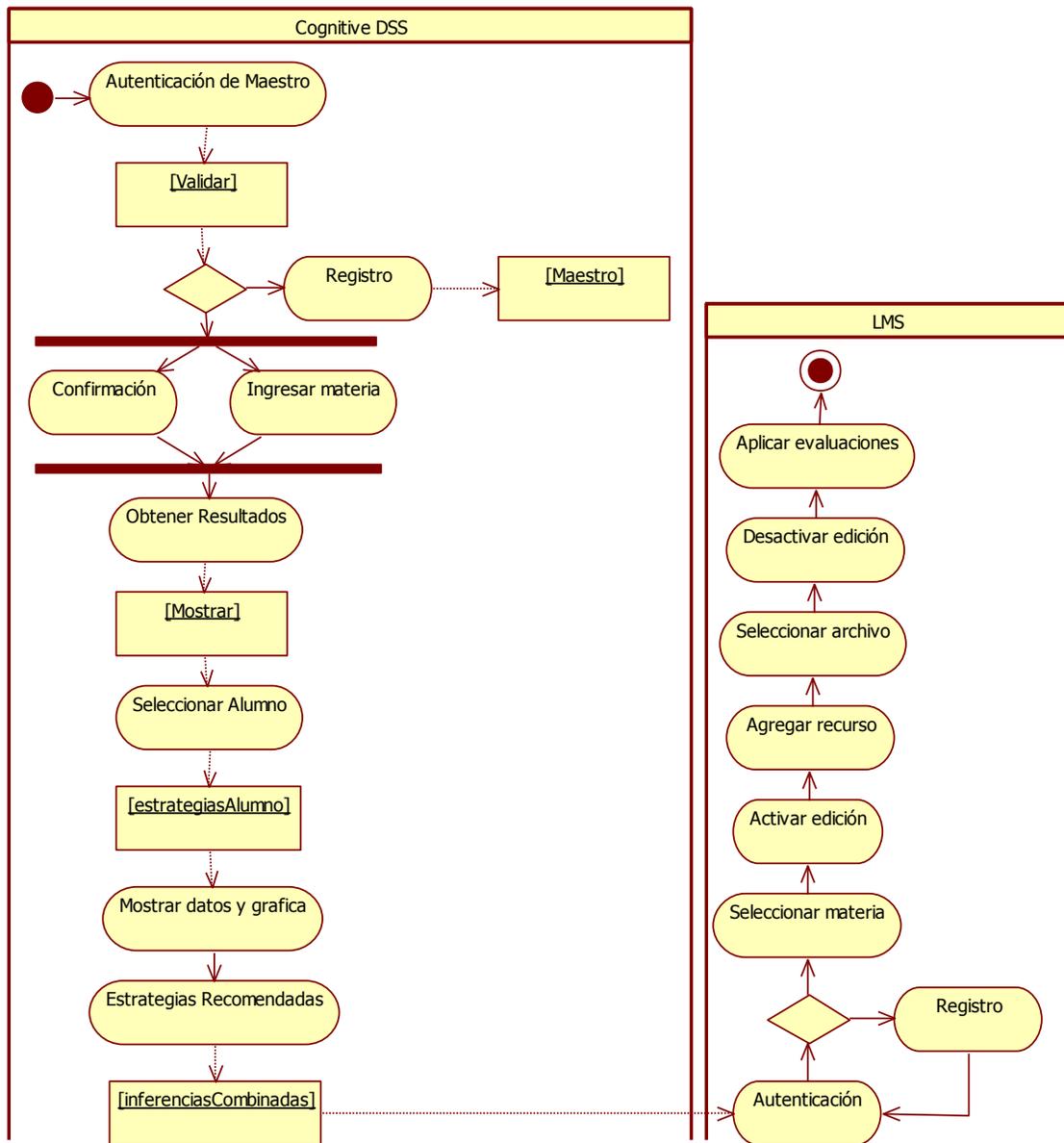


Figura 3.10. Diagrama de actividades del Maestro

Se puede observar que se detalla la secuencia de actividades del maestro en el sistema Cognitive DSS para concluir con esta secuencia en el LMS. En el diagrama existen rutas de decisiones en el progreso de los eventos contenidos en las actividades, así como procesos paralelos que ocurren en la ejecución de algunas actividades. En esta figura se muestra también lo descrito en párrafos anteriores, donde el maestro interactúa de primera instancia también con el

Cognitive DSS, para que el sistema pueda interpretar los resultados cognitivos y proceder con la asignación de recursos digitales específicos a cada alumno en el LMS.

En el tercer período, que es el de Heurísticas, se desarrolló el algoritmo implementado en el sistema Cognitive DSS que determina las estrategias a implementar por el maestro acorde con la combinación de estilos de cada alumno, para esto, el modelo propuesto usa metas y Objetivos Educativos (OE), que se espera cumpla un alumno al estar cursando una materia, resaltando el objetivo general del proceso educativo. Dichos OE pueden presentar estructuras complejas, similares a grafos acíclicos, árboles de decisión, e incluso mallas. Las metas pueden ser cubiertas ofreciendo múltiples recursos de aprendizaje, según los resultados cognitivos del VARK, donde el perfil académico juega un papel importante, ya que la trayectoria académica está asociada al perfil cognitivo y a las preferencias del alumno.

En particular a nivel psicopedagógico, el Estilo de Aprendizaje (LS) es reconocido como un fuerte diferenciador en el procesamiento de información por parte del alumno. Dicho perfil académico está expresado por los logros obtenidos previamente durante la trayectoria del alumno. Las estrategias que brinda el DSS se da de acuerdo al conjunto de objetivos que debe de cumplir el alumno teniendo como base los logros obtenidos y la estructura de la materia. Para cada uno de los objetivos específicos de la materia, se obtienen las Unidades Educativas (UE) que apoyan el proceso y que están orientadas a atender las características particulares del alumno, que esta variable es determinada por el modelo VARK implementado en el Cognitive DSS.

El proceso que se implementó en el Cognitive DSS para la selección de estrategias de asignación de recursos de aprendizaje se basa en la combinación de estilos cognitivos, donde se cuenta por un estado inicial S, que está representado por los objetivos educativos, OE, que el estudiante ha obtenido

previamente en su perfil académico y su estilo de aprendizaje, que se denotará por *LS*. La lista de tareas a lograr, *T*, está relacionada con los OE que se han planteado en el curso o área temática determinada y los logros esperados en los estudiantes. Tenemos también las unidades educativas, *UE*, que contribuyen a lograr los objetivos. Se implementó un árbol de decisión, y los métodos reflejan la estructura de dicho árbol de los objetivos deseados. A partir del algoritmo desarrollado basado en Duque et al (2007), se obtiene:

a. *Desde una Unidad Educativa, UE, a O, donde*

$$O = (UE.id (UE.prereq) \text{ AND } (h(UE.id)))$$

*Donde:*

*UE.id:* identificador de la UE,

*UE.prereq:* Pre-requisito de UE,

*h(UE.id):* es un método que retorna los OE que apoya la UE.

b. *Desde Objetivos Educativos a Métodos (OE\_M)*

Para cada OE planteado para el curso determinado.

$$M = (OE.id (f (OE.id)))$$

*Donde:*

*OE.id:* identificador del OE,

*f (OE.id):* Es un método que retorna OE.prereq.

c. *Desde Objetivo Educativo cubierto por Unidades Educativas a Estrategia (UE\_Etr)*

Para cada OE planteado para el curso determinado, se debe recorrer el árbol aplicando una valoración por encadenamiento hacia atrás a través de sus hojas.

$$if(estilo[0] = =n \ \&\& \ estilo[1] = =m \ \&\& \ estilo[2] = =r)$$

```

f(LS.cat){
    determinar LS predominante (LSpred)
        determinar LS secundario (LSsec)
            determinar LS terciario (LSter)
        }
}
f(LS.prop){
    Obtención de porcentaje de estilo predominante (%s.pred)
    Obtención de porcentaje de estilo secundario (%s.sec)
    Obtención de porcentaje de estilo terciario (%s.ter)
}
Etr = (OE.id ((UE1.LSpred, UE1.id)(UE2.LSpred,
UE2.id)...(UEn(%s.pred).LSpred, UEn.id)) AND ((UE1.LSsec,
UE1.id)(UE2.LSsec, UE2.id)...(UEn(%s.sec).LSsec, UEn.id)) AND
((UE1.LSter, UE1.id)(UE2.LSter, UE2.id)...(UEn(%s.ter).LSter, UEn.id)))
end_if

```

*Donde:*

*estilo[0]:* El vector que almacena los resultados del modelo VARK para el estilo auditivo.

*estilo[1]:* El vector que almacena los resultados del modelo VARK para el estilo visual.

*estilo[2]:* El vector que almacena los resultados del modelo VARK para el estilo kinestésico.

*n:* La variable que almacena la ponderación correspondiente al estilo auditivo.

*m:* La variable que almacena la ponderación correspondiente al estilo visual.

*r:* La variable que almacena la ponderación correspondiente al estilo kinestésico.

*OE.id:* identificador del OE,

*LS<sub>n</sub>:* Estilo de aprendizaje asociado a la UE<sub>n</sub>

$UE_{n(\%s)}$ : Porcentaje determinado de las unidades educativas según el LS al que pertenezca.

$f(LS.cat)$ : Es un método que determina el LS predominante, secundario y terciario.

$f(LS.prop)$ : Es un método que determina los porcentajes correspondientes a cada tipo de LS determinado en la función  $f(LS.cat)$ .

El Cognitive DSS desarrollado selecciona la estrategia que incluye aquellos recursos de aprendizaje necesarios para que el alumno en base a su estilo cognitivo, LS, según el modelo VARK pueda cumplir con el objetivo general y específico de cada materia, mediante las unidades educativas, los objetivos educativos y los métodos implementados necesarios, considerando una trayectoria y aquellos UE y OE que han sido cubiertos.

Los metadatos relevantes correspondientes a las UE y UO son descritos en la figura 3.11.

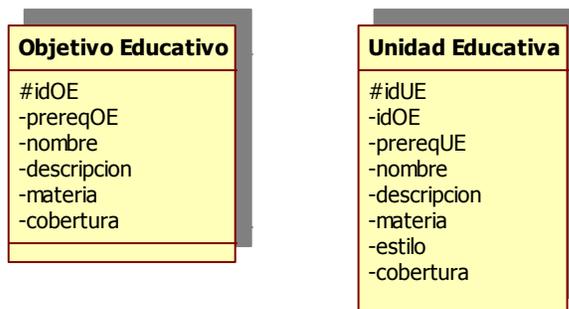


Figura 3.11. Metadatos de entidades implementadas

La clave primaria del metadato OE es su identificador, denotado por idOE, mientras que la clave primaria del metadato UE es idUE, que contiene también como clave secundaria la clave primaria del OE, para lograr una relación que

permita identificar las UE que corresponden a cada OE de una materia en particular.

El producto cartesiano genera un gran espacio de búsqueda, lo que requiere implementar mecanismos ágiles dentro del motor de inferencia que permitan ser aplicados al dominio que se está manejando. El algoritmo implementado permite realizar dicha administración para lograr la validación de éstos metadatos.

La implementación de los metadatos fue realizada por medio de frames, que se pueden utilizar para varias formas de representación del conocimiento, generalmente aquellos susceptibles de división de unidades, describibles mediante la indicación de cualidades. Consisten en estructuras de datos bidimensionales que contienen un conjunto de slots (descriptores o atributos), divididos por facets (facetas), cada uno correspondiente a un valor, o ámbito de valores. Un frame se describe como una unidad de conocimiento.

El motor de inferencias que implementa la validación de UEs y OEs, así como el algoritmo previamente explicado que determina la adaptación cognitiva es expresado por medio de un diagrama de actividades que modela dicho motor de inferencia implementado en el sistema de soporte a la decisión.

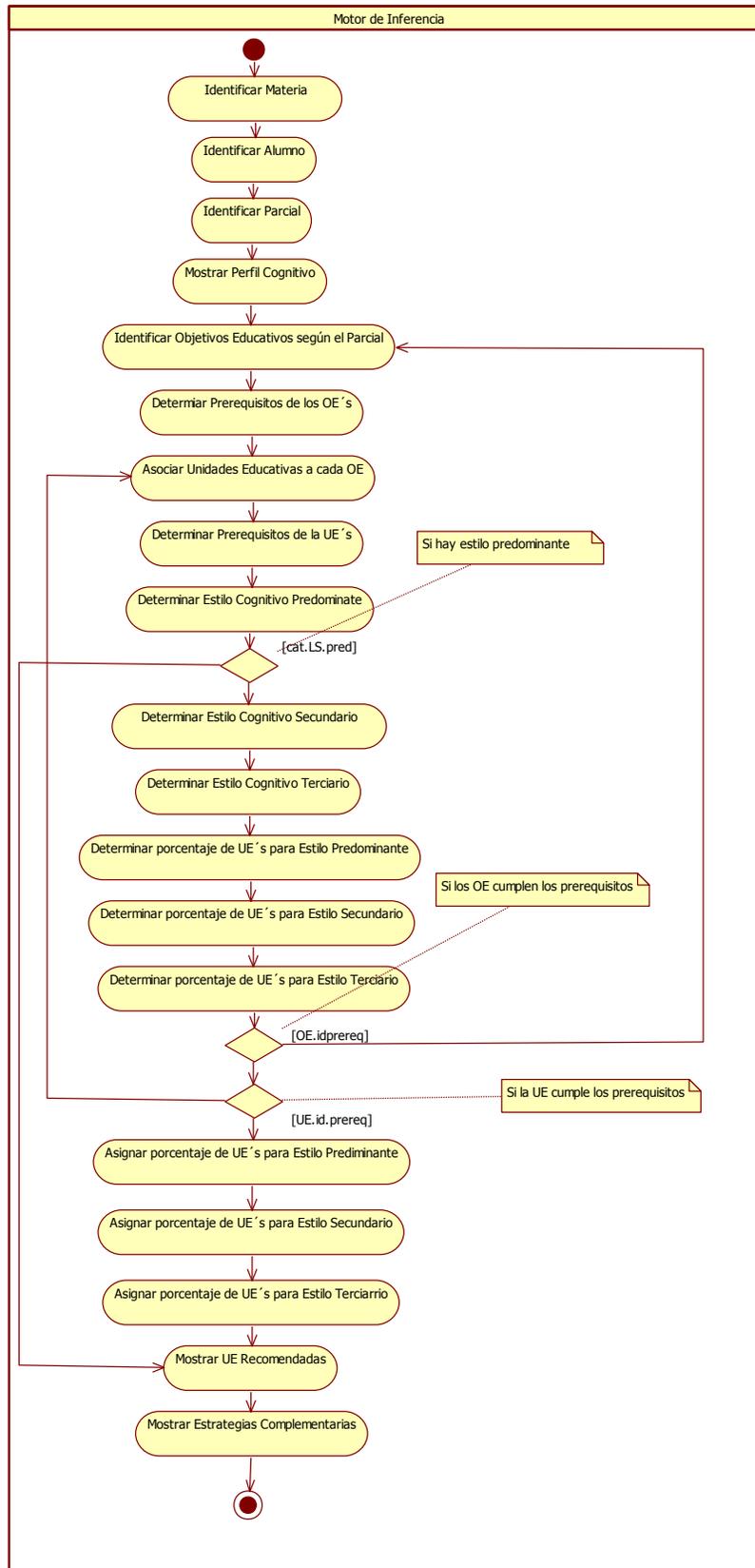


Figura 3.12. Motor de inferencia del Cognitive DSS

Como se puede observar en la figura 3.12, el sistema identifica la materia, el alumno y el parcial antes de mostrar al maestro el perfil cognitivo del alumno previamente buscado y consultado en la BD. A continuación, el sistema emplea métodos para identificar los objetivos educativos de acuerdo con la materia y el parcial, identificando los prerrequisitos en cada uno de ellos, para después asociar unidades educativas a cada OE y de la misma forma, identificar sus prerrequisitos correspondientes para que se logre una serialización. El sistema entonces realiza una consulta a la BD y en base a la ponderación resultante del modelo VARK, determina el estilo cognitivo sensorial perceptivo predominante del alumno. En caso de que no se cuente con un estilo predominante, sino que, se tenga un equilibrio superior o inferior entre sus estilos, el sistema procede a mostrar las UE recomendadas en este caso en particular. Si existe un estilo cognitivo predominante, el sistema procede a obtener el estilo secundario y terciario. Al haber hecho esto, y antes de mostrar la estrategia recomendada, el motor verifica que el estudiante satisfaga los OE y las UE propios del parcial, para proceder con la llamada de métodos que determinan el porcentaje de UE's basada en la combinación de estilos, obteniendo el porcentaje del estilo predominante, así como del secundario y terciario, con el fin de brindar una estrategia sólida en el proceso de aprendizaje, y mostrar así la UE recomendadas y un conjunto de estrategias complementarias de las que el maestro puede hacer uso como apoyo en el aula o en el mismo sistema virtual. En caso de que el alumno no cuente con los prerrequisitos satisfechos de los OE, se identifican los nuevos OE que le corresponden para proceder con la estrategia recomendada. De forma similar, si el alumno no satisface los prerrequisitos de las UE, se asocian nuevas UE según el OE actual, para brindar una estrategia acorde con su perfil cognitivo y avance dentro de la materia.

El motor de inferencia entonces, recorre las ramas del árbol implementado, tomando decisiones en cada nodo para realizar una serie de bifurcaciones hasta llegar a la última rama y obtener la mejor estrategia para el alumno deseado,

estrategia que el profesor considera para gestionar los recursos de aprendizaje en la plataforma virtual de enseñanza y aprendizaje.

El principio implementado en el motor de inferencia es la valoración de encadenamiento hacia atrás que parte de la suposición de una hipótesis. La elección de esta hipótesis la realiza el mecanismo desarrollado, por lo que utiliza datos obtenidos generalmente mediante preguntas hechas al usuario.

Si la primera hipótesis no es confirmada directamente por los hechos ya existentes en la base de conocimientos, se procede de la siguiente forma: Se buscan reglas que contengan esta hipótesis de primera instancia. Cuando se encuentren varias reglas hará falta también estrategias de solución de conflicto. Estas estrategias determinan en qué secuencia deben analizarse las reglas afectadas. Podría, por ejemplo, procederse de tal forma, que se trataran las primeras reglas encontradas. Según la estrategia de solución de conflicto presente, se analizan las reglas que contengan la hipótesis como conclusión, buscando si se cumplen o pueden cumplirse sus premisas. Una premisa se considera concluida, cuando existen los hechos que la confirman. Si éste no fuera el caso para todos los hechos de una premisa, se tratarían cada uno de los hechos no confirmados como hipótesis provisionales. Estas hipótesis temporales se analizarán primero como las hipótesis de salida y, dado el caso, se confirmarán.

De forma general se puede ver el proceso con el motor de inferencia de la siguiente forma:

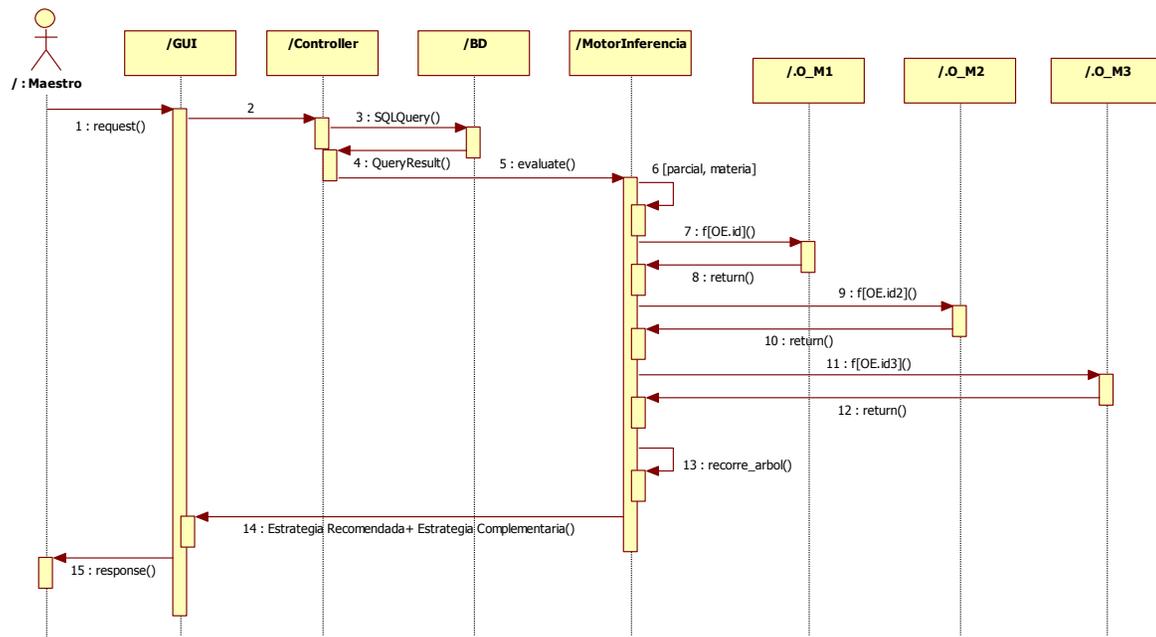


Figura 3.13. Diagrama de secuencia del proceso de inferencia

Se puede observar en la figura 3.13 que el motor de inferencia hace uso de tres métodos que identifican los OE para cada parcial y de acuerdo a la materia, así como las UE correspondientes a cada OE, y comprueban que sean satisfechos los prerrequisitos para cada caso, donde regresan un valor al motor de inferencias, mismo que es utilizado durante el recorrido del árbol junto con el resultado de la consulta a la BD previamente realizada.

Los programas de aplicación que se utilizaron para el desarrollo del sistema de soporte a la decisión cognitivo en Web, es decir, el “Cognitive DSS”, en la lógica de la aplicación y procesamiento de los datos, fueron los siguientes:

- ✓ Servidor de páginas Web Apache
- ✓ Intérprete de PHP 5
- ✓ Servidor de Bases de Datos MySQL

Estos programas son de código abierto, también conocidos como opensource, que es tecnología abierta frente a programas propietarios. La elección se realizó de esta forma por variadas razones, primeramente, porque el software de código abierto o libre, es gratuito y no es cuestión de que para estudiar el funcionamiento de un programa o un lenguaje haya que pagar por él. Por otro lado, los programas de tecnología abierta son tan eficientes y seguros como los programas de pago y, muchos casos, aún más.

El servidor más extendido en Internet es el Apache. La mayoría de los sitios que se encuentran en la red mundial, están corriendo sobre Apache. Las razones de esto según López (2007), son que es gratuito, es uno de los servidores más robustos que existen, es muy seguro ante los ataques de en la red, y es muy sencillo de configurar.

Cuando el usuario solicita una página desarrollada con el lenguaje de servidor PHP, el intérprete lee el código de dicha página y lo ejecuta. Se genera una página HTML como resultado de la ejecución, y se la entrega al servidor Web, quién a su vez se la envía al cliente. El lenguaje PHP se refiere a la interpretación de scripts. En este sentido el concepto es similar a JavaScript, dejando de lado el hecho de que este último se interpreta y ejecuta en el lado del cliente, mientras que PHP lo hace en el lado del servidor. Como lo menciona López (2007), un lenguaje de servidor siempre ofrece más recursos y posibilidades que uno del cliente.

Dentro de las múltiples posibilidades que los sitios dinámicos ofrecen al usuario, está la obtención de información almacenada en una base de datos en el servidor. Una página dinámica que utiliza una base de datos en el servidor, esta reciba una solicitud del usuario sobre un determinado tema, buscará esta información en la base de datos y se la enviará al cliente. Se ha elegido MySQL por varias razones. Primeramente MySQL es gratuito, los datos se almacenan en archivos que tienen un tamaño mucho menor que otras bases de datos. Se tiene

también que la forma en la que lo indica López (2007), el motor de datos de MySQL es mucho más rápido, tanto grabando datos como localizándolos y recuperándolos, que el de otras bases de datos. El sistema manejador de base de datos MySQL ofrece también una gran seguridad sobre la integridad de los datos almacenados.

Continuando con el proceso de la metodología SCRUM, en el último periodo se desarrollaron aquellos sub-sistemas que interactúan con elementos del modelo, como son los sub-sistemas de Autenticación, Caracterización del modelo VARK, Caracterización de resultados y Búsquedas específicas.

Al término del Sprint, se realizó una revisión exhaustiva del mismo con el Product Owner, que en este caso es mi asesor de tesis, además de las reuniones diarias llevadas a cabo como parte del proceso SCRUM. Se determinó el producto como listo para el debugging y listo para su implementación en un servidor y comenzar con la experimentación. De esta forma se termina la fase de cierre.

En la figura 3.14 se muestra un diagrama general de la estructura del sistema de soporte a la decisión Cognitive DSS terminado.



Figura 3.14. Estructura general del sistema Cognitive DSS

Los resultados a nivel de pruebas, adaptación y percepción de los alumnos de M respecto al modelo propuesto son mostrados en el siguiente capítulo por cada uno de los tres escenarios planteados, que corresponden a las áreas del conocimiento de matemáticas, programación y tratamiento de la información, ya que según la naturaleza del área, la materia y sus contenidos, son los resultados que se obtuvieron, en donde en cada caso se presentan diferencias fundamentales.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados a Nivel de Pruebas

Para validar en alcance de este trabajo se realizó el experimento en la Facultad de Informática de la UAQ. Este experimento comenzó en el período académico 2011-A, y contempla tres muestras correspondientes a diferentes áreas de conocimiento. Los contenidos, las competencias y las evaluaciones fueron aplicadas según la materia considerada.

En en el período 2011-A, los cursos fueron soportados por el DSS desarrollado implementando el algoritmo propuesto para el motor de inferencias con una adaptación, junto con el mismo LMS usado en el período. En este período se han introducido diferentes procesos y mecanismos de adaptación, entre ellos la adaptación de la preferencia de los tipos de recursos basada en el estilo predominante de cada estudiante, considerando los estilos secundarios y terciarios, implementando un motor de inferencia que basado en el perfil cognitivo en particular de cada alumno, brinda la mejor estrategia recomendada para la posterior asignación de los recursos de aprendizaje en el LMS.

Como se ha mencionado, el experimento se realizó dentro de las materias de “Introducción a los Sistemas de Información (SI)”, “Álgebra Lineal (AL)” y “Técnicas de Diseño Web (TDW)” asignaturas que se encuentran en el área de conocimiento de Programación e Ingeniería de Software, Matemáticas y Tratamiento de la información respectivamente, que cuentan con 8 créditos. El cuadro 4.1 muestra información relevante sobre los curso durante el periodo de experimentación.

Concepto	SI	AL	TDW
<b>No. de Estudiantes</b>	21	21	30
<b>No. de Responsables</b>	1 Profesor	1 Profesor	1 Profesor
<b>Duración del curso</b>	5 meses	5 meses	5 meses
<b>Tipo</b>	Presencial + LMS + DSS (Metodología Propuesta)	Presencial + LMS + DSS (Metodología Propuesta)	Presencial + LMS + DSS (Metodología Propuesta)

Cuadro 4.1. Información del curso durante el año académico

Como se observa en el cuadro 4.1, en el periodo las clases eran híbridas, es decir, parte presencial y parte virtual, donde el profesor realiza la gestión de contenidos en el LMS según la metodología y enfoque propuesto de la gestión de los recursos de aprendizaje en el LMS según las estrategias proporcionadas por el DSS que implementa un motor de inferencia implementado, explicado en el capítulo anterior.

Los formatos, recursos de aprendizaje y material de apoyo aplicado en el periodo se dan en base a la estrategia que el profesor encargado usó para cada alumno en particular, proporcionada por el DSS desarrollado.

El curso SI fue desarrollado por expertos en el área de conocimiento de programación, por los temas que se manejan, participaron también coordinadores tecnológicos y diseñadores, que siguieron las pautas del formato realizado por expertos en la Facultad de Informática de la UAQ proporcionando un material o recursos de aprendizaje de alta calidad. El curso está compuesto por 3 temas principales contemplando tres elementos de aprendizaje. El Cuadro 4.2 muestra los temas que maneja este curso.

Tema	Nombre del Tema
1	Internet y desarrollo de páginas Web
1.1	Historia de Internet y Tecnología Web
1.2	Construcción de páginas Web
1.3	Formas
2	Introducción a la programación orientada a objetos
2.1	Introducción a Java
2.2	Elementos de un Servlet de Java
2.3	Aspectos básicos de la programación orientada a objetos
3	Herencia
3.1	Introducción a la herencia
3.2	Uso de la herencia
3.3	Jerarquía de clases

Cuadro 4.2. Curso SI

El curso cuenta con numerosos y variados recursos de aprendizaje, que van desde presentaciones, lecturas, ejemplos demostrativos, videos, animaciones en 2D, ejercicios, ejemplos prácticos, códigos, páginas Web y trabajos de laboratorio.

La estructura del curso se muestra en la figura 4.1, donde se pueden observar los diferentes recursos de aprendizaje a los que se pueden tener acceso mediante el LMS que se encuentra en el servidor de la Facultad de Informática.

Se puede observar que se ha incluido un tipo de recurso para cada parcial, donde se incluyen los materiales educativos según el perfil cognitivo en función de los temas correspondientes, contando con los recursos mencionados y con el software necesario para la ejecución de las aplicaciones de los alumnos.

Cada uno de los recursos de aprendizaje del curso SI son gestionados de acuerdo a las recomendaciones provistas por el sistema Cognitive DSS para cada uno de los alumnos registrados en la materia impartida por un maestro determinado, propiciando de esta forma la clasificación de los diversos recursos de aprendizaje para el logro de la adaptación deseada que sea reflejada en el aumento del rendimiento académico de todos los alumnos, que en este caso corresponden a M2.

Se tienen recursos correspondientes a cada parcial para los estilos auditivo, kinestésico y visual, dentro de los cuales se encuentra la diversidad en los recursos agrupados por carpetas. Se cuenta también con otro tipo de herramientas necesarias para la práctica de lo aprendido, como software para el desarrollo de aplicaciones en java y HTML, servidores virtuales, manuales de instalación y uso de dichas aplicaciones.

Dentro de la carpeta de contenidos, se encuentra también la subcarpeta de exámenes, mismos que pueden ser activados por el maestro en el momento de realizar la evaluación correspondiente al parcial, para que los alumnos descarguen el adjunto y procedan a la resolución de los mismos en base a lo aprendido con el modelo propuesto.

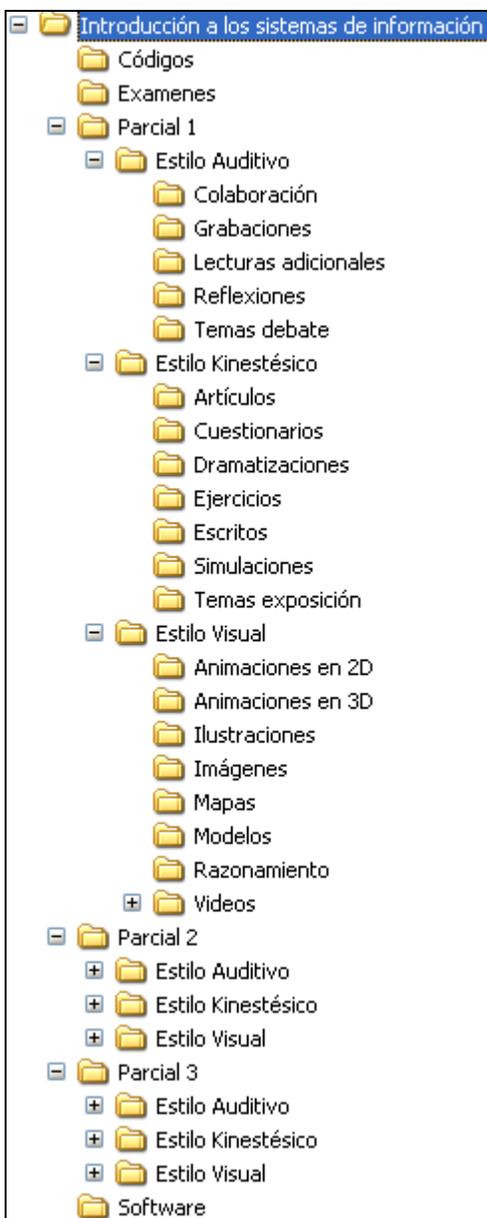


Figura 4.1. Estructura del curso SI

Como se puede observar en el Cuadro 4.3 el curso AL está compuesto por 11 temas principales y cuenta con numerosos recursos de aprendizaje necesarios según el modelo VARK, es decir, recursos de aprendizaje para los estilos visuales, auditivos y kinestésicos.

Tema	Nombre del Tema
1	Sistemas de ecuaciones lineales
2	Resolución de sistemas de ecuaciones lineales
3	Matrices y operaciones con matrices
4	Factorización LU de una matriz
5	Introducción a la teoría de graficas
6	Determinantes e inversas
7	Vectores y operaciones con vectores en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$
8	Independencia lineal
9	Transformaciones lineales
10	Isomorfos e isometrías
11	Eigenvalores y eigenvectores

Cuadro 4.3. Curso AL

Se han abarcado los recursos propuestos por el modelo VARK en las recomendaciones que se dan en cuanto a los objetos de aprendizaje para cada tipo de estilo cognitivo que son instrucciones escritas, mapas conceptuales, diagramas, modelos y cuadros sinópticos, animaciones en 2 y 3 dimensiones, videos, fotografías e ilustraciones para el estilo visual. Los recursos sugeridos para el estilo auditivo son las instrucciones, repetición de sonidos parecidos, grabaciones digitales, debates, discusiones y confrontaciones, lluvia de ideas, lectura de un texto determinado con reflexiones diferentes y lectura guiada y comentada. Por último para el estilo kinestésico tenemos composiciones escritas, resolución de ejercicios, elaboración de resúmenes, síntesis y reseñas, revisión de otros puntos de vista, movimiento corporal y simulación. Se han preparado recursos digitales para cada tipo de estilo junto con expertos en la materia según las especificaciones dentro de la Facultad de Informática de la UAQ.

En el caso de AL se han preparado recursos que se adaptan a las preferencias cognitivas de cada alumno para cada uno de los temas mostrados en la Cuadro 4.3.

La estructura del curso se encuentra organizada por cada tipo de recurso, dentro de los cuales se encuentran los objetos de aprendizaje correspondientes a las temáticas mencionadas. En la Figura 4.2 se puede ver la estructura.

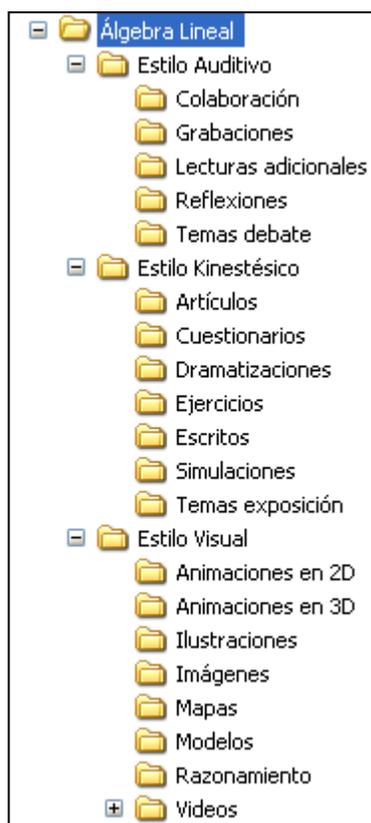


Figura 4.2. Estructura del curso AL

Por último se tiene el curso TDW, mostrado en el Cuadro 4.4, que cuenta con seis unidades con sus respectivos temas, para los cuales se ha desarrollado recursos de aprendizaje con la colaboración de expertos en el área. Los recursos de aprendizaje comprenden especificaciones técnicas, manuales, sitios Web completos, plantillas, casos de éxito, ejercicios y presentaciones de la teoría base de cada tema, donde se enfocan los materiales a cada estilo cognitivo.

Tema	Nombre del tema
1	Introducción
1.1	Arquitectura cliente-servidor
1.2	HTML
1.3	Comercio electrónico
2	XHTML
2.1	Tipos de documento
2.2	Reglas de marcado
2.3	Uso de frames
3	Javascript
3.1	Sintaxis básica
3.2	Estructuras de control y funciones
3.3	Implementación DOM
4	CSS
4.1	Posicionamiento
4.2	Visualización
4.3	Formularios
5	AJAX
5.1	XMLHttpRequest
5.2	Implementación con Prototype
5.3	La librería JQuery
6	PHP
6.1	Estructuras de control
6.2	Funciones
6.3	PHP y MySQL

Cuadro 4.4. Curso TDW

La estructura del curso de TDW se ha organizado incluyendo los recursos de aprendizaje dentro de cada una de las carpetas correspondientes a las unidades, representado en la figura 4.3.

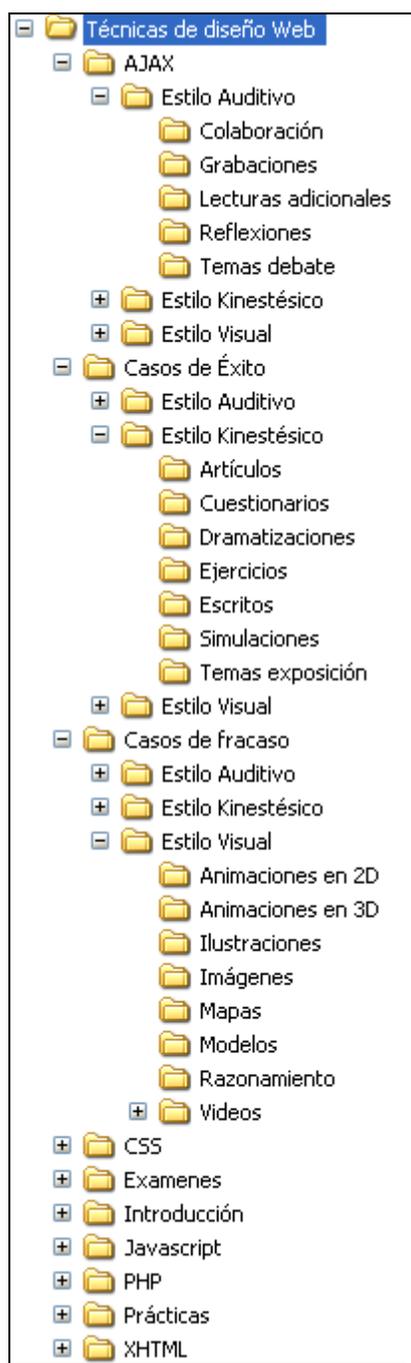


Figura 4.3. Estructura del curso TDW

Del 100% de la muestra total en el escenario tanto de SI como AL que corresponde a 21 alumnos, el 28.60% tiene como estilo cognitivo predominante el visual, el 22.85% tiene como estilo cognitivo predominante el auditivo, de la misma forma el 22.85% tiene como estilo cognitivo predominante el kinestésico, manejando en cada caso porcentajes de los dos estilos cognitivos restantes, de la misma forma, del 100% de M en el escenario de TDW que corresponde a 30 alumnos, el 40% tiene como estilo cognitivo predominante visual, el 33.33% tiene al estilo kinestésico y el 20% tiene al estilo auditivo, manejando también en cada caso porcentajes de los dos estilos cognitivos restantes.

También se encuentran estilos de aprendizaje equilibrados, donde en SI y AL, el estilo que predomina no es uno, sino dos o tal vez tres, que son combinaciones perfectas de los mismos, en este caso se obtuvieron dos estilos predominantes, donde el 9.57% tiene como estilo cognitivo predominante una combinación de visual – kinestésico, el 10.42% tiene como estilo cognitivo predominante una combinación de auditivo - visual, por último se obtuvo una combinación entre los estilos cognitivos auditivo – kinestésico, donde el 5.71% tiene como estilo cognitivo predominante estos dos, manejando también niveles del estilo resultante. En el caso de TDW solo se tiene como predominante al estilo visual – kinestésico con un porcentaje de 6.67. Los resultados obtenidos son mostrados en el cuadro 4.5.

Materia	Visual	Kinestésico	Auditivo	V – K	A – V	A- K
SI	28.60	22.85	22.85	9.57	10.42	5.71
AL	28.60	22.85	22.85	9.57	10.42	5.71
TDW	40	33.33	20	6.67	0	0
						<b>100</b>

Cuadro 4.5. Resultados del estilo cognitivo de M2

A continuación se representan los porcentajes obtenidos para M de los estilos cognitivos obtenidos según el modelo VARK por medio de una gráfica radial con marcadores en cada valor de datos mostrada en la figura 4.4.

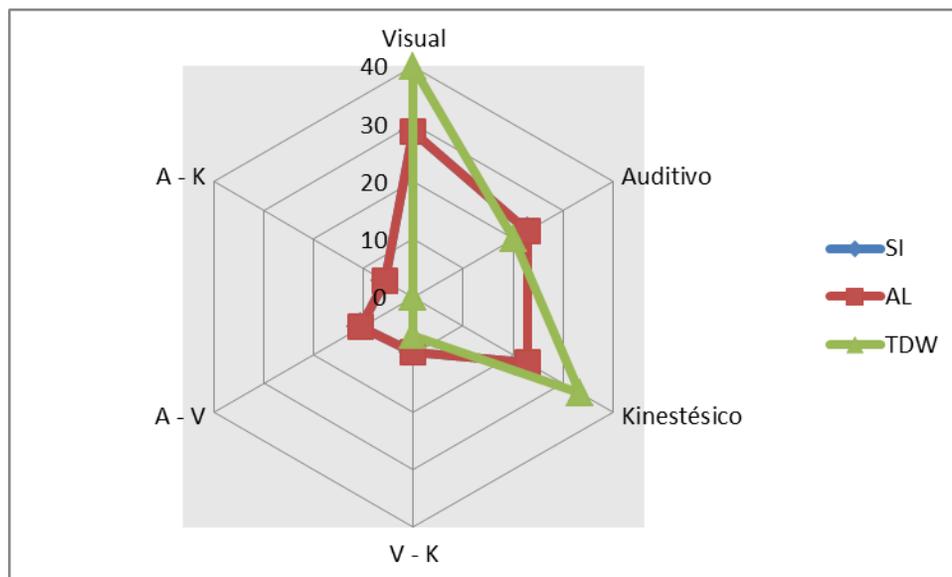


Figura 4.4. Resultados cognitivos para M

De los resultados que se han obtenido mostrados en el cuadro 4.5, la minoría corresponde a una combinación entre estilos predominantes del mismo nivel y ningún caso donde los tres estilos predominen. El maestro realizó seis divisiones o categorías en el LMS asignando recursos específicos a cada uno según las recomendaciones proporcionadas por el Cognitive DSS a cada estilo predominante considerando también la segunda y tercera posición de los dos estilos restantes, como previamente se ha explicado.

Dados estos resultados se sigue al maestro tener más consideración en el diseño y creación de materiales con base en este tipo de estudiantes, debido a que se encontró durante los dos periodos, estudiantes con estilos de aprendizaje predominante similares, pero en el segundo período se consideraron los estilos secundarios y terciarios, además de la adaptación mencionada en el motor de inferencia desarrollado junto con el DSS.

Para evaluar los resultados, se combinan diferentes métodos como son: cuestionarios, entrevistas y datos históricos obteniendo de esta forma información cualitativa y cuantitativa. Según Van Velsen, L. et al (2008), estos métodos son considerados como buenas prácticas para la evaluación de sistemas adaptativos.

Además de los datos cualitativos mostrados en las tablas anteriores, se reunieron algunos comentarios por parte de los estudiantes mediante encuestas de satisfacción para validar la calidad del proceso de aprendizaje y el impacto a los usuarios. Estos resultados recabados se encuentran en los resultados de la percepción del alumno con respecto al modelo propuesto.

Así mismo el profesor encontró útil la posibilidad de conocer las estrategias a aplicar para cada perfil cognitivo en base a la combinación de los estilos de aprendizaje proporcionados por el DSS, ya que de esta forma considera que se puede adaptar la autonomía del estudiante. De la misma forma se encuentra incómoda la producción de los recursos de aprendizaje al tener que hacer la caracterización con los metadatos a cada recurso, debido al esfuerzo requerido para hacer esto.

### Resultados a nivel de adaptación

Los resultados de adaptación consisten en el enfoque a las características cognitivas del alumno. Esta adaptación es el efecto de la aplicación de las heurísticas proporcionadas por el sistema Cognitive DSS en base a los resultados cognitivos, para que el tomador de decisiones pueda gestionar los recursos de aprendizaje con los que se cuentan, para cada uno de los alumnos. Se aplicó una encuesta en los cursos de SI, AL, y TDW donde el alumno realizó una valoración de Excelente, Bueno e Indiferente para catalogar al tipo recurso de aprendizaje utilizado según su perfil cognitivo individual, donde se pueden ver las ponderaciones obtenidas mostradas en los cuadros siguientes.

Se puede observar en el cuadro 4.6 que la mayoría de los alumnos de M1 que corresponde al 52.38% de SI calificaron como excelente los recursos visuales de diagramas, figuras o mapas, mientras que el 33.33% los calificaron como bueno, que es la tercera parte de la muestra seleccionada. Solamente el 14.28% respondió como indiferente a la elección de este tipo de recursos.

Recurso de Aprendizaje	Excelente	Bueno	Indiferente
Diagramas, gráficos, figuras o mapas	11	7	3
Videos o animaciones ilustrativas	11	9	1
Resúmenes de la temática planteada	4	13	4
Documentos en formato .doc, .odt o .pdf que explican la temática	8	11	2
Presentación de diapositivas	6	9	6
Simulación para la creación de escenarios	13	4	4
Evaluaciones que le ayuden a medir su aprendizaje	12	7	2
Planteamiento de problemas a los que usted debe dar solución	9	11	1
Ejercicios prácticos del tema	12	8	1
Juegos en computadora enfocados a la temática en cuestión	13	5	3
Discusiones o debates	7	9	5
Cátedra grabada e instrucciones a seguir	8	5	8

Cuadro 4.6. Resultados a nivel de adaptación de SI

En lo referente a la preferencia por los recursos como videos o animaciones de este mismo escenario, el 52.38% catalogaron como excelente el uso de estos recursos de acuerdo a su estilo cognitivo, mientras que el 42.85% han dado una valoración de bueno a los mismos, y el 4.76% restante otorgó una respuesta de indiferencia a los videos o animaciones como recurso predilecto. La mayoría de M1 los considera importantes para llegar a cumplir sus objetivos de aprendizaje.

El siguiente recurso que se propuso que se refiere a resúmenes de la temática planteada, donde el 19.04% de los alumnos catalogaron como excelente

en sus preferencias e inclinaciones por los mismos, el 61.90%, que es la mayoría, valoraron como buenos recursos, y el 19.04% restantes respondieron como indiferente al estudio de resúmenes.

Contar con documentos en formatos de texto que expliquen la temática planteada les resultó excelente para el 38.09% de los alumnos, para el 52.38% resultó bueno, y para el 9.52% restante reflejo indiferencia.

El uso de presentaciones de diapositivas al 28.57% de los alumnos le pareció excelente, el 42.85%, que corresponde a la mayoría de esta muestra, catalogaron como bueno el uso de estos recursos, mientras que al 28.57% restante estiman las presentaciones de diapositivas como indiferentes.

La simulación para la creación de escenarios en sus diferentes contextos como un recurso de aprendizaje resultó excelente para el 61.90% de los alumnos, calificaron como buen recurso el 19.04%, y para el 19.04% restante, que corresponde a casi la quinta parte de la muestra seleccionada, no valoran que el maestro cuente con estos recursos puesto que considera que no los necesita en su proceso de aprendizaje.

Lo concerniente a las evaluaciones que ayudan a medir el aprendizaje, al 57.14% les gusta mucho utilizar este tipo de recurso para aprender, por lo que les ha parecido excelente, al 33.33%, que corresponde a un poco mas de la tercera parte de la muestra, les gusta este recurso de igual forma que los otros con los que se cuentan, pero para el 9.52% les parece indiferente la aplicación de evaluaciones, consideran que no son necesarias.

El planteamiento de problemas a los que se les debe dar solución es un recurso vital en este escenario que corresponde al área de conocimiento de programación, sin embargo, el 42.85%, considera como excelente que se utilicen estos recursos de aprendizaje y le parece importante que el maestro cuente y

aplique estos recursos, a la mayoría de esta muestra que es el 52.38% les parece bueno, que consideran que pueden llegar a alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados mediante la aplicación de los mismos, pero no los prefiere de manera especial. El 4.76% restante de esta muestra respondió como indiferente, por lo que no valora que se apliquen las evaluaciones y considera que no necesita este tipo de recursos en su proceso de aprendizaje.

La ejercitación de los conceptos aprendidos para la obtención de resultados es también parte fundamental en la enseñanza y aprendizaje de la programación y en este caso de SI. Acerca de la resolución de ejercicios respondió lo siguiente: el 57.14% que es la mayoría calificaron el recurso como excelente, que denota el gusto por este tipo de recursos para aprender, les parece importante que el maestro cuente con estos recursos para comprender el tema planteado y ayuden a desarrollar las habilidades pertinentes. El 38.09%, que es poco más de la tercera parte de la muestra considera que es buen recurso, pero no lo prefiere de manera especial. Solamente el 4.76% de la muestra seleccionada calificó como indiferente la práctica de ejercicios del tema planteado.

Los juegos de computadora enfocados a la temática planteado según el contexto, resultó como sigue: el 61.90% califica como excelente el uso de este recurso en SI, el 23.80% valora como bueno el aplicar los juegos de computadora según cada temática, mientras que el 14.28% restante apreció de indiferente.

El recurso de aprendizaje referente a las discusiones o debates como medio para alcanzar los objetivos de aprendizaje en SI resultaron que el 33.33% que corresponde a la tercera parte de M1, considera como excelente la practica de este recurso, el 42.85% valora como buen recurso y piensa que pueden llegar a aprender con este recurso, aunque no lo valoran de de manera especial. El 23.80%, que corresponde a un poco más de la quinta parte de los alumnos, manifestaron como indiferente por lo que considera que no necesita de las discusiones o debates para alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados.

Por último, el recurso que se refiere a las cátedras grabadas e instrucciones a seguir, como medio para llegar a cumplir con el objetivo de desarrollar las habilidades que se piden en la materia de SI, el 38.09% indicaron que es excelente este recurso y les gusta mucho para aprender. Lo elige entre los recursos restantes y valora que el maestro cuente con ellos. El 23.80% que es un poco mas de la quinta parte de la muestra seleccionada, indicó que les gusta este recurso de igual forma que los otros con los que se cuentan, y puede llegar a alcanzar los objetivos planteados mediante escuchar la cátedra grabada, no obstante sea una materia del área de conocimiento de programación, por lo que se seleccionó la opción de bueno. El 38.09% restante respondió que no valora que el maestro cuente con grabaciones de la cátedra en el LMS y consideran que nos les ayuda en su proceso de aprendizaje, por lo que reconocieron como indiferente. Se puede observar una disposición a la utilización de aquellos recursos disponibles en el LMS que se adapta al estilo cognitivo de cada alumno como un medio de alcanzar los objetivos de aprendizaje o educativos planteados, por lo que las valoraciones responden a esta necesidad de adaptación. Esto se representa en el cuadro 4.7.

Estilo de Aprendizaje	Recurso de aprendizaje predilecto
Visual	<p>Excelente: Diagramas, gráficos, figuras, videos, animaciones, juegos por computadora.</p> <p>Bueno: Resúmenes de la temática planteada, planteamiento de problemas, simulación, presentación de diapositivas, cátedra grabada, discusiones y debates, y ejercicios prácticos del tema.</p> <p>Indiferente: Evaluaciones y documentos de texto.</p>

<p>Auditivo</p>	<p>Excelente: Cátedra grabada e instrucciones a seguir, discusiones o debates.</p> <p>Bueno: Juegos de computadora, videos o animaciones ilustrativas, resúmenes de la temática planteada, simulación, y diagramas o figuras.</p> <p>Indiferente: Evaluaciones que ayuden a medir su aprendizaje, presentación de diapositivas, documentos de texto, ejercicios prácticos del tema y planteamiento de problemas.</p>
<p>Kinestésico</p>	<p>Excelente: Simulación para la creación de escenarios, evaluaciones, planteamiento de problemas y ejercicios prácticos.</p> <p>Bueno: Discusiones o debates, juegos por computadora, y diagramas o figuras.</p> <p>Indiferente: Resúmenes, documentos de texto, presentación de diapositivas, cátedra grabada y videos o animaciones.</p>

Cuadro 4.7. Recursos de aprendizaje predilectos de SI

Se muestra a continuación en la figura 4.5 una gráfica de barras ampliada comparando entre las categorías de los recursos de aprendizaje, el porcentaje que cada valor aporta al total.

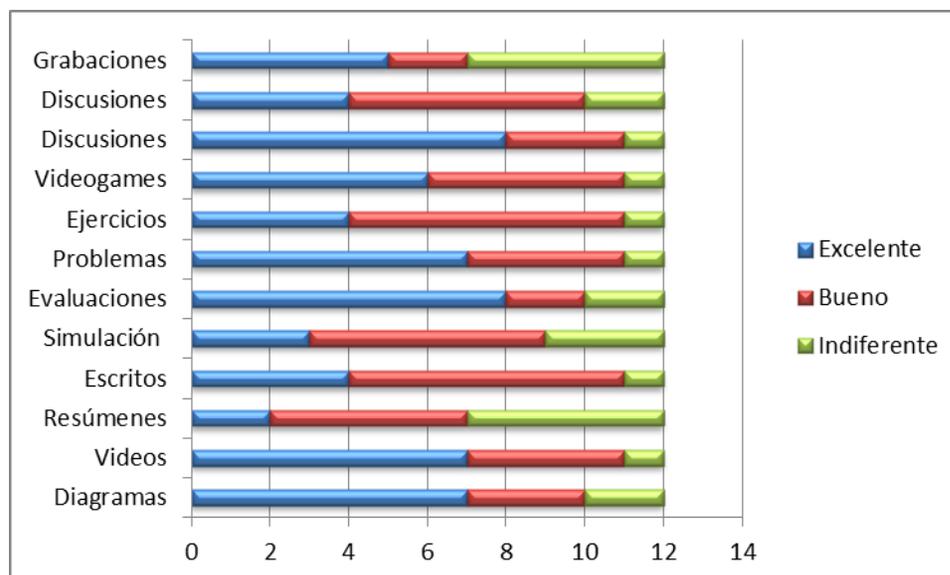


Figura 4.5. Adaptación de recursos para SI

Se puede observar en el Cuadro 4.8 que la mayoría de los alumnos de M2 propios a AL que el 52.38% calificaron como bueno los recursos visuales de diagramas, figuras o mapas, mientras que el 47.62% restante los calificaron como excelente, que es una cantidad cercana a la mitad. Nadie respondió ser indiferente a la elección de este tipo de recursos.

Recurso de Aprendizaje	Excelente	Bueno	Indiferente
Diagramas, gráficos, figuras o mapas	10	11	0
Video o animaciones ilustrativas	14	7	0
Resúmenes de la temática planteada	8	9	4
Documentos en formato .doc, .odt o .pdf que explican la temática	11	8	2
Presentación de diapositivas	7	10	4
Simulación para la creación de escenarios	8	10	3
Evaluaciones que le ayuden a medir su aprendizaje	13	6	2
Planteamiento de problemas a los que usted debe dar solución	7	12	2
Ejercicios prácticos del tema	16	5	0
Juegos en computadora enfocados a la temática en cuestión	12	6	3
Discusiones o debates	6	10	5
Cátedra grabada e instrucciones a seguir	4	14	3

#### Cuadro 4.8. Resultados a nivel de adaptación de AL

En lo referente a la preferencia por los recursos como videos o animaciones de este mismo escenario, el 66.66% catalogaron como excelente el uso de estos recursos de acuerdo a su estilo cognitivo, mientras que el 33.34% restante han dado una valoración de bueno a los mismos. En este caso nadie otorgó una respuesta de indiferencia a los videos o animaciones como recurso predilecto.

El siguiente recurso que se propuso que se refiere a resúmenes de la temática planteada, el 38.09% de los alumnos catalogaron como excelente en sus preferencias e inclinaciones por los mismos, el 42.85% valoraron como buenos recursos, y el 19.04% respondieron como indiferente al estudio de resúmenes.

Contar con documentos en formatos de texto que expliquen la temática planteada les resultó excelente para el 52.38% de los alumnos, para el 42.85% resultó bueno, y para el 9.52% restante reflejo indiferencia. Se puede notar que en recursos de aprendizaje referentes a la lectura y asimilación de la misma, se han tenido porcentajes de indiferencias, bajos porcentajes, pero en los casos del uso de recursos de aprendizaje visual no se mostraron casos de indiferencias para este escenario.

El uso de presentaciones de diapositivas, al 33.33% de los alumnos le pareció excelente, el 47.61%, que corresponde a casi la mitad de esta muestra, catalogaron como bueno el uso de estos recursos, mientras que al 19.04% restante estiman las presentaciones de diapositivas como indiferentes.

La simulación para la creación de escenarios en sus diferentes contextos como un recurso de aprendizaje resultó excelente para el 38.09% de los alumnos, calificaron como buen recurso el 47.61%, y para el 14.28% no valoran que el

maestro cuente con estos recursos puesto que considera que no los necesita en su proceso de aprendizaje.

Lo concerniente a las evaluaciones que ayudan a medir el aprendizaje, al 61.90% les gusta mucho utilizar este tipo de recurso para aprender, por lo que les ha parecido excelente, al 28.57%, que corresponde a un poco más de la cuarta parte de M2, les gusta este recurso de igual forma que los otros con los que se cuentan, pero para el 9.52% les parece indiferente la aplicación de evaluaciones, así consideran que no son necesarias.

El planteamiento de problemas a los que se les debe dar solución es un recurso vital en este escenario que corresponde al área de conocimiento de matemáticas, sin embargo, el 33.33% que es la tercera parte de esta muestra, considera como excelente que se utilicen estos recursos de aprendizaje y le parece importante que el maestro cuente y aplique estos recursos, a la mayoría de esta muestra que es el 57.14% les parece bueno, y consideran que pueden llegar a alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados mediante la aplicación de los mismos, pero no los prefiere de manera especial. El 9.52% restante de esta muestra respondió como indiferente, por lo que no valora que se apliquen las evaluaciones y considera que no necesita este tipo de recursos en su proceso de aprendizaje.

La ejercitación de los conceptos aprendidos para la obtención de resultados es también parte fundamental en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y en este caso de AL. Acerca de la resolución de ejercicios han respondido lo siguiente: el 76.19% que es la gran mayoría calificaron el recurso como excelente, que denota el gusto por este tipo de recursos para aprender, les parece importante que el maestro cuente con estos recursos para comprender el tema planteado y ayuden a desarrollar las habilidades pertinentes. El 23.80%, que es casi la cuarta parte M2 considera que es buen recurso, pero no lo prefiere de

manera especial. No hay respuestas de indiferente a la práctica de ejercicios del tema planteado.

Los juegos de computadora enfocados a la temática planteado según el contexto, resultó como sigue: el 57.14% califica como excelente el uso de este recurso en AL, el 28.57% valora como bueno el aplicar los juegos de computadora según cada temática, mientras que el 14.28% restante calificó de indiferente.

El recurso de aprendizaje referente a las discusiones o debates como medio para alcanzar los objetivos de aprendizaje en AL resultaron que el 28.57% que corresponde a la quinta parte de la muestra seleccionada, consideran como excelente la práctica de este recurso, el 47.61% valoran como buen recurso y piensan que pueden llegar a aprender mediante la ejercitación del mismo, aunque no lo valoran de manera especial. El 23.80% de los alumnos respondieron como indiferente por lo que considera que no necesita de las discusiones o debates para alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados.

Por último, el recurso que se refiere a las cátedras grabadas e instrucciones a seguir, como medio para llegar a cumplir con el objetivo de desarrollar las habilidades que se piden en la materia de AL, el 19.04% respondieron que es excelente este recurso y les gusta mucho para aprender. Lo elige entre los recursos restantes y valora que el maestro cuente con ellos. El 66.66% que es la mayoría de la muestra seleccionada, indico que les gusta este recurso de igual forma que los otros con los que se cuentan, y puede llegar a alcanzar los objetivos planteados mediante escuchar la cátedra grabada, aunque sea una materia del área de conocimiento de matemáticas, por lo que seleccionó la opción de bueno. El 14.28% restante respondió que no valora que el maestro cuente con grabaciones de la cátedra en el LMS y consideran que nos les ayuda en su proceso de aprendizaje, por lo que se respondió como indiferente.

De forma general se puede observar una disposición a la utilización de aquellos recursos disponibles en el LMS que se adapta al estilo cognitivo de cada alumno como un medio de alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados, por lo que las valoraciones responden a esta necesidad de adaptación. Esto se representa en el cuadro 4.9.

Estilo de Aprendizaje	Recurso de aprendizaje predilecto
Visual	<p>Excelente: Diagramas, gráficos, figuras, videos, animaciones, juegos por computadora.</p> <p>Bueno: Resúmenes de la temática planteada, planteamiento de problemas, simulación, presentación de diapositivas, cátedra grabada y ejercicios prácticos del tema.</p> <p>Indiferente: Evaluaciones y documentos de texto, discusiones y debates.</p>
Auditivo	<p>Excelente: Cátedra grabada e instrucciones a seguir, discusiones o debates.</p> <p>Bueno: Juegos de computadora, videos o animaciones ilustrativas, planteamientos de problemas, resúmenes de la temática planteada, simulación, Ejercicios prácticos del tema y diagramas o figuras.</p> <p>Indiferente: Evaluaciones que ayuden a medir su aprendizaje, presentación de diapositivas, y documentos de texto.</p>

Kinestésico	<p>Excelente: Simulación para la creación de escenarios, evaluaciones, planteamiento de problemas y ejercicios prácticos.</p> <p>Bueno: Discusiones o debates, juegos por computadora, videos o animaciones, diagramas o figuras.</p> <p>Indiferente: Resúmenes, documentos de texto, presentación de diapositivas, cátedra grabada.</p>
-------------	--

Cuadro 4.9. Recursos de aprendizaje predilectos de AL

A continuación se muestra en la figura 4.6 una gráfica de barras ampliada comparando entre las categorías de los recursos de aprendizaje, el porcentaje que cada valor aporta al total.

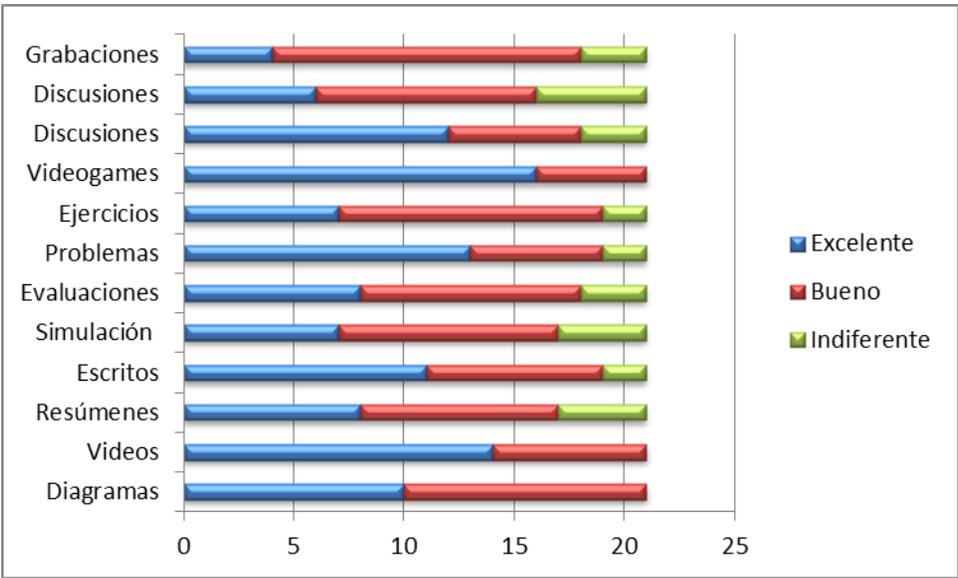


Figura 4.6. Adaptación de recursos para AL

De la misma forma, se puede observar en el cuadro 4.10 que un poco más de la cuarta parte de M3 que corresponde al 26.66% de TDW calificaron como excelente los recursos visuales de diagramas, figuras o mapas, mientras que el 56.66% los calificaron como bueno, que es un poco más de la mitad de la muestra

seleccionada, y solamente el 23.80% respondió como indiferente a la elección de este tipo de recursos.

Recurso de Aprendizaje	Excelente	Bueno	Indiferente
Diagramas, gráficos, figuras o mapas	8	17	5
Videos o animaciones ilustrativas	25	5	0
Resúmenes de la temática planteada	3	13	14
Documentos en formato .doc, .odt o .pdf que explican la temática	4	16	10
Presentación de diapositivas	5	20	5
Simulación para la creación de escenarios	18	12	0
Evaluaciones que le ayuden a medir su aprendizaje	8	17	5
Planteamiento de problemas a los que usted debe dar solución	9	20	1
Ejercicios prácticos del tema	14	16	0
Juegos en computadora enfocados a la temática en cuestión	22	6	2
Discusiones o debates	9	13	8
Cátedra grabada e instrucciones a seguir	8	14	8

Cuadro 4.10. Resultados a nivel de adaptación de TDW

En lo referente a la preferencia por los recursos como videos o animaciones de este mismo escenario, el 83.33%, que es la gran mayoría, catalogaron como excelente el uso de estos recursos de acuerdo a su estilo cognitivo, mientras que el 23.80% restante han dado una valoración de bueno a los mismos. En este caso nadie otorgó una respuesta de indiferencia a los videos o animaciones como recurso predilecto. La mayoría de M3 los considera importantes para llegar a cumplir sus objetivos de aprendizaje en esta materia.

El siguiente recurso que se propuso que se refiere a resúmenes de la temática planteada, el 10% de los alumnos catalogaron como excelente en sus preferencias e inclinaciones por los mismos, el 43.33% valoraron como buenos recursos, y el 46.66% restantes, que es la mayoría, respondieron como indiferente al estudio de resúmenes.

Contar con documentos en formatos de texto que expliquen la temática planteada les resultó excelente para el 13.33% de los alumnos, para el 53.33%, que corresponde a más de la mitad de M3, resultó bueno, y el 33.33% restante reflejó indiferencia.

El uso de presentaciones de diapositivas al 16.66% de los alumnos le pareció excelente, el 66.66%, que corresponde a la mayoría de esta muestra, catalogaron como bueno el uso de estos recursos, mientras que al 16.66% restante valoran las presentaciones de diapositivas como indiferentes.

La simulación para la creación de escenarios en sus diferentes contextos como un recurso de aprendizaje resultó excelente para el 60% de los alumnos, del mismo modo calificaron como un buen recurso a la simulación el 40%, y nadie valora como indiferente el uso y aplicación de este recurso de aprendizaje.

Lo concerniente a las evaluaciones que ayudan a medir el aprendizaje, al 26.66% les gusta mucho utilizar este tipo de recurso para aprender, por lo que les ha parecido excelente, al 56.66%, que corresponde a un poco más de la mitad de M3, les gusta este recurso de igual forma que los otros con los que se cuentan, pero para el 16.66% les parece indiferente la aplicación de evaluaciones, y consideran que no son necesarias.

El planteamiento de problemas a los que se les debe dar solución es un recurso vital en este escenario que corresponde al área de conocimiento de tratamiento de la información, sin embargo, el 30% considera como excelente que se utilicen estos recursos de aprendizaje y le parece importante que el maestro cuente y aplique estos recursos, a la mayoría de esta muestra que es el 66.66% les parece bueno, ya que consideran que pueden llegar a alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados mediante la aplicación de los mismos, pero no los prefiere de manera espacial, y el 3.33% restante respondió como indiferente, por

lo que no valora que se apliquen las evaluaciones y considera que no necesita este tipo de recursos en su proceso de aprendizaje.

La ejercitación de los conceptos aprendidos para la obtención de resultados es también parte fundamental en la enseñanza y aprendizaje del diseño Web, y en este caso de TDW. Acerca de la resolución de ejercicios se respondió lo siguiente: el 46.66% calificaron el recurso como excelente, que denota el gusto por este tipo de recursos para aprender, les parece importante que el maestro cuente con estos recursos para comprender el tema planteado y que auxilien a desarrollar las habilidades pertinentes. El 53.33% restante, que es poco más de la mitad de M3 considera que es buen recurso, pero no lo prefiere de manera especial. Nadie en este caso calificó como indiferente la práctica de ejercicios del tema planteado.

Los juegos de computadora enfocados a la temática planteado según el contexto, resultó como sigue: el 73.33% calificó como excelente el uso de este recurso en la materia de TDW, el 20% valora como bueno el aplicar los juegos de computadora según cada temática, mientras que el 6.67% restante calificó de indiferente.

El recurso de aprendizaje referente a las discusiones o debates como medio para alcanzar los objetivos de aprendizaje en TDW resultó que el 30% que corresponde a un poco menos de la tercera parte de la muestra seleccionada, considera como excelente la práctica de este recurso, el 43.33% valora como buen recurso y piensa que pueden llegar a aprender con este recurso, aunque no lo valoran de manera especial. El 26.66% restante, que corresponde a un poco más de la cuarta parte de los alumnos, respondieron como indiferente por lo que consideran que no necesitan de las discusiones o debates para alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados.

Por último, el recurso que se refiere a las cátedras grabadas e instrucciones a seguir, como medio para llegar a cumplir con el objetivo de desarrollar las habilidades que se piden en la materia de TDW, el 26.66% respondieron que es excelente este recurso y les gusta mucho para aprender. Lo eligen entre los recursos restantes y valoran que el maestro cuente con ellos. El 46.66% que es solamente un poco menos de la mitad de M3, indicó que les gusta este recurso de igual forma que los otros con los que se cuentan, y puede llegar a alcanzar los objetivos planteados mediante escuchar la cátedra grabada, aunque sea una materia del área de conocimiento de tratamiento de la información, por lo que seleccionó la opción de bueno, y el 26.66% restante respondió que no valora que el maestro cuente con grabaciones de la cátedra en el LMS y consideran que nos les ayuda en su proceso de aprendizaje, por lo que manifestaron como indiferente.

De forma general se puede observar una preferencia por la multimedia y recursos de práctica por la naturaleza de la materia, y una disposición a la utilización de aquellos recursos disponibles en el LMS que se adapta al estilo cognitivo de cada alumno como un medio de alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados, por lo que las valoraciones responden a esta necesidad de adaptación. Esto se puede ver en el cuadro 4.11.

Estilo de Aprendizaje	Recurso de aprendizaje predilecto
Visual	<p>Excelente: Diagramas, gráficos, figuras, videos, animaciones, juegos por computadora y simulación.</p> <p>Bueno: Resúmenes de la temática planteada, planteamiento de problemas, presentación de diapositivas, cátedra grabada, discusiones y debates, evaluaciones y ejercicios prácticos del tema.</p> <p>Indiferente: Documentos de texto.</p>

<p>Auditivo</p>	<p>Excelente: Cátedra grabada e instrucciones a seguir, discusiones o debates.</p> <p>Bueno: Juegos de computadora, videos o animaciones ilustrativas, resúmenes de la temática planteada, simulación, diagramas o figuras y evaluaciones que ayuden a medir su aprendizaje, y ejercicios prácticos del tema.</p> <p>Indiferente: Presentación de diapositivas, documentos de texto y planteamiento de problemas.</p>
<p>Kinestésico</p>	<p>Excelente: Simulación para la creación de escenarios, evaluaciones, planteamiento de problemas y ejercicios prácticos.</p> <p>Bueno: Discusiones o debates, juegos por computadora, diagramas o figuras y videos o animaciones.</p> <p>Indiferente: Resúmenes, documentos de texto, presentación de diapositivas, y cátedra grabada.</p>

Cuadro 4.11. Recursos de aprendizaje predilectos de TDW

A continuación se muestra en la figura 4.7 una gráfica de barras ampliada comparando entre las categorías de los recursos de aprendizaje, el porcentaje que cada valor aporta al total.

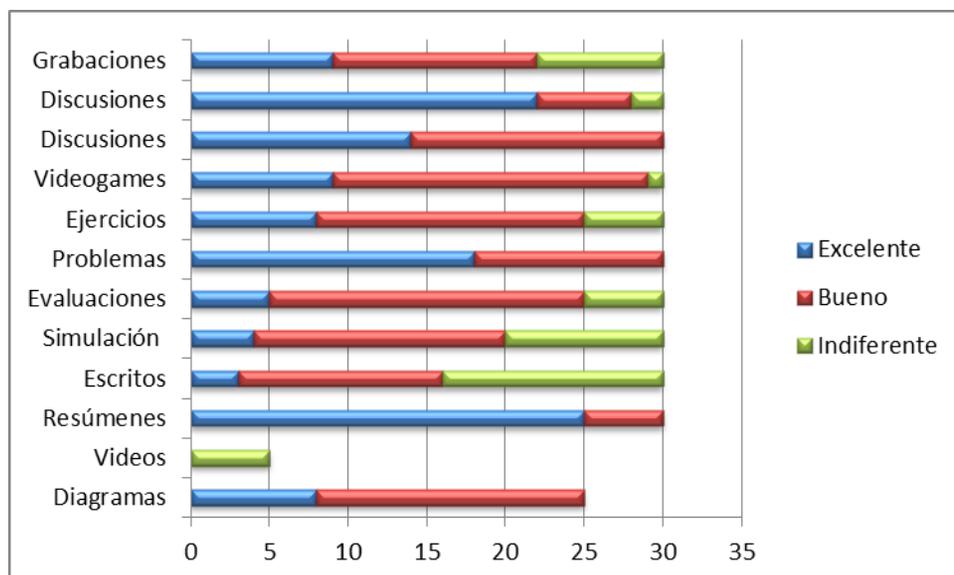


Figura 4.7. Adaptación de recursos para TDW

De forma general se puede observar mucha simetría en los resultados obtenidos y una disposición a la utilización de aquellos recursos disponibles en el LMS que se adapta al estilo cognitivo de cada alumno como un medio de alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados, por lo que las valoraciones responden a esta necesidad de adaptación.

#### Resultados de la percepción del modelo propuesto

La encuesta que se aplicó a la muestra de alumnos puede ser consultada en el anexo A.2. Se realizaron 10 preguntas referentes al uso del sistema Cognitive DSS desarrollado, en donde se recabaron datos en cuanto a la asignación de los contenidos digitales en el LMS en base a las características individuales de aprendizaje de cada alumno.

En el área de conocimiento de programación en la materia de SI que en la pregunta uno y dos, referentes al grado de complejidad en el uso del Cognitive DSS desarrollado y el LMS respectivamente, el 75% respondió que le pareció sencillo el uso del sistema de soporte a la decisión, mientras que el 25% restante

le pareció complejo el uso del mismo. Para el caso del LMS usado se tiene que la usabilidad le pareció sencilla al 100%, mientras que nadie percibió complejidad en el sistema.

La pregunta numero tres se refiere a los niveles de cada estilo cognitivo, seleccionando como uno el predominante, dos el que se encuentra en segundo lugar y tres el último, tema que se trata, como se mencionó previamente, en el principio de éste capítulo.

La pregunta cuatro le consulta al alumno si los recursos de aprendizaje correspondientes a la materia de SI según su perfil cognitivo le ayudó a entender los temas de su materia. El 91.66% respondieron que si les ayudó a entender y comprender de mejor forma, mientras que el 8.67% restante no sintieron una ayuda por este tipo de recursos digitales. La gran mayoría resultó beneficiada con los recursos utilizados que se enfocaron a su estilo. La varianza respecto a la media es de 1721.8, por lo que la desviación estándar en este caso es de 49.49.

La pregunta cinco pide al alumno realizar una valoración de los recursos de aprendizaje que utilizó, tema que se trata en los resultados a nivel de adaptación.

En la pregunta seis se le cuestiona al alumno si volvería a usar un LMS para estudiar los temas de sus futuras materias considerando sus estilos cognitivos y adaptación. El 100% respondieron que si les gustaría tener herramientas de este tipo en el futuro, mientras que nadie indicó que no le gustaría contar con esta herramienta e-learning. Se puede ver una aceptación total por la forma de trabajo implementada y propuesta. La varianza respecto a la media es de 2500, y su desviación estándar corresponde a 50.

La pregunta siete propone al alumno indicar en términos de porcentaje la influencia que tuvo el uso del Cognitive DSS junto con el LMS en el nivel de adaptación de los recursos de la materia. El 33.33%, que corresponde a la tercera

parte indicó que la adaptación mediante el uso de la herramienta influyó del 0 al 25% como ayuda a su aprendizaje, el 8.33% indicó que la adaptación lograda es percibida del 26 a 50% como ayuda a su aprendizaje, el 50%, que corresponde a la mitad indicó que la adaptación general se notó influenciada del 51 al 75%, mientras que el 8.33% restante respondieron que la influencia fue de 76 al 100% en la adaptación percibida de la materia. Es importante hacer notar que el 58.33% que corresponde a un poco más de la mitad de la muestra de alumnos observaron un porcentaje del 51 al 100% más que sin el uso de la herramienta, que es muy significativo y una gran ayuda en el su formación y desarrollo de habilidades de SI en éste caso. La media en este caso corresponde a 24.99, la varianza respecto a la media es de 312.54, por lo que la desviación estándar equivale a 17.67. Cabe mencionar que la moda es igual a 8.33.

La pregunta ocho interroga si el alumno identificó diferencias significativas en el nivel de adaptación de ésta materia donde se utilizaron herramientas de aprendizaje según el estilo cognitivo en comparación a las materias donde no se utilizaron. Las respuestas fueron que el 66.66%, que corresponde a la gran mayoría, si observaron diferencias significativas como resultados de utilizar sistemas de información educativos considerando su perfil cognitivo, mientras el 33.33% indicaron que no experimentaron grandes diferencias, es decir, la minoría tuvo esta percepción. La varianza respecto a la media es de 277.72, por lo que la desviación estándar es de 16.66.

La penúltima pregunta de la encuesta aplicada consulta al alumno de la posibilidad de tomar una materia 100% en línea utilizando el paradigma e-learning que incluya el Cognitive DSS junto con un LMS para que el tutor considere su estilo cognitivo y en base a las estrategias recomendadas tome las decisiones pertinentes durante el desarrollo del curso. El 75% indicaron que si tomarían la materia en línea bajo estos términos, mientras que el 25%, esto es, la cuarta parte respondió que no, ellos todavía prefieren el modelo trabajado en la presente tesis.

La décima y última pregunta se refiere a la percepción general del alumno a la forma de trabajo propuesta, que consistió en la triangulación del maestro, junto con las herramientas LMS y el sistema de soporte a la decisión desarrollado considerando estilos y preferencias cognitivas que permitan inferir estrategias en recursos de aprendizaje. El 8.33% respondieron que se sintieron de forma excelente al trabajar de esta manera, el 83.33% que es la mayoría de la muestra tomada de la materia de SI, expresaron que se sintieron bien. El 8.33% restante reportaron que su sentir fue de forma regular, mientras que el 0% indicó que se sintió mal.

A continuación se muestra en la figura 4.8 una gráfica lineal con marcadores en cada valor de datos para SI.

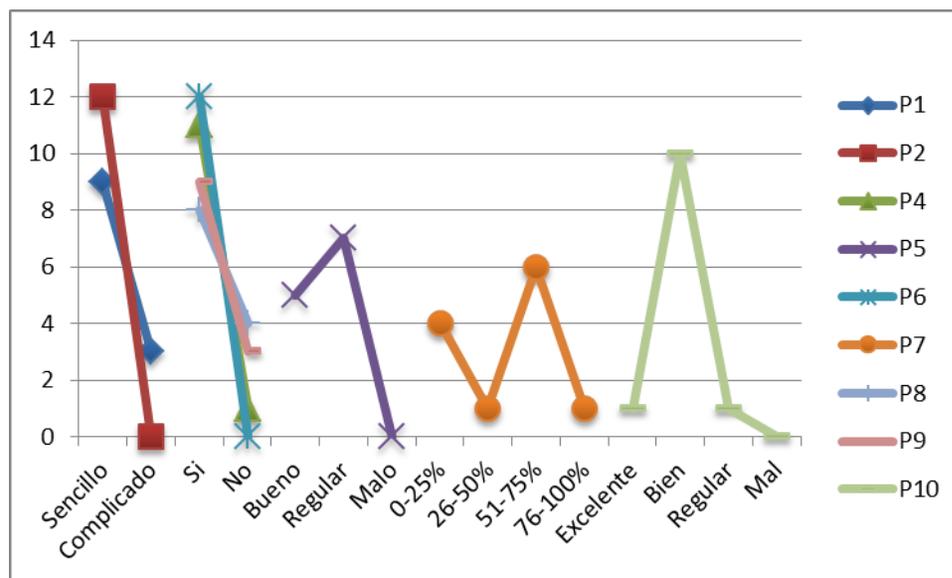


Figura 4.8. Percepción de M1 del modelo propuesto

De forma general se puede observar nuevamente que la mayoría de M1 tiene percepciones y resultados positivos en el modelo y metodología propuesta y muestra de esto se refleja en las opiniones dadas y adaptación lograda. La materia de SI del área de conocimiento de programación incluye conceptos nuevos para la mayoría de los alumnos del paradigma orientado a objetos, en

donde manejando el lenguaje de programación java pudieron practicar los conceptos aprendidos en clase con los ejercicios de laboratorio desarrollados. Al principio se observó una dificultad al aprender el paradigma y el lenguaje de programación, pero mediante el uso de los recursos de aprendizaje, el nivel general del grupo fue aumentando y desarrollaron las habilidades requeridas para cumplir con cada objetivo de aprendizaje. Los recursos asignados a cada perfil mostraron buenos efectos reflejados en su nivel de adaptación.

En el área de conocimiento de matemáticas en AL que en la pregunta uno y dos referentes al grado de complejidad en el uso del Cognitive DSS y el LMS respectivamente, el 90.32% respondió que le pareció sencillo, mientras que el 9.68% restante les parecieron complejos ambos sistemas en cuanto a la usabilidad.

La pregunta número tres se refiere a los niveles de cada estilo cognitivo, seleccionando como uno el predominante, dos el que se encuentra en segundo lugar y tres el último, tema que se trata en el principio de éste capítulo.

La pregunta cuatro le consulta al alumno si los recursos de aprendizaje correspondientes a la materia AL según su estilo cognitivo le ayudó a entender los temas de su materia. El 93.54% respondieron que si les ayudó a entender y comprender de mejor forma, mientras que el 6.46% restante no sintieron una ayuda por este tipo de recursos digitales. La mayoría resultó beneficiada con los recursos utilizados que se enfocaron a su estilo. En este caso la varianza es igual a 1895.73 respecto a la media, y la desviación estándar corresponde a 43.54.

La pregunta cinco pide al alumno realizar una valoración de los recursos de aprendizaje que utilizó, tema que se trata a detalle en los resultados a nivel de adaptación.

En la pregunta seis le interroga al alumno si volvería a usar un LMS para estudiar los temas de sus futuras materias considerando sus estilos cognitivos y adaptación. El 96.77% respondieron que si les gustaría tener herramientas de este tipo en el futuro, mientras que el 3.23% restante indicó que no le gustaría contar con esta herramienta e-learning. La varianza respecto a la media es de 2187.43, mientras que la desviación estándar corresponde a 46.77.

La pregunta siete propone al alumno indicar en términos de porcentaje la influencia que tuvo el uso del Cognitive DSS junto con el LMS en la adaptación percibida. El 22.58% indicó que la adaptación lograda mediante el uso de la herramienta influyó del 0 al 25% como ayuda a su aprendizaje, el 29.03% indicó que su percepción fue del 26 a 50%, el mismo porcentaje de alumnos, esto es, el 29.03% indicó que la adaptación se notó influenciado del 51 al 75%, mientras que el 19.35% respondieron que la influencia fue de 76 al 100% en su aprendizaje y adaptación de la materia. Es importante hacer notar que el 58.06% que corresponde a un poco más de la mitad de la muestra de alumnos observaron una adaptación del 26 al 75% más que sin el uso de la herramienta, que es muy significativo y una gran ayuda en el desarrollo de habilidades de AL en éste caso. La media es igual a 24.99, la varianza respecto a este valor es de 17.56 y la desviación estándar es igual a 4.19. Cabe notar que la moda es 29.03.

La pregunta ocho interroga si el alumno identifico diferencias significativas en el nivel de adaptación logrado de ésta materia donde se utilizaron herramientas de aprendizaje según el estilo cognitivo en comparación a las materias donde no se utilizaron. Las respuestas fueron que el 77.41% si observaron diferencias significativas en la adaptación lograda, mientras el 22.59% indicaron que no experimentaron grandes diferencias, es decir, la minoría tuvo esta percepción. La varianza es de 751.30, mientras que su desviación estándar corresponde a 27.41.

La penúltima pregunta de la encuesta aplicada consulta al alumno la posibilidad de tomar una materia 100% en línea utilizando el paradigma e-learning

que incluya el Cognitive DSS desarrollado junto con un LMS para que el tutor considere su estilo cognitivo y en base a esto, tome las decisiones pertinentes durante el desarrollo del curso. El 74.19% indicaron que si tomarían la materia en línea bajo estos términos, mientras que el 25.81%, esto es, la cuarta parte manifestó que no, ellos todavía prefieren el modelo del maestro, utilizando herramientas e-learning como apoyo, modelo estudiado en el presente trabajo. Nótese que son alumnos que estudian ciencias informáticas.

La décima y última pregunta se refiere a la percepción general del alumno a la forma de trabajo propuesta, que consistió en la triangulación del maestro, junto con las herramientas LMS y el sistema de soporte a la decisión desarrollado, considerando estilos y preferencias cognitivas que permitan inferir estrategias en recursos de aprendizaje a estudiar. El 16.12% respondieron que se sintieron de forma excelente al trabajar de esta manera, el 74.19% que es la mayoría de la muestra tomada de la materia AL expresaron que se sintieron bien. Solamente el 9.67% reportaron que su sentir fue de forma regular, mientras que el 0% indicó que se sintió mal.

Se muestra a continuación en la figura 4.9 una gráfica lineal con marcadores en cada valor de datos para AL.

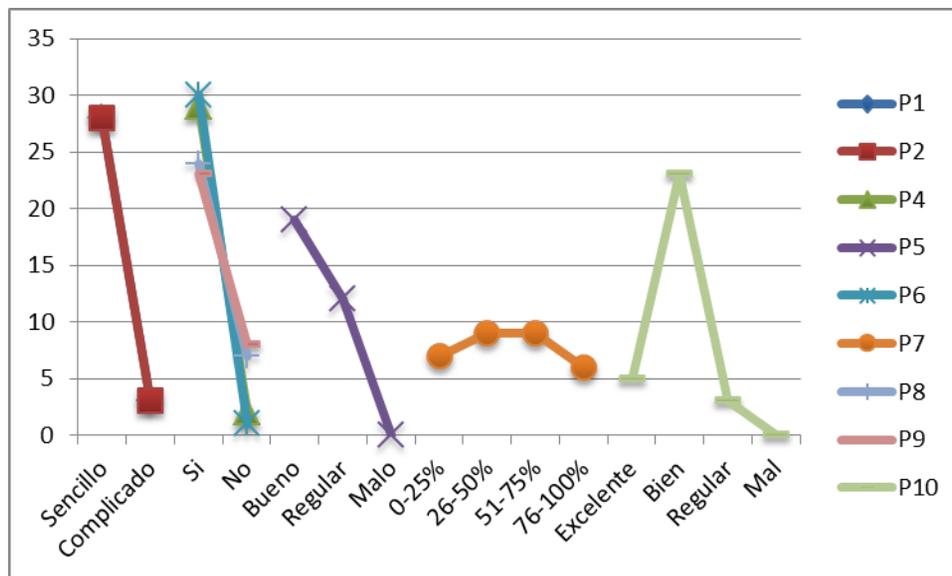


Figura 4.9. Percepción de M2 del modelo propuesto

De forma general se puede observar que la mayoría tiene percepciones y resultados positivos en el modelo y metodología propuesta y muestra de esto se refleja en las opiniones dadas y nivel de adaptación logrado. No obstante que se trató de una materia donde se requiere gran capacidad de abstracción y práctica en la resolución de ejercicios, los recursos digitales asignados en base a los resultados proporcionados por el Cognitive DSS resultaron útiles en general para los alumnos seleccionados.

En el área de conocimiento de tratamiento de la información en TDW en la pregunta uno y dos, referentes al grado de complejidad en el uso del Cognitive DSS y el LMS respectivamente, el 100% respondió que le pareció sencillo el uso del sistema de soporte a la decisión, a nadie le pareció complejo el uso del mismo. Para el caso del sistema LMS se tiene que la usabilidad le pareció sencilla al 93.10%, mientras que al 6.9% restante percibió complejidad en el sistema.

La pregunta número tres se refiere a los niveles de cada estilo cognitivo, seleccionando como uno el predominante, dos el que se encuentra en segundo lugar y tres el último, tema que se trata en el caso de prueba uno.

La pregunta cuatro le consulta al alumno si los recursos de aprendizaje correspondientes a la materia de TDW según su estilo cognitivo le ayudó a entender los temas de su materia. El 100% respondieron que si les ayudó a entender y comprender de mejor forma, mientras que nadie sintió que no les ayudaron este tipo de recursos digitales. Todos en este grupo resultaron beneficiados con los recursos utilizados que se enfocaron a su estilo. Entonces la varianza es igual a 2500 respecto y su correspondiente desviación estándar es de 50.

La pregunta cinco pide al alumno realizar una valoración de los recursos de aprendizaje que utilizó, tema que se trata con detalle en los resultados a nivel de adaptación.

En la pregunta seis se le cuestiona al alumno si volvería a usar un LMS para estudiar los temas de sus futuras materias considerando sus estilos cognitivos y adaptación. El 96.55% respondieron que si les gustaría tener herramientas de este tipo en el futuro, mientras que el 3.45% restante indicó que no le gustaría contar con esta herramienta e-learning. Se puede ver una aceptación casi total por la forma de trabajo implementada y propuesta. La varianza respecto a la media es igual a 2166.90 y la desviación estándar es igual a 46.55.

La pregunta siete propone al alumno indicar en términos de porcentaje la influencia que tuvo el uso del Cognitive DSS junto con el LMS en el aprendizaje adaptación lograda. El 3.44%, indicó que el nivel de adaptación mediante el uso de la herramienta influyó del 0 al 25% como ayuda a su aprendizaje, el 10.34% indicó una influencia del 26 a 50% , el 55.17%, que corresponde a un poco más de la mitad indicó que la influencia fue del 51 al 75%, mientras que el 31.03% restante, que es un poco menos que la tercera parte, respondieron que la influencia fue de 76 al 100% en su aprendizaje y adaptación de los recursos de la

materia. Es importante hacer notar que el 65.51% que corresponde a casi las dos terceras partes de la muestra seleccionada de alumnos observaron una adaptación del 26 al 75% más que sin el uso de la herramienta, que es muy significativo y una gran ayuda en el desarrollo de habilidades de TDW, mientras que a un poco menos que la tercera parte restante notó una adaptación de 76 a 100%, que dice mucho de la forma de trabajar basada en estilos cognitivos usando el modelo VARK implementado en un sistema de soporte a la decisión. La varianza en este caso es igual a 406.58, mientras que la desviación estándar es de 20.16.

La pregunta ocho interroga si el alumno identificó diferencias significativas en el nivel de adaptación de ésta materia donde se utilizaron herramientas de aprendizaje según el estilo cognitivo en comparación a las materias donde no se utilizaron el LMS junto con el Cognitive DSS. Las respuestas fueron que el 79.31%, que corresponde a la gran mayoría, si observaron diferencias significativas en su nivel adaptativo como efecto de utilizar sistemas de información educativos considerando su perfil cognitivo, mientras el 20.69% indicaron que no experimentaron grandes diferencias, es decir, nuevamente la minoría tuvo esta percepción. La varianza respecto a la media es de 859.07 y la desviación estándar es de 29.31.

La penúltima pregunta de la encuesta aplicada consulta al alumno de la posibilidad de tomar una materia 100% en línea utilizando el paradigma e-learning que incluya el Cognitive DSS desarrollado junto con un LMS. El 86.20% indicaron que si tomarían la materia en línea bajo estos términos, que es un resultado mayor al que se tuvo en la materia de AL y de SI, lo que dice mucho del área de conocimiento de la que se trate, mientras que solamente el 13.79% respondió que no, ellos todavía prefieren el modelo del maestro junto con herramientas e-learning como apoyo, modelo estudiado en el presente trabajo.

La décima y última pregunta se refiere a la percepción general del alumno a la forma de trabajo propuesta, que consistió en la triangulación del maestro, junto con el LMS y el sistema de soporte a la decisión desarrollado considerando estilos y preferencias cognitivas que permitan inferir estrategias en recursos de aprendizaje a estudiar. El 20.68% respondieron que se sintieron de forma excelente al trabajar de esta manera, mientras que el 79.32% que es la mayoría de la muestra tomada de la materia de TDW, expresaron que se sintieron bien. En este caso nadie indicó que se haya sentido de forma regular o mal con la forma de trabajo propuesta a diferencia de las muestras seleccionadas de las materias de AL y SI.

A continuación se muestra en la figura 4.10 una gráfica lineal con marcadores en cada valor de datos para TDW.

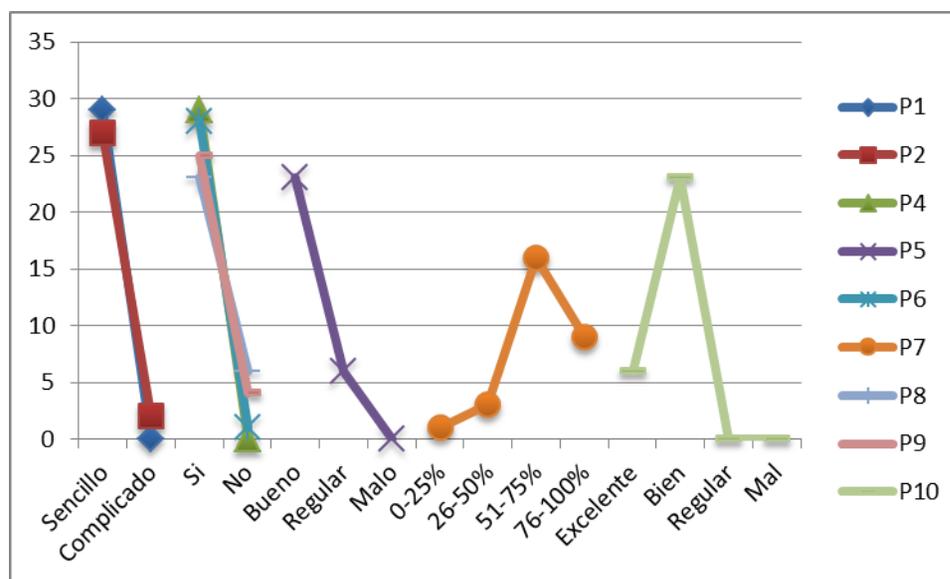


Figura 4.10. Percepción de M3 del modelo propuesto

De forma general se puede observar nuevamente que la gran mayoría tiene percepciones y resultados positivos en el modelo y metodología propuesta y muestra de esto se refleja en las opiniones dadas y nivel de adaptación logrado. La materia de TDW del área de conocimiento de tratamiento de la información

tiene el objetivo de enseñar las metodologías y tecnología usada en la actualidad para el diseño y desarrollo de productos Web, tratando temas de programación en HTML, CSS, JavaScript, PHP, AJAX y manejo de base de datos mediante el sistema manejador de bases de datos MySQL, heurísticas para un buen diseño, manejo de colores, navegabilidad, modelos existentes, tecnología para la creación de banners y animaciones, tecnología para la edición de fotografía y teoría base. Son muchos temas los que se abarcan de forma general, donde el proyecto final consiste en la entrega de un sitio Web que considere todos lo que se aprendió en clase. Mediante el uso de los recursos de aprendizaje que se desarrollaron para esta materia, se desarrollaron las habilidades requeridas para cumplir con cada objetivo de aprendizaje. Nuevamente los recursos asignados a cada perfil mostraron buenos efectos.

Esto demuestra que el modelo de adaptación propuesto e implementado haciendo uso de las tecnologías de información y comunicaciones puede influir en la gestión de los recursos de aprendizaje en un sistema LMS de los alumnos en base a sus estilos cognitivos específicos y el material digital desarrollado que puede ser apto al estilo predominante y combinación de estilos secundarios y terciarios de los mismos para cumplir con los OE general y específicos, así como las UE.

Cabe mencionar que el resultado en la calificación final de M sobre aquellos grupos donde no se implementó el modelo propuesto concerniente al período 2010-B, mostraron un aumento, se tiene que en el caso de SI el aumento fue de un 7.34%, en AL de un 13.53% y en TDW fue de 8.67%, según los resultados de las tres evaluaciones parciales aplicadas a M en sus tres escenarios, contando con los mismos mecanismos de evaluación en ambos casos.

Todavía resta seguir experimentando en diferentes escenarios y áreas del conocimiento, teniendo los OE, UE, trayectoria del estudiante y el estilo cognitivo

para analizar los resultados que se obtengan. También la aplicación del modelo propuesto en diferentes niveles educativos queda abierta, para seguir investigando y obteniendo conclusiones para cada caso.

## CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El uso de los sistemas de información en el área de la educación como herramienta al modelo tradicional de maestro – alumno donde se produce una triangulación de Maestro – CognitiveDSS + LMS – Alumno, brinda la pauta de una nueva forma de trabajo híbrida, esto es, fracción presencial, fracción virtual que cambia el paradigma educativo como se conoce y evoluciona hacia la nueva tendencia educativa a nivel superior.

Todas las personas son diferentes y tienen diferentes formas de aprender y procesar la información, por lo que el modelo cognitivo que se implementó en el Cognitive DSS es el VARK, basado en las diferencias cognitivas sensoriales de cada individuo, por lo que se desarrolló material digital en tres diferentes áreas del conocimiento para cada uno de los estilos de aprendizaje para que puedan ser gestionados adecuadamente por el tomador de decisiones.

La forma de gestionar los contenidos de aprendizaje en el LMS es dada por las heurísticas resultantes del sistema desarrollado Cognitive DSS en base a las características cognitivas sensoriales perceptivas de cada alumno en particular logrando la adaptación.

Es posible abordar el tema de personalización de un LMS a través de la identificación de los estilos de aprendizaje de los alumnos y la toma de decisiones en base a los diferentes tipos de contenidos ajustados a sus preferencias individuales.

La adaptación lograda direcciona el problema de la definición de recursos de aprendizaje en un proceso de formación basado en competencias y proporciona un enfoque de acuerdo a la individualidad de cada alumno en el contexto de la educación virtual.

El nivel de adaptación logrado es en función al área de conocimiento en la que se aplique el modelo y de las unidades educativas desarrolladas según los objetivos educativos.

La mayoría de la muestra total M, esto es, el 95.83% consideró que el modelo propuesto enfocado a sus características cognitivas les ayudó a entender y comprender de una mejor manera los temas vistos en la materia considerada en el presente trabajo, además que el 94.43% observaron diferencias significativas con la forma de trabajo planteada y catalogaron de buena y excelente la mecánica que se siguió respecto al Cognitive DSS que considerara los estilos y preferencias cognitivas para la inferencia de las estrategias de los recursos de aprendizaje adaptados.

Se ha comprobado la flexibilidad del sistema Cognitive DSS para poder generar nuevos enfoques y reglas educativas que permitan generar funcionalidades adaptativas cada vez más acertadas.

Como parte de la implementación del proceso de adaptación, se generaron los siguientes productos:

- Desarrollo, organización e integración de recursos de aprendizaje de la materia de Introducción a los sistemas de información.
- Diagramas UML para el modelado de la aplicación desarrollada Cognitive DSS.
- La evaluación del estilo de aprendizaje de los alumnos implementando el modelo de Collen Mills y Neil Fleming para la generación del perfil cognitivo de los estudiantes.
- Un motor de inferencias que utiliza técnicas de sistemas expertos para implementar el algoritmo propuesto y otorgar las estrategias de adaptación de contenidos basada en la combinación de estilos que se encuentran en el perfil cognitivo de los estudiantes usando y

relacionando unidades educativas a cada objetivo educativo por parcial.

- La implementación Web del proyecto.
- Un repositorio de perfiles de los alumnos.
- Manual de usuario del sistema Cognitive DSS desarrollado.
- Manual de la publicación de recursos en el LMS usado.

Hay mucho trabajo futuro por hacer, en primera instancia, el desarrollo de los recursos de aprendizaje para los estilos visuales, auditivos y kinestésicos en las diferentes materias que correspondan a las áreas del conocimiento de un determinado plan de estudios, en segundo lugar, se consideraría implementar otro de los instrumentos de la ciencia cognitiva en un DSS para validar el porcentaje de aumento que resultaría. En tercer termino, se plantea también realizar un estudio comparativo entre las diferentes tecnologías que se dan lugar en el aprendizaje virtual, como aquellos sistemas inteligentes que usan técnicas de Web semántica, agentes inteligentes, razonamiento basado en casos y el enfoque LMS junto con el sistema de soporte a la decisión cognitivo, para validar cual brinda mejores resultados en términos de costo-beneficio. Como cuarta propuesta se tiene que se puede valorar también que el modelo propuesto en el presente trabajo puede ser aplicado a las diferentes áreas de conocimientos con las que cuente un plan de estudios de nivel superior. Por último se requiere hacer investigación en implementar el modelo propuesto en los diferentes niveles educativos, para primarias, secundarias y preparatorias, y de esta forma analizar los datos y resultados obtenidos.

## LITERATURA CITADA

Advanced Distributed Learning (ADL), Sharable Content Object Reference Model (SCORM), <http://www.adlnet.org/Technologies/scorm/default.aspx>, 2004.

Baldiris, S.; Santos, O. C.; Boticario, J. G. & Fabregat, R., Los estándares educativos como herramienta de modelado de cursos que proveen adaptaciones dinámicas a los usuarios, *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, ISSN:1699-4574, 2007, 6, 19-32.

Baldiris, S. M., *Modelado de Competencias en Sistemas de Gestión de Aprendizaje*, Universidad de Girona, 2007.

Cabrera J., Fariñas G. (2002). El estudio de los estilos de aprendizaje desde una perspectiva vigostkiana: una aproximación conceptual. [Fecha de consulta: 29 de Julio de 2010]. *Revista Iberoamericana de Educación*. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/1090Cabrera.pdf>

Cañas et al. (2004). Construyendo sobre Nuevas Ideas Constructivistas y la Herramienta Cmap Tools para Crear un Nuevo Modelo para Educación. [Fecha de consulta: 05 de Agosto de 2010]. Disponible en: <http://www.eduteka.org/pdfdir/CmapToolsNuevoModeloEducacion.pdf>

Caro O. y Monroy M. (2008), Relación de los Ambientes Hipertextuales de Aprendizaje Gráfico y Sonoro, con los Estilos de Aprendizaje Verbal y Visual. *Revista Avances en Sistemas e Informática*. [en línea]. Junio de 2008, Vol.5, No.2. [Fecha de consulta: 18 de Junio de 2010]. Disponible en: <http://ribiecol.org/ocho/ponencias/trabajos/27/PonenciaEdagrOrlandoCaro.pdf>  
ISSN: 1657-7663

Cenich G. (2006), Hipertexto y Nuevas Tecnologías: su aporte al E-learning. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa* [en línea]. Enero 2006, no. 20. [Fecha de consulta: 17 de Junio de 2010]. Disponible en: <http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec20/gabriela20.pdf>

Chen, D. & Kalay, P. (2002). Integrating a decision support system into a school: The effects on student functioning. *Journal of Research on Technology in Education*, 34, 435-452.

Dee Dickinson: Positive Trends in Learning: Meeting the needs of a rapidly changing world. Ver documento en: <http://www.newhorizons.org/trans/positivetrends.html>. Descargado en 22 de Febrero de 2011.

Duque Néstor et al (2007). Adaptive model for Virtual Courses based on Intelligent Planning Techniques. Revista avances en Sistemas e Informática, Vol. 4 No. 1. Junio de 2007. Medellín. ISSN: 1657-7663.

Fernández Díaz, Ana Ibis. (1999), El juego como alternativa de desarrollo en niños con necesidades educativas especiales. La Habana: Palacio de Convenciones, febrero 1999. Congreso Pedagogía '99, p.7.

Fleming, Neil. VARK. A Guide to Learning Styles. 2001. Disponible en <http://www.vark-learn.com/>

González, J., Wagenaar, R. (Eds.), (2003). Tuning Educational Structures in Europe, Deusto y Groningen: Universidad de Deusto, Universidad de Groningen. [Fecha de Consulta: 22 de Julio de 2010]. Disponible en: [http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc\\_fase1/Tuning%20Educational.pdf](http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1/Tuning%20Educational.pdf)

Hidalgo A. (1978). El Principio de la Racionalidad Limitada de H.A. Simon y el Premio Nobel de Economía. El Basilisco. Septiembre – Octubre 1978. Número 4. Págs. 68-79 [Fecha de consulta: 08 de Febrero de 2010]. Disponible en: <http://www.fgbueno.es/bas/pdf/bas10407.pdf>

IEEE Draft Standard for Learning Object Metadata 2002, [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf).

IMS Global Learning Consortium (IMS GLC), <http://www.imsglobal.org/>

IMS Content Packaging v1.2, IMS Global Learning Consortium, 2004, <http://www.imsglobal.org/content/packaging/>.

Jacques Fausto A., Corral Luis R., y Rodríguez Gerardo. 2011. A Decision Support System for hypertext-based teaching and learning systems. Revista electrónica IEEE - Conference Publishing Services-CPS. Págs. 1056 y 1057. ISBN: 978-0-7695-4367-3.

Karray, F., De Silva, C., Soft Computing and Intelligent Systems Design, Addison Wesley, 2004.

Lage F. y Cataldi Z. (2010). Modelo de Sistemas Tutor Inteligente distribuido para educación a distancia. LIEMA - Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales, Facultad de Ingeniería, UBA, Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional. [fecha de consulta: 18 de Junio de 2010]. Disponible en: <http://www.virtualeduca.info/zaragoza08/ponencias/91/Modelo%20STI%20Internet.doc>.

Landeta, A., Buenas Prácticas de E-Learning Asociación Nacional de Centros de e-Learning y Distancia (ANCED), Madrid, 2007.

Learning Design Specification, Versión 1.0 Final Specification, IMS Global Learning Consortium, 2003, <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>

Learner Information Packages Specification, Version 1.0 Final Specification, IMS Global Learning Consortium, 2001, <http://www.imsglobal.org/profiles/index.html>

Learning Design Specification, Versión 1.0 Final Specification, IMS Global Learning Consortium, 2003, <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>  
IMS Global Learning Consortium (IMS GLC), Learning Resource Meta-data Specification, <http://www.imsglobal.org/metadata/>

Loaiza Roger (1998). De la información a la informática. [http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol2\\_2\\_98/san15298.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol2_2_98/san15298.htm). (Fecha de consulta: 25 de Junio de 2010).

López Quijado J. (2007). Domine PHP y MySQL. Programación dinámica en el lado del servidor. Editorial Alfaomega Ra-Ma, Primera edición. ISBN: 978-970-15-1269-2.

Lozano Rodríguez, Armando. 2004. Estilos de enseñanza y aprendizaje. Un panorama de la estilística educativa. México, Trillas: ITESM.

Mateo A. Tesis doctoral: Uso de conocimientos ocultos y volátiles en el desarrollo de sistemas inteligentes para entrenamiento y deuteroprendizaje. España: Universidad Politécnica de Madrid, 1997.

Mejía, C.; Baldiris, S.; Gómez, S. & Fabregat, R., Adaptation process to deliver content based on user learning styles. International Conference of Education, Research and Innovation (ISBN: 978-84-612-5091-2), International Association of Technology, Education and Development, Madrid (España), 2008.

Mick Cope: El conocimiento personal. Un valor seguro. España: Prentice Hall, 2001.

Odorico A., Lage F., et al (2007). Robótica, Informática, Inteligencia Artificial y Educación. [Fecha de consulta: 30 de Julio de 2010]. Disponible en: <http://www.ing.unp.edu.ar/wicc2007/trabajos/TIAE/158.pdf>

Parnel G. (2009). Decision Análisis in One Chart. [Fecha de consulta: 08 de Septiembre de 2010]. Disponible en: [http://www.decisionsciences.org/decisionline/Vol40/40\\_3/dsi-dl40\\_3dean.pdf](http://www.decisionsciences.org/decisionline/Vol40/40_3/dsi-dl40_3dean.pdf)

Ríos S., Bielza C., et al, (2002). Sistemas de Ayuda a la Decisión. Editorial Ra-Ma, Primera edición. ISBN: 84-7897-494-6.

Rodríguez, J., Fajardo G. et al. (2000). Aplicación del hipertexto en el aprendizaje asistido por computadora. [Fecha de consulta: 30 de Julio de 2010]. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/rfm/no45-5/RFM45502.pdf>

Rumbaugh, J., Jacobson, I., and Booch G. (2000). El Lenguaje de Modelado Unificado. Manual de Referencia. Addison Wesley Editores. Primera edición. ISBN: 84-7829-037-0.

San José, C., Enseñanza asistida por ordenador: clasificación, consideraciones y tendencias. En: España: Revista Zeus, No. 11, 24-27, 1990.

Sánchez E., Lama M. (2007). Técnicas de la Inteligencia Artificial aplicadas a la Educación. Volumen 11, Nº 33. [Fecha de consulta: 21 de Junio de 2010]. Disponible en: <http://cabrillo.lsi.uned.es:8080/aepia/Uploads/33/362.pdf>

Sangineto, E.; Capuano, N.; Micarelli, A. & Gaeta, M., Adaptive course generation through learning styles representation, Springer-Verlag, 2007.

Soler M. (2002), Sistemas e-Learning Inteligentes. UDG [En línea]. 2002. [Fecha de consulta: 18 de Junio de 2010]. Disponible en: <http://eia.udg.es/~atm/bcads/pdf/ribie-udg-2002.pdf>

The Masie Center, Making Sense of Learning Specifications & Standards: A Decision Maker's Guide to their Adoption, USA, 2da Ed., 2003.

Turban E. & Aronson J. (2001). Decision Support Systems and Intelligent Systems. Editorial Pearson Education, Sexta edición. ISBN:0-13-089465-6.

Van Velsen, L. et al (2008). User-centered evaluation of adaptive and adaptable systems: a literature review. The Knowledge Engineering Review, Vol. 23:3, 261-281. Cambridge University Press.

# APENDICE

## A. 1. ENCUESTA SOBRE LOS RECURSOS DE APRENDIZAJE

La presente encuesta tiene por objeto ayudar a elevar tu rendimiento académico conociendo aquellos recursos digitales que son predilectos en el proceso de aprendizaje. Los datos obtenidos serán usados para fines de investigación.

Dentro de los recursos de aprendizaje que se utilizaron para esta materia y de acuerdo a su estilo de aprendizaje, indique para cada tipo de recurso una valoración según el siguiente cuadro.

**Excelente:** Le gusta mucho utilizar este tipo de recursos para aprender. Lo elige entre los recursos restantes. Le parece importante que el maestro cuente con este tipo de recursos que lo ayuden a comprender el tema planteado y ayuden a desarrollar las habilidades pertinentes.

**Bueno:** Le gusta este recurso de igual forma que los otros con los que se cuentan. Puede llegar a alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados mediante su uso. No lo prefiere de manera especial.

**Indiferente:** Considera que no necesita este tipo de recursos en su proceso de aprendizaje, por lo que no valora que el maestro cuente con ellos.

Recurso de Aprendizaje	Valoración
Diagramas, gráficos, figuras o mapas	
Videos o animaciones ilustrativas	
Resúmenes de la temática planteada	
Documentos en formato .doc, .odt o .pdf que explican la temática	
Presentación de diapositivas	
Simulación para la creación de escenarios	
Evaluaciones que le ayuden a medir su aprendizaje	
Planteamiento de problemas a los que usted debe dar solución	
Ejercicios prácticos del tema	
Juegos en computadora enfocados a la temática en cuestión	
Discusiones o debates	
Cátedra grabada e instrucciones a seguir	

## A. 2. ENCUESTA ACERCA DEL USO DEL SISTEMA COGNITIVE DSS JUNTO CON LA HERRAMIENTA LMS

La presente encuesta tiene por objeto el recabar datos confidenciales y anónimos para fines de investigación del uso del sistema de soporte a la decisión para la asignación de contenidos digitales a un LMS en base a las características individuales de aprendizaje de cada alumno según el modelo VARK.

Materia\_\_\_\_\_

Marca una "X" en la respuesta que consideres apropiada en base a tu experiencia.

1) ¿El uso del sistema de soporte a la decisión te resultó

Sencillo\_\_\_\_\_ Complicado\_\_\_\_\_

2) ¿Cómo te resulto el uso de la herramienta LMS?

Sencillo\_\_\_\_\_ Complicado\_\_\_\_\_

3) ¿Qué tipo de estilo cognitivo sensorial perceptivo predomina de acuerdo a los resultados proporcionados por el Cognitive DSS? ¿Cuál esta en segundo y tercer lugar?

Visual\_\_\_\_\_ Auditivo\_\_\_\_\_ Kinestésico\_\_\_\_\_

4) ¿Consideras que el uso de material digital enfocado a tu estilo de aprendizaje te ayudo a entender los temas de tu materia?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

5) ¿Cómo catalogas el material digital que estudiaste para tu materia?

Bueno\_\_\_\_\_ Regular\_\_\_\_\_ Malo\_\_\_\_\_

6) ¿Volverías a usar el sistema de enseñanza-aprendizaje LMS para estudiar los temas de tus futuras materias que se adapten a tu estilo de aprendizaje?

Si\_\_\_ No\_\_\_

7) ¿Qué influencia en términos de porcentaje tuvo el uso del Cognitive DSS y el LMS en el aprendizaje y rendimiento general de esta materia?

0 a 25%\_\_\_\_\_ 26 a 50%\_\_\_\_\_ 51 a 75%\_\_\_\_\_ 76 a 100%\_\_\_\_\_

8) ¿Observaste diferencias significativas en tu rendimiento académico entre la materia donde utilizaste recursos digitales según tu perfil cognitivo y aquellas del área de conocimiento que se relaciona donde no se considero tu forma de aprendizaje?

Si\_\_\_ No\_\_\_

9) ¿Tomarías una materia en línea utilizando recursos digitales que se adapten a tu forma de aprender considerando los resultados y recomendaciones proporcionados por el Cognitive DSS?

Si\_\_\_ No\_\_\_

10) ¿En general como te sentiste con la combinación del sistema de soporte a la decisión que determina tu estilo predominante y los secundarios como herramienta LMS?

Excelente\_\_\_ Bien\_\_\_ Regular\_\_\_ Mal\_\_\_

**A. 4. PUBLICACIÓN EN REVISTA IEEE – COMPUTER SOCIETY REFERENTE  
A LA MEMORIA IN EXTENSO DEL CONGRESO “8th INTERNATIONAL  
CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY: NEW GENERATIONS  
2011”**

**A. 5. PUBLICACIÓN INTERNACIONAL EN EL INSTITUTO DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA (IDICT), DE LA MEMORIA IN EXTENSO EN EL CONGRESO “XII CONGRESO INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN 2012”, LA HABANA, CUBA.**