

TESIS DOCTORAL

**Modelo para la gestión de dominios de
contenido en sistemas hipermedia
adaptativos aplicados a entornos de
educación superior semipresencial.**

Autor: Francisca Grimón Mejías

Director: Dr. Josep M. Monguet Fierro

Co-Director: Dr. Jordi Ojeda Rodríguez

Programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia

Universidad Politécnica de Cataluña

Barcelona, Abril 2008

A Dios

A mi querida hija Carolina y mi esposo Freddy

A mis padres Francisco y Concepción

A mi hermana Marisol

Agradecimientos

En primer lugar quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Josep Maria Monguet, director del Programa del Doctorado Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña y director de esta tesis doctoral. Gracias por sus ideas y dedicación para que este trabajo saliera adelante.

Al Dr. Jordi Ojeda Rodríguez, co-director de esta tesis por sus valiosas aportaciones.

Al Dr. Juan José Fábregas, por sus indicaciones para guiar el trabajo empírico de esta investigación.

A Dr. Joaquín Fernández y Dra. Dinarle Ortega.

A los compañeros del Doctorado, especialmente a Berenice, Mirella, Desireé, Maria Luisa, Marco, Mónica, Maigualida, Antonio, Luisa, Marylin.

A mi sobrina Desireé y demás familia.

Título

Modelo para la gestión de dominios de contenido en sistemas hipermedia adaptativos aplicados a entornos de educación superior semipresencial.

Palabras clave

Sistemas Hipermedia Adaptativos, Blended Learning, Contenidos, Modelo.

Resumen

El objetivo central de esta tesis fue diseñar, implantar y validar un modelo para la gestión de dominios de contenido en un Sistema Hipermedia Adaptativo aplicado a entornos de educación superior semipresencial. La estrategia de investigación que se utilizó fue la del “Estudio de Caso”, porque permite investigar un fenómeno contemporáneo dentro del contexto de la vida real. Para la validación del modelo se realizaron los estudios empíricos en los cursos de: Metodología de la Investigación, del Doctorado en Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña y en el curso de Sistemas de Información de la Licenciatura en Computación de la Universidad de Carabobo.

El estudio realizado ha permitido conocer la percepción de los estudiantes acerca del modelo propuesto. Los resultados de esta investigación indican que el modelo ha tenido un buen efecto en el proceso de enseñanza aprendizaje. Basados en este hecho, los estudiantes han tenido una percepción positiva del sistema y los contenidos presentados se ajustan al perfil de cada usuario. Los resultados de los diferentes ensayos presentan un aporte a las investigaciones que se realizan referentes a la personalización de contenidos en los ambientes de formación en la modalidad *Blended Learning*.

Abstract

The main purpose of this work was to design, implement and validate a model in order to manage content domains in an Adaptive Hypermedia System applied to higher education environments under blended learning modality. The research strategy used was “Case Study”, because it is useful to study a contemporary phenomenon in real-life context. To validate the model, two empirical studies were conducted in the Research Methodology subject of the Multimedia Engineering Doctor’s degree in the Polytechnic University of Catalonia and in the course on Information Systems of the Bachelor’s Degree on Computing Sciences at the University of Carabobo.

The study made it possible to learn how students perceived the proposed model. The results of this research show that the model has proven to be effective in the teaching-learning process. Based on this fact, the students have had a positive perception of the system. Furthermore, the contents presented fit the profile of each user. The results of the different trials contribute to the research works that are being carried out concerning the personalization of contents in the educational environments based on Blended Learning.

Índice

Índice de Figuras	xiv
Índice de Gráficos.....	xv
Índice de Tablas.....	xvi
Presentación	1
1. Objetivos y método de la investigación.	5
1.1. Introducción	6
1.1.1 Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA)	6
1.2 Aportaciones e interés del trabajo de investigación.....	14
1.3 Proceso de trabajo seguido en la investigación.....	15
1.4 Objetivo y límites de la Investigación.....	19
2. Estudio Teórico.....	23
2.0 Resumen del Capitulo	23
2.1 Definiciones	23
2.2 Estado del Arte	25
2.2.1 Orígenes y evolución de los SHA.....	25
2.2.2 Investigaciones sobre los SHA en los años 2006 y 2007.....	33
2.2.3 Tendencias en los SHA.....	37
2.3 Modelo general de los SHA.....	41
2.3.1 Arquitectura.....	42
2.3.2 Métodos y Técnicas	63
2.4 Tipos de aplicación de los SHA.....	67
2.4.1 Educación	69
2.4.2 Sistema de recomendación	80

2.5 Tecnología de los SHA	83
2.5.1 ELM-ART	83
2.5.2 InterBook.....	84
2.5.3 AST.....	86
2.5.4 AHA	87
2.5.5 KBS-Hyperbook	88
2.5.6 TANGOW.....	90
2.6 Ejemplos de modelos de los SHA	91
2.6.1 Modelo GLAM	93
2.6.2 Modelo ASHDM	94
2.6.3 Modelo AHAM.....	95
2.6.4 Modelo GAM	96
2.6.5 Modelo <i>THE MUNICH REFERENCE MODEL</i>	97
2.6.6 Modelo SEM-HP	99
2.6.7 Modelo <i>The Three Layers of Adaptation Granularity</i>	100
2.6.8 Modelo Schank	102
2.6.9 Modelo de Reglas activas Evento-Condición-Acción.....	103
2.6.10 Modelo de Enfoque Mixto.....	105
2.7 Blended Learning.....	106
2.7.1 Definiciones	106
2.7.2 Impacto del BL en la educación	110
3. Modelo	115
3.0 Resumen del Capitulo.....	115
3.1 Diseño del Modelo	116
3.2 Implementación del modelo	123
3.3 Validación del modelo	143
4 Trabajo Empírico.....	147
4.0 Resumen del Capítulo.....	147

4.1 Generalidades.....	150
4.1.2 Estrategias para Trabajos Empíricos.....	151
4.1.3 Instrumentos	157
4.1.4 Análisis de contenido	159
4.2 Trabajo Empírico de la Investigación	163
4.2.1 Definición del Estudio.....	164
4.2.2 Diseño.....	165
4.2.3 Implementación.....	176
4.2.4 Ejecución	180
4.2.5 Análisis.....	222
4.2.6 Empaquetar Resultados.....	239
5. Conclusiones	247
5.1 Consecución de los objetivos de la investigación.....	247
5.1.1 Blended Learning	249
5.1.2 Evaluación	249
5.1.3 Sistema Hipermedia Adaptativo	249
5.1.4 Investigación.....	250
5.2 Aportaciones del estudio teórico	250
5.3 Aportaciones del estudio empírico	254
5.4 Investigaciones futuras	257
5.4.1 Ensayos de modelos y SHA.....	257
5.4.2. Desarrollo de nuevos modelos y SHA	259
Anexos.....	263
1. Instrumentos para la recolección de datos.....	263
2 Especificaciones de los paquetes para el desarrollo del SHA	272
Referencias	277

Índice de Figuras

Figura 1. Proceso seguido en la investigación	19
Figura 2. Elementos del Modelo.....	118
Figura 3. Detalles del Modelo (Parte Síncrona).....	119
Figura 4. Modelo (Parte Asíncrona) SHA.	122
Figura 5. Modelo (Parte Asíncrona) en notación UML.	123
Figura 6. Diagrama para evaluaciones.	126
Figura 7. Caso de Uso Estudiante.....	128
Figura 8. Caso de Uso Profesor.....	128
Figura 9. Caso de Uso Experto.....	129
Figura 10. Paquete de análisis de Evaluación.....	130
Figura 11. Paquete de análisis del Perfil del Usuario.....	130
Figura 12. Paquete de análisis de Adaptación.	130
Figura 13. Paquete de análisis de Contenidos.....	131
Figura 14. Paquete de análisis de Gestión.....	131
Figura 15. Clases.....	132
Figura 16. Diagrama de Paquete de Clases de Evaluación.....	133
Figura 17. Diagrama de Paquete de Clases Perfil Usuario.....	133
Figura 18. Diagrama de Paquete de Clases Adaptación.....	134
Figura 19. Diagrama de Paquete de Clases Contenido.....	134
Figura 20. Diagrama de Paquete de Clases Gestión.	135
Figura 21. Arquitectura del Sistema.	136
Figura 22. Interfaz Plan de Trabajo.	137
Figura 23. Interfaz Histórico del Estudiante.....	137
Figura 24. Interfaz Evaluación Tipo B.	138
Figura 25. Interfaz Evaluación Tipo A.	138
Figura 26. Interfaz Introducir Contenidos.	139
Figura 27. Interfaz Introducir Evaluación Tipo A.....	139
Figura 28. Interfaz Estadística de Alumnos.....	140
Figura 29. Interfaz Perfil.	140
Figura 30. Interfaz Modalidad Síncrona. Curso 2005-2006.....	141
Figura 31. Interfaz Modalidad Síncrona. Curso 2006-2007.....	142

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Publicaciones en SHA.	181
Gráfico 2. Publicaciones en SHA. Versión 2.	182
Gráfico 3. Publicaciones en SHA por país.	182
Gráfico 4. Contenidos.	206
Gráfico 5. Evaluaciones.	207
Gráfico 6. Plan de Trabajo.	207
Gráfico 7. Perfil del estudiante.	208
Gráfico 8. Aprendizaje.	208
Gráfico 9. Contenidos.	217
Gráfico 10. Plan de Trabajo.	218
Gráfico 11. Perfil del estudiante.	218
Gráfico 12. Evaluaciones.	218
Gráfico 13. Aprendizaje.	219
Gráfico 14. SHA.	219
Gráfico 15. Contenidos.	220
Gráfico 16. Evaluaciones.	220
Gráfico 17. Perfil.	220
Gráfico 18. Efecto del SHA sobre el aprendizaje.	221
Gráfico 19. Influencia del modelo sobre el aprendizaje.	221
Gráfico 20. Escenarios.	221

Índice de Tablas

Tabla 1. Arquitectura de los SHA	8
Tabla 2. Investigaciones sobre los SHA realizadas en el año 2006.....	36
Tabla 3. Investigaciones sobre los SHA realizadas en el año 2007.....	37
Tabla 4. Prueba del caso de uso Realizar Evaluación Tipo A.....	143
Tabla 5. Características del estudio de caso según Kitchenham (1996).....	152
Tabla 6. Experiencias empíricas.....	171
Tabla 7. Plan de Trabajo de la Investigación.....	174
Tabla 8. Percepción del estado de la interacción de los estudiantes	186
Tabla 9. Experiencia/Instrumentos.....	192
Tabla 10. Instrumentos de recolección de datos.....	195
Tabla 11. Resultados del Cuestionario <i>On-line</i> . Contenidos	197
Tabla 12. Resultados del Cuestionario <i>On-line</i> . Plan de Trabajo.....	198
Tabla 13. Resultados de la Evaluación Tipo B.....	199
Tabla 14. Instrumentos de recolección de datos.....	202
Tabla 15. Resultados del cuestionario 2 sobre contenidos.....	203
Tabla 16. Resultados del cuestionario 2 sobre evaluaciones.....	204
Tabla 17. Resultados del cuestionario 2 sobre plan de trabajo.....	204
Tabla 18. Resultados del cuestionario 2 sobre perfil del estudiante.....	205
Tabla 19. Resultados del cuestionario 2 sobre el aprendizaje.....	206
Tabla 20. Resultados Evaluación Tipo B.....	209
Tabla 21. Instrumentos de recolección de datos.....	213
Tabla 22. Contenidos.....	214
Tabla 23. Plan de Trabajo.....	214
Tabla 24. Evaluaciones.....	215
Tabla 25. Aprendizaje.....	216
Tabla 26. Resultados Evaluación Tipo B.....	217
Tabla 27. Resumen de los casos.....	222
Tabla 28. Resumen de las unidades de información, categorías y temas.	222
Tabla 29. Unidades de Información.....	224
Tabla 30. Categorías.....	224
Tabla 31. Temas.....	224
Tabla 32. Unidades de Información.....	227
Tabla 33. Categorías.....	227

Tabla 34. Temas.	228
Tabla 35. Unidades de Información.....	231
Tabla 36. Categorías.....	232
Tabla 37. Temas.	232
Tabla 38. Unidades de Información.....	236
Tabla 39. Categorías.....	236
Tabla 40. Temas.	237
Tabla 41. Comparación entre los ensayos.	241
Tabla 42. Semipresencial.	242
Tabla 43. Especificaciones del paquete Evaluación.....	272
Tabla 44. Especificaciones del paquete Perfil.....	273
Tabla 45. Especificaciones del paquete Adaptación.	273
Tabla 46. Especificaciones del paquete Contenido.....	274
Tabla 47. Especificaciones del paquete Contenido.....	274

Capítulo 1.

Objetivos y método de la investigación.

1. Objetivos y método de la investigación.

Este capítulo presenta los objetivos y la metodología que se ha seguido en el desarrollo de esta investigación.

Se ha estructurado en cuatro apartados:

- El primer apartado consiste en una introducción que sitúa el ámbito de estudio en el que se enmarca el trabajo de investigación.
- El segundo apartado plantea las aportaciones e interés del estudio a los que se ha de llegar con el desarrollo del modelo para la gestión de dominios de contenido en SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial.
- El tercer apartado describe el proceso y la metodología que se ha seguido a lo largo de los trabajos de investigación.
- El cuarto y último apartado establece los límites a la investigación.

En resumen, en estos cuatro apartados se provee información sobre el marco de la investigación en cuanto al ámbito, aportaciones, metodología, objetivo y límites.

1.1. Introducción

A continuación se presenta un resumen de los elementos que forman parte de esta investigación y se sitúa el ámbito de estudio en el que se enmarca el trabajo. Estos elementos se detallan en el capítulo correspondiente al estudio teórico de esta memoria.

1.1.1 Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA)

La información crece exponencialmente y se actualiza de forma constante. Wade et al. (2006) indican que las estimaciones actuales son de 10 billones de documentos y un ratio de crecimiento de 60 *terabytes*² de información nueva por día. Al mismo tiempo crece la dificultad para poder acceder a grandes volúmenes de información de forma rápida y eficaz. Por otra parte, aumentan los requerimientos para que la información que buscamos nos llegue ajustada a nuestras necesidades e intereses, de forma que permita satisfacer oportunamente nuestras necesidades de forma personalizada.

En este contexto los SHA y las *Web* adaptativas representan un área de interés creciente en la investigación en las Tecnologías de Información y Comunicación. Los investigadores de los SHA se enfocan al estudio de teorías, técnicas e innovaciones tecnológicas que permitan una personalización y adaptación de la información a las necesidades específicas de cada usuario. Según Callan et al. (2001) "El proceso de personalización en los SHA se define

² Un terabyte es una unidad de medida informática cuyo símbolo es el TB, y equivale a 2⁴⁰ bytes

como la forma en la cual la información y los servicios pueden ser adaptados para satisfacer las necesidades específicas de un individuo o comunidad”.

Los servicios de personalización ofrecen información precisa a los usuarios y requieren de la elaboración de modelos con sus preferencias, intereses y necesidades. Estos servicios se están popularizando e integrando en varios sectores, por ejemplo en *e-learning*, e-comercio, planificación de viajes, etc. Actualmente todos los usuarios interactúan con un gran número de sistemas personalizados, de esta forma se tiene la oportunidad de adquirir un amplio conocimiento acerca de los usuarios y proveerles la información adaptada a la solicitud de ellos (Carmagnola y Cena 2006).

1.1.1.1 Arquitectura de los SHA

Los SHA adaptan la información presentada a los usuarios según sus preferencias, conocimientos e intereses. El proceso de personalización permite mostrar la información que es apropiada para el grado de conocimiento de cada usuario. Los SHA pueden adaptar las ayudas, los mensajes de error, las tareas que ofrece al usuario, los contenidos, etc.

Los SHA presentan una arquitectura basada en tres modelos principales, tal y como se ilustra en la tabla 1:

Modelo de Dominio³ (MD) El Modelo de Dominio tiene la estructura de información de los contenidos y cómo se enlazan.

Modelo de Usuario (MU) El Modelo de Usuario guarda toda la información del usuario.

Modelo de Adaptación (MA) El Modelo de Adaptación permite combinar el modelo de dominio y el modelo de usuario para proporcionar la adaptación del sistema.

Tabla 1. Arquitectura de los SHA

1.1.1.2 SHA Educativos

La educación ha sido una de las aplicaciones más populares en el área de los SHA. No solo se han realizado muchas investigaciones en este campo, sino que además las técnicas y métodos fueron desarrollados en un principio para las aplicaciones de tipo educativo. Los SHA educativos tienen su origen en los sistemas de tutores inteligentes. La adaptación a las necesidades de aprendizaje por parte de los estudiantes, sus intereses, la consideración de sus

³ También suele ser denominado Modelo de Contenido

conocimientos previos y el gran volumen de información que a menudo requiere el estudio de una disciplina configuran el problema que los SHA intentaron resolver. Utilizando los SHA se puede guiar al estudiante de manera personalizada en su proceso de estudio y de experimentación de forma que se puede lograr un aprendizaje más eficiente.

La necesidad de proveer acceso personalizado a la información es una demanda cada vez más clara en el ámbito de las aplicaciones educativas. Muchas investigaciones y proyectos exploran un amplio rango de técnicas para personalizar el acceso a la información.

Frecuentemente los estudiantes realizan un esfuerzo excesivo para encontrar los contenidos relevantes y separarlos de aquellos que no lo son. En un contexto de mucha información disponible en la red, sin una guía individualizada, los estudiantes se encuentran con tantas posibilidades de navegación, que pueden acabar no encontrando la información en Internet. Los métodos utilizados por los SHA ayudan a los estudiantes a encontrar los recursos de aprendizaje más apropiados a sus características, permitiéndoles a la vez ser conscientes de su proceso de aprendizaje, suministrándoles una guía que les indique la secuencia de los recursos de aprendizaje que son adecuados a él. En resumen los SHA orientan los pasos a seguir en el aprendizaje (Brusilovsky y Henze 2007).

1.1.1.3 SHA de Recomendación

Como se ha dicho el volumen de información se ha incrementado en Internet, esto ha traído como consecuencia dificultades en la búsqueda de información relevante y útil. Los sistemas adaptativos de recomendación son una clase de SHA, actúan como mediadores entre las fuentes de información y los buscadores, consideran los intereses y las necesidades de los usuarios. Estos sistemas regulan el flujo de información hacia los usuarios y direccionan la información correcta para las características específicas del mismo, es decir, personalizan la información y la filtran. Los sistemas adaptativos de recomendación se utilizan en varios sectores: asistencia sanitaria, negocios, educación, entretenimiento entre otros (Chedrawy y Raza 2006).

1.1.1.4 Modelos de los SHA

Los SHA emplean múltiples e independientes modelos con el objetivo de guiar la adaptación, consideran relevantes factores relacionados con el usuario. Un interés de los SHA es crear sistemas capaces de escalar y migrar a través de dominios y aplicaciones. En Parcus (2000) expresan que la primera generación de sistemas con multimodelos adaptativos utilizó modelos independientes que se pueden combinar y reusar.

Otros modelos en los SHA incluyen herramientas de comunicación síncronas, esto permite conectar a los estudiantes y a los profesores. La incorporación de las tecnologías en estos modelos ayuda en el proceso de aprendizaje.

1.1.1.5 Actualidad de los SHA

En lo que respecta a los esfuerzos de investigación que se realizaron durante los años 2006 y 2007 se puede citar los desafíos en área de interfaces adaptativas (*Adaptive User Interfaces*, AUI) para diferentes dominios de aplicaciones. También se trabaja en SHA en dispositivos móviles, aplicaciones en sectores de *e-learning*, e-comercio, guías turísticas e integración con otras aplicaciones.

En cuanto a desarrollos que se han divulgado en este campo en los años 2006 y 2007 se citan algunos trabajos a continuación:

- Propuesta de un nuevo motor de búsqueda de páginas *Web*, adecuados para dispositivos móviles con tecnología adaptativa.
- Aplicaciones con adaptación para el usuario en educación a distancia basada en *Web*.
- Investigaciones sobre un marco para combinar técnicas hipermedia adaptativa y lenguaje natural.
- Desarrollo de sistemas de evaluaciones adaptativas basadas en ordenador.
- Investigaciones sobre comunidad adaptativa basada en sistemas hipermedia que permite navegación social y la retroalimentación.

- Sistemas de recomendación basados en los registros realizados por los usuarios en interacciones anteriores con el sistema.

En las tablas 2 y 3 del estudio teórico de esta memoria se detallan algunas investigaciones durante los años 2006 y 2007.

1.1.1.6 Tendencias de los SHA

Las tendencias de los SHA se enfocan hacia varias direcciones que considerarán la tecnología, entre las cuales se tienen: la integración con otras aplicaciones y dispositivos móviles entre otras.

Se avanzará desde tecnologías simples basadas en textos hasta presentaciones relacionadas con la generación de lenguaje natural, por ejemplo, narración adaptativa, guías adaptativas, etc.

También se están desarrollando investigaciones sobre alumnos con diferentes niveles de discapacidad, para considerar dispositivos que se adapten a sus necesidades de aprendizaje.

Al ser los SHA un área tan dinámica, seguirán apareciendo nuevos enfoques y tendencias que permitan mejorar y enriquecer los desarrollos en este campo.

1.1.1.7 Blended Learning

La utilización de las Tecnologías de Información y la Comunicación (TIC) en el ámbito de la educación superior plantea cambios significativos y nuevas opciones en la búsqueda de mejorar el proceso de *enseñanza-aprendizaje*. Sin embargo, la formación totalmente a distancia utilizando TIC y la enseñanza tradicional (cara a cara), poseen fortalezas y debilidades propias que han conducido al surgimiento de una modalidad de metodología educativa denominada *BL* (Singh y Reed 2001).

Según Herrera (2007) la definición de BL ha creado una gran controversia por lo cual a continuación se presentan las expresiones de algunos autores:

- 1) Combinación integrada de aprendizaje tradicional con técnicas basadas en Web (Whitelock y Jelfs 2003).
- 2) Combinación de medios y herramientas empleadas en ambientes *e-learning* (Whitelock y Jelfs 2003).
- 3) Combinación de un número de técnicas pedagógicas independientes del uso de la tecnología (Driscoll 2002).

Driscoll (2002) termina diciendo: ..."El punto es que *BL* significa diferentes cosas para diferentes personas lo cual ilustra su amplio potencial".

En Monguet et al. (2006) indica que objetivo del BL consiste en encontrar una combinación de recursos y procedimientos ajustada al escenario de formación, con el fin de conseguir un mayor rendimiento de los estudiantes.

Williams (2003) reconoce que uno de los mayores retos es encontrar el verdadero balance en la integración de diversos elementos dentro de un mismo plan de formación.

1.2 Aportaciones e interés del trabajo de investigación

La investigación en diversos dominios del conocimiento y la formación en ambientes BL permitirán generar nuevos conocimientos y aportes a la comunidad científica. Una de las líneas de investigación en el Doctorado en Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña es el BL. En este doctorado se incentiva la formación de recursos humanos de alto nivel, que aporten conocimiento científico como base para el desarrollo y la innovación en el ámbito de la ingeniería multimedia, investigando en un entorno interdisciplinario y desarrollando proyectos con un alto índice de innovación.

En la formación con ambiente BL es posible combinar tecnologías, recursos materiales y procedimientos de enseñanza-aprendizaje. Las tecnologías permiten la construcción de un espacio de aprendizaje capaz de ajustarse a cada individuo y la gestión personalizada del proceso de formación que contribuirá a mejorar el proceso de enseñanza de cada estudiante.

El modelo propuesto en esta investigación evitará que el estudiante pueda sentirse desorientado en el estudio de unos determinados contenidos debido a la gran cantidad y heterogeneidad de fuentes de información disponibles. En este modelo se seleccionaría, sistematizaría y presentaría los contenidos para incentivar el aprendizaje.

La formación en un ambiente BL mediante un SHA demandará la adaptación de contenidos en un dominio no necesariamente cerrado y concreto, además, cuanto mayor sea el nivel del estudiante, mayor será el nivel de las fuentes de información accedidas y el grado de dificultad. Adicionalmente, para favorecer un aprendizaje centrado en el estudiante, es necesario plantearle los contenidos adaptados a su nivel de conocimiento y darle explicaciones adicionales a aquellas cuestiones que les pudieran haber resultado más complicadas. En resumen, tener información no supone poseer conocimiento, pero es preciso gestionarla de forma conveniente para obtener el conocimiento.

1.3 Proceso de trabajo seguido en la investigación

En esta investigación se ha realizado un estudio sobre el estado del arte, según Yin (1994) referenciado en Rovira (2004) propone definir un marco teórico preliminar sobre el tema investigado a partir de los conocimientos previos disponibles en la literatura científica, indica que es necesario hacer la revisión teórica antes de iniciar la recolección de los datos porque ayudará en el diseño de la investigación y en el análisis de los resultados. Para la realización de esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- **Buscar en las bases de datos indexadas:** Se ha realizado una búsqueda de información en las bases de datos indexadas relacionada con los temas: SHA y BL.
- **Realización de Trabajos:** Se han realizado trabajos relacionadas con elementos del modelo, tales como BL y evaluación. Estos ayudaron a conocer profundamente los elementos y su incidencia en el proceso de

aprendizaje, en definitiva, aportaron ideas y nociones para llevar a cabo la presente investigación.

- Estudio de la situación inicial: Se estudia la situación del doctorado antes de la implementación del modelo.
- Desarrollo del Modelo: En el desarrollo del modelo para la gestión de dominios de contenido en SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial se consideró los elementos presentados en Niño (2003) y Seefeldt y Schwabe (2004a) realizando cambios para ajustarlos a esta investigación. En la creación del modelo⁴ se considera:
 - Determinar el ámbito para el cual se diseña el modelo
 - Definir un lenguaje que permita presentar el modelo
 - Plantear el modelo.
 - Realizar las pruebas del modelo.
- Validación del Modelo⁵: Se realizaron los trabajos de campo considerando las actividades que se deben llevar a cabo para efectuar un estudio empírico⁶, las cuales son: definición del estudio, diseño, implementación, ejecución, análisis y empaquetamiento de los resultados.

⁴ Detalles de esta sección en capítulo 3.

⁵ Detalles de esta sección en capítulo 4.

⁶ Estas actividades fueron guiadas por lo indicado en Freimut et al. 2002

Se utiliza la estrategia de investigación empírica denominada “Estudio de Casos” porque entre otras características permite investigar un fenómeno contemporáneo dentro del contexto de la vida real (Yin 1994), además, facilita investigar el uso de una nueva tecnología (Glass 1997) y es un método estándar para estudios empíricos (Kitchenham 1998). En el diseño del estudio de caso de esta investigación se utilizó el propuesto por Yin (2002) que consta de cinco componentes:

1. Preguntas de investigación.
2. Supuestos, postulados o proposiciones.
3. Unidad o unidades de análisis.
4. Relación entre datos y los “Supuestos, postulados o proposiciones”.
5. Criterios para interpretar los hallazgos.

El tipo de estudio de caso aplicado a la investigación desarrollada es del tipo múltiple holístico exploratorio (véase en el capítulo 3). Los estudios de caso desarrollados para validar el modelo para la gestión de dominios de contenido en SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial fueron:

1. Caso Piloto realizado en la Universidad Politécnica de Cataluña, en concreto en el Programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia en el curso 2006-2007.
2. Caso Múltiple formado por dos experiencias:

2.1. Realizado en la Universidad de Carabobo, en concreto en la Licenciatura en Computación en el curso 2007.

2.2. Realizado en la Universidad Politécnica de Cataluña, en concreto en el Programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia en el curso 2007-2008.

Para la recolección de los datos de la investigación se elaboraron los siguientes instrumentos: cuestionarios y entrevistas. Una vez que los datos fueron obtenidos, tratados y organizados se procedió al análisis de los mismos. En el análisis de las respuestas abiertas del cuestionario y las respuestas de la entrevista se utilizó el análisis de contenido porque es un método que consiste en clasificar y/o codificar los diversos elementos de un mensaje en categorías (Gómez 2000).

En este trabajo se utilizó una combinación de metodologías cuantitativa y cualitativa porque pueden complementarse y permiten compensar los sesgos metodológicos (Cataldi 2005).

En la Figura 1 se muestra el proceso seguido en esta investigación.

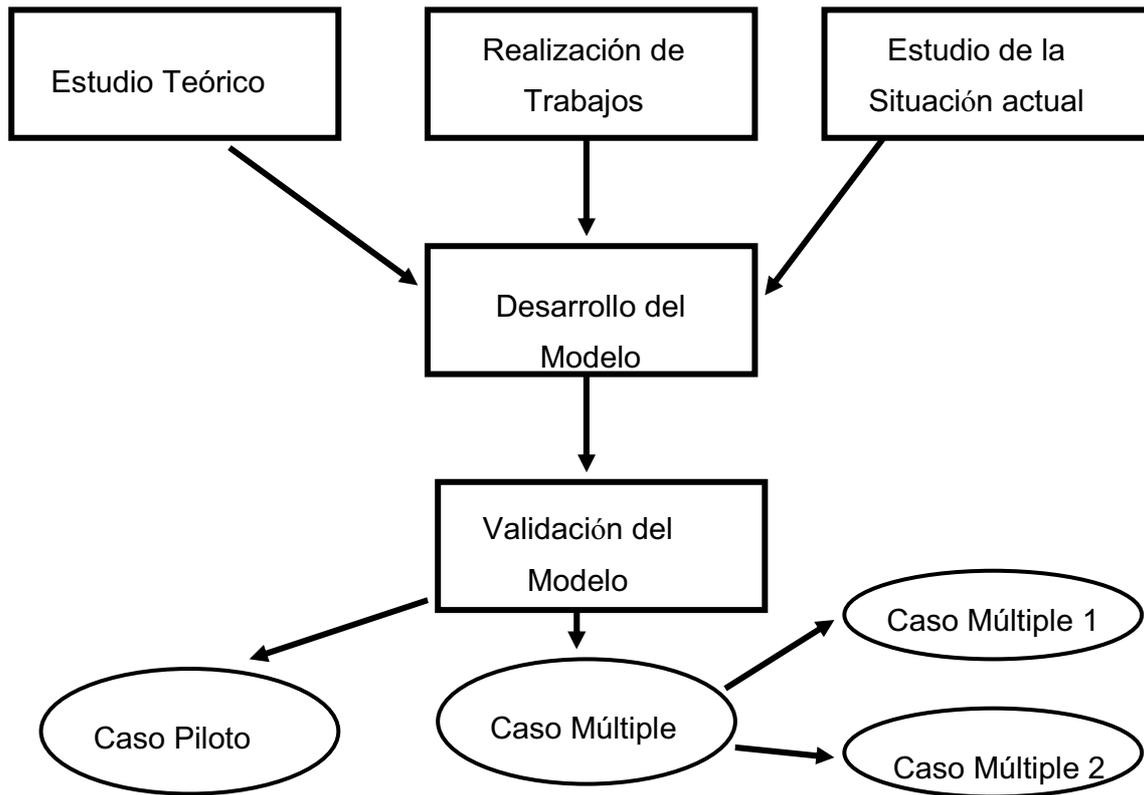


Figura 1. Proceso seguido en la investigación

1.4 Objetivo y límites de la Investigación

Esta investigación está enmarcada en las áreas de SHA y BL. El objetivo es desarrollar un modelo para la gestión de dominios de contenido en SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial. Para la validación del modelo se desarrolló un estudio de caso piloto y otros múltiples.

Los límites de esta investigación son los siguientes:

1. Estudio Teórico: Búsqueda de información en las bases de datos indexadas relacionada con los temas: SHA y BL.

2. Estudio Empírico: Realización de trabajos de campo en el marco de esta investigación, en concreto:

2.1 Experiencia realizada en la Universidad Politécnica de Cataluña, programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia. (Caso Piloto)

2.2 Experiencia realizada en la Universidad de Carabobo, Licenciatura en Computación. (Caso Múltiple 1)

2.3 Experiencia realizada en la Universidad Politécnica de Cataluña, programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia. (Caso Múltiple 2)

La explicación de cada experiencia será guiada por las actividades que se deben llevar a cabo para un estudio empírico (Freimut 2002), utilizando la metodología de estudio de casos propuesta por Yin (2002).

Capítulo 2.

Estudio Teórico

2. Estudio Teórico

2.0 Resumen del Capítulo

Dado al auge de las TIC con portales, blogs, cursos *on-line*, e-comercio, páginas *Web*, entre otros, se hace más difícil a los usuarios localizar la información de forma rápida y adecuada en el momento preciso. Wade et al. (2006) indican que las estimaciones actuales es de 10 billones de documentos y un ratio de crecimiento de 60 terabytes de información nueva por día. En el año 2000 había 21 terabytes de información en la *World-Wide-Web*. Según Wade et al. (2006) actualmente esta cifra crece 3 veces por día. Es por ello que las investigaciones sobre los SHA tienen un rápido crecimiento en el sector de las TIC.

También la utilización de las TIC en el ámbito de la educación superior plantea cambios significativos, según Herrera (2007) el BL es una forma particular de impartir la enseñanza utilizando la tecnología.

En esta parte de la memoria se mostrará el estado del arte de los SHA y el BL.

2.1 Definiciones

A continuación se muestran las definiciones y algunas características de hipermedia adaptativa realizada por los autores que investigan en el campo:

- “El objetivo de un SHA es que sea el sistema el que se adapte al usuario y no al contrario, como sucede en los hipermedia “clásicos”, los cuales muestran el mismo contenido y los mismos enlaces a todos los usuarios (De Bra et al. 1999a). Por lo tanto se constituyen como una alternativa al enfoque “una-talla-para-todos” en el desarrollo de sistemas hipermediales” (Brusilovsky 1996). Referenciados en Berlanga y García (2004).
- “Hipermedia adaptativa es una nueva dirección de investigación entre hipermedia y modelos de usuario” (Brusilovsky 2001, 2000; De Bra 1999).
- “Hipermedia adaptativa es una alternativa al enfoque tradicional de la misma forma para todos” (Brusilovsky 2001).
- “Hipermedia adaptativa es la tecnología que permite la personalización de cada individuo en una aplicación hipermedia” (Perkowitz y Etzioni 2000). “El proceso de personalización en los SHA se define como la forma en la cual la información y los servicios pueden ser adaptados para satisfacer las necesidades específicas de un individuo o comunidad” (Callan et al. 2001).
- “Un SHA es un sistema hipermedia que se adapta autónomamente. Esto es, monitorea el comportamiento del usuario, registra este comportamiento en un modelo del usuario y adapta dinámicamente el estado actual del modelo” (Parcus 2001).

- “Mediante los SHA nos referimos a todos los sistemas de hipertexto e hipermedia que recogen algunas características del usuario⁷ en su modelo y aplican este modelo para adaptar varios aspectos visibles del sistema al usuario " (Henze 2000).

2.2 Estado del Arte

2.2.1 Orígenes y evolución de los SHA

Las primeras exploraciones en esta área fueron realizadas por los investigadores de forma independiente. Posteriormente, se fueron creando comunidades de investigación que compartían sus trabajos acerca del área hipermedia adaptativa, sobre todo en lo que se refiere al modelo de usuario. Por ejemplo, los primeros artículos se publicaron en *User Modeling and User-Adapted Interaction (UMUAI) journal*, en 1996. También se realizó un *workshop* en la conferencia *User Modeling* en 1994. En esa época se desarrollaron investigaciones y varias técnicas de hipermedia adaptativo (Brusilovsky 2001).

El año 1996 puede ser considerado como el punto de inflexión en las investigaciones sobre los SHA, ya que anteriormente las investigaciones se realizaban de forma aislada. A partir de este año se empieza con un rápido crecimiento, especialmente nuevos proyectos en equipo y también los estudiantes de PhD realizan sus investigaciones sobre este tema. Otra forma de divulgar las investigaciones era mediante los *workshops* y sus correspondientes *proceedings*: Brusilovsky y De Bra (1998a, 1999); Brusilovsky

⁷ Se utilizarán los términos usuario, estudiante y alumno de forma sinónima.

et al. (1997); Carro et al. (1999); Milosavljevic et al. (1997) entre otros. También se publicaron libros, por ejemplo el de Brusilovsky et al. (1998b). En Brusilovsky (2001) se expone que hay dos factores importantes a considerar que justifican el crecimiento de las publicaciones sobre los SHA a partir de 1996, que son:

- El incremento del uso de la *World Wide Web*.
- La consolidación de las experiencias de investigación en esta área.

Es importante destacar que las investigaciones antes de 1996 se basaron en las experiencias de laboratorio que permitían explorar nuevas ideas en el campo. Después de 1996, se desarrollaron sistemas para un entorno real.

En Wu (2002) se expresa que los SHA comenzaron alrededor del año 1990 y que estos sistemas fueron construidos para explorar nuevos métodos.

Según Brusilovsky (2001) antes de 1996 los SHA se clasificaban en seis grupos de acuerdo a las áreas de aplicación:

1. Los sistemas hipermedia educativos tiene los contenidos del curso. Permiten considerar los factores relacionados con las preferencias de los estudiantes y el proceso de aprendizaje para realizar la adaptación del curso a cada estudiante.
2. Los sistemas de información *on-line* permiten a los usuarios con distintos niveles de conocimiento sobre un tema acceder a la información. Estos

sistemas comprenden desde la información disponible en Internet hasta las enciclopedias electrónicas.

3. Los sistemas de ayuda *on-line* suministran información apropiada a cada usuario en relación a las aplicaciones concretas, dando ayuda para el uso de dichas aplicaciones.
4. Los sistemas de recuperación de información basados en hipermedia ayudan a los usuarios en la navegación dándoles los enlaces más apropiados a sus características.
5. Los sistemas de información institucional proveen la información requerida por los usuarios dentro de una institución y dependiendo de las labores desempeñadas en la misma.
6. Los sistemas para gestionar vistas personalizadas permiten acceder a Internet definiendo vistas personalizadas del mismo.

Brusilovsky (2004a) presenta el estado del arte de los SHA dividido en generaciones. A continuación se detallan cada una de ellas.

2.2.1.1 Primera generación de los SHA

Las investigaciones sobre el soporte a la navegación se remontan a principios de la década de 1990. Varios equipos de investigación detectaron los problemas del hipertexto en diferentes áreas de aplicación, y comenzaron a

explorar diversas formas de adaptar el comportamiento de los sistemas de hipertexto e hipermedia a los usuarios individuales. Se realizaron investigaciones sobre el problema de la ineficacia de la navegación, el problema de perderse navegando, y los relacionados con la presentación. Se propusieron ideas para técnicas en la navegación adaptativa: guía directa, ordenamiento, ocultamiento y anotaciones (Böcker et al. 1990; Brusilovsky et al. 1993; de La Passardiere y Dufresne 1992; Kaplan, et al. 1993) y la presentación de adaptación (Beaumont 1994; Böcker et al. 1990; Boyle y Encarnación 1994; Boyle y Teh 1993; Brusilovsky 1996).

De forma natural se desarrollaron aplicaciones en el campo hipermedia educativo. En este contexto los usuarios tienen metas de aprendizaje y conocimientos distintos por lo cual requieren tratamientos diferentes. Entre los años 1990 y 1996 se desarrollaron sistemas educativos pioneros en el área hipermedia adaptativa, dividiéndose en dos grandes grupos: investigaciones en el área de tutores inteligentes e investigaciones que realizaban la adaptación según las características del usuario.

Entre los proyectos desarrollados para esta generación se tienen: ITEM/PG (Brusilovsky y Gorskaya-Belova 1992) e ISIS-Tutor (Brusilovsky y Pesin 1994) que personalizan las características del estudiante para el acceso a los contenidos educativos. Con la introducción del hipermedia adaptativo se permitió cierta flexibilidad de adaptación, permitiendo que los estudiantes seleccionaran los objetos educativos más apropiados para ellos.

En estos proyectos se introdujo tecnología para clasificar los contenidos educativos de acuerdo al conocimiento y preferencias del usuario. Se mostraba el contenido que es relevante para un usuario en particular. Los enlaces adaptativos guiaban al usuario para mostrar los contenidos apropiados. Esta tecnología fue evaluada y los resultados indican que permite reducir los esfuerzos y el tiempo de navegación para lograr los objetivos de aprendizaje, mientras incrementa el conocimiento y la calidad del aprendizaje (Brusilovsky y Eklund 1998; Brusilovsky y Pesin 1998b; Weber y Specht 1997). También se exploró la técnica de la guía directa para acceder al contenido.

2.2.1.2 Segunda generación de los SHA

Está comprendida entre los años 1996 y 2002. Las investigaciones hasta 1996 proporcionaron una buena base para esta generación. En esta época la motivación fue producir sistemas que pudiesen ser utilizados en los procesos de enseñanza. A pesar de las ideas innovadoras y la temprana evaluación de los SHA en el área educativa, no fue sino hasta 1996 que estas investigaciones atraerían a un gran número de investigadores. Hay dos factores que pueden haber contribuido a este crecimiento:

- 1.- La acumulación y consolidación de experiencias de investigaciones en este campo: Antes de 1996 los investigadores trabajaban de forma independiente y sus sistemas eran desarrollos de laboratorio con la finalidad de demostrar y explorar ideas de innovación. En contraste, las investigaciones publicadas a partir de 1996, hacen

referencia a las investigaciones anteriores y los sistemas son desarrollados en entornos reales. Esto indica la madurez en esta dirección de investigación.

2.- El factor más importante, probablemente sea el rápido crecimiento y el uso de la Word Wide Web (WWW). La gran demanda de adaptabilidad en la Web, sirvió para impulsar las investigaciones de los SHA, convirtiéndose en un desafío y en una atractiva plataforma. Adicionalmente, entre las publicaciones realizadas a partir del 1996 existen tópicos relativos a los SHA basados en Web.

En el contexto educativo los investigadores de hipermedia adaptativa se vieron en la necesidad de abordar audiencias heterogéneas para cursos basados en *Web*. Se desarrollaron los siguientes sistemas:

- AST (Specht et al. 1997).
- AHM (Pilar da Silva et al. 1998).
- AHA! (De Bra y Calvi 1998).
- Hy-SOM (Kayama y Okamoto 1999).
- TANGOW (Carro et al. 1999).
- KBS-Hyperbook (Henze y Nejdí 1999).
- Multibook (Steinacker et al. 1999).

Según Brusilovsky (2004a) en esta generación se investigó en varias líneas: sistemas hipermedia para la educación, desarrollos de herramientas de autor y nuevas técnicas de adaptación.

2.2.1.3 Tercera generación de los SHA

A partir del año 2002 se inicia esta etapa. En la generación anterior, los sistemas hipermedia educativos integraron tecnologías adaptativas en el contexto de la educación basada en *Web*. Casi diez años después de la aparición del primer sistema adaptativo basado en *Web*, un conjunto de ellos se utilizaron para cursos reales. Surgieron los sistemas de gestión de aprendizaje (*learning management systems*, en adelante LMS) que apoyan las necesidades de profesores y estudiantes. Los profesores pueden hacer uso de un LMS para desarrollar cursos en la *Web*, permitiendo realizar la comunicación con los estudiantes y supervisando su progreso. Los estudiantes pueden utilizarlo para comunicación y colaboración en el curso. Como ejemplo de LMS se destacan: Blackboard (Blackboard Inc. 2002) y WebCT (WebCT 2002).

Los estudiantes pueden aprender más rápido y mejor utilizando textos adaptativos, por ejemplo, los creados por el sistema AHA! (De Bra y Ruiters 2001), InterBook (Brusilovsky et al. 1998a) o NetCoach (Weber et al. 2001). Las evaluaciones de los estudiantes pueden ser realizados con sistemas tales como SIETTE (Conejo, et al. 2004) y QuizGuide (Sosnovsky et al. 2004). También se tienen sistemas adaptativos que soportan el aprendizaje

colaborativo (González et al. 2003). Se está investigando en los SHA, no tanto en su rendimiento, sino en dar respuesta a las necesidades prácticas de mejoras en las *Web* educativas. El reto en esta generación viene dado por la integración de los SHA en el proceso educativo reglado.

Existen varias líneas de investigación respecto a los LMS:

- Estudio de la versatilidad que debe proveer el sistema a los profesores y estudiantes, con características que incluyen una gran variedad de los contenidos, los foros de discusión y la habilidad de adaptarse al usuario (Specht et al. 2002a; Weber et al. 2001).

- Estudio de sistemas basados en interoperabilidad y reusabilidad de contenidos, utilizando estándares, como por ejemplo SCORM⁸. Los investigadores están integrando los SHA existentes con las ideas de reusabilidad basada en estándares (Bollin et al. 2002; Conlan et al. 2002a; Conlan et al. 2002b; Dolog et al. 2003; Karagiannidis, et al. 2002). Otros equipos de investigadores indican que esta generación no está preparada para soportar la idea de los estándares de aprendizaje (Brusilovsky 2004c; Mödritscher et al. 2004).

En resumen, esta generación profundiza en la integración de tecnologías adaptativas dentro del proceso de aprendizaje, para maximizar la habilidad de cada estudiante en el logro de sus metas.

⁸ SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) es un estándar que permite crear objetos pedagógicos estructurados para ser reutilizados.

2.2.2 Investigaciones sobre los SHA en los años 2006 y 2007.

Los SHA de la actualidad han recogido el legado de las generaciones anteriores, primeramente los investigadores realizaron esfuerzos de forma independiente en la realización de sus trabajos y posteriormente se agruparon para consolidar esta área. En lo que respecta a los esfuerzos de investigación que se realizan se puede comenzar con citar los desafíos en área de interfaces adaptativas (*Adaptive User Interfaces, AUI*) para diferentes dominios de aplicaciones. Según Alvarez-Cortes et al. (2007) existen tres enfoques en las AUI:

- Inteligencia Artificial (*Artificial Intelligence, AI*): Se enfoca al desarrollo de inferencias y algoritmos con el fin de monitorear las acciones del usuario, permitiendo explorar nuevos patrones y mecanismos de asistencia para el usuario.
- Modelo de Usuario (*User Modeling, UM*): Se basa en personalización e investiga sobre las características y comportamientos del usuario como componente principal para realizar la adaptación.
- Interacción Humano Computador (*Human-Computer Interaction, HCI*): Propone la adaptación mediante la integración de diferentes modalidades para la comunicación entre el sistema y el usuario.

Por otro lado, en e-comercio y móviles la personalización está considerada como un factor importante con los clientes, utilizando las estrategias *Web*. Los ambientes de personalización, sus herramientas y productos apropiados para cada individuo son objeto de investigaciones para un amplio colectivo en las universidades y en la industria, por lo tanto, las innovaciones tecnológicas, Internet y los nuevos medios para la personalización hacen que las investigaciones se puedan realizar con mayor rapidez (Fan y Scout 2006).

En los SHA se tiene una carencia de estandarización en los diseños de modelos de usuario. Un paliativo a esta situación se ha tratado de dar con una guía de formalización de diseños de modelos de usuario utilizando enfoques de desarrollo de software. Según Frías et al. (2005) los UM tienen un enfoque híbrido, que combina técnicas de software y técnicas de representación del conocimiento, lo cual permitiría un marco útil y eficiente para modelar el complejo comportamiento humano. Entre las técnicas de software se tienen: redes neuronales, lógica difusa, algoritmos genéticos, asociación de reglas, razonamiento basado en casos y *clusters*⁹.

En la tabla 2 se presentan un conjunto de investigaciones divulgadas en el año 2006, se indican las investigaciones, sus autores y sus futuros trabajos respectivamente.

⁹ Técnica de análisis de datos en la que se agrupan las observaciones según su similitud.

Investigación	Futuro Trabajo
Desarrollo de tecnologías en <i>Web</i> semántica ¹⁰ y presentación de un sistema que enlaza dinámicamente páginas <i>Web</i> (Bechhofer et al. 2006).	Enlaces dinámicos basados en semántica
Anotación de enlaces adaptativos como soporte a la tecnología que soporta la navegación adaptativa. Estudios empíricos indican que la anotación en el contexto educativo han demostrado que ayudan a los estudiantes a adquirir conocimiento de forma rápida, mejora los resultados de su aprendizaje y reduce el tiempo de navegación (Brusilovsky et al. 2006).	Continuará la exploración con la valoración sobre la motivación utilizando anotación de enlaces adaptativos.
Explotar la tecnología de servicios <i>Web</i> y la semántica <i>Web</i> para permitir a los agentes de <i>software</i> descubrir los servicios y el uso de estos servicios de forma adaptativa (Carmagnola et al. 2006).	Seguir explorando en todo el proceso que incluye el servicio y su adaptación.
Mantenimiento de los SHA para nuevas situaciones. Consideraciones sobre la flexibilidad que deben tener los SHA a nivel de programación para prever un amplio rango de situaciones y los costos de adaptación para esos escenarios (Colineau et al. 2006).	Articular un marco para evaluar varios enfoques de SHA en asuntos de flexibilidad y mantenimiento.
Investigación sobre la combinación de técnicas de hipermedia adaptativa con ideas de ontología ¹¹ para la personalización. Esta combinación permite el diseño, desarrollo y evaluación de nuevos servicios de personalización (Conlan y Raza 2006).	Explorar en sistemas adaptativos reutilizables.
Un enfoque basado en la sinergia de filtros colaborativos y razonamiento basados en casos para recomendaciones de personalización (Chedrawy 2006).	Explorar en los usuarios el efecto de la teoría de utilidad multi-atributos.
Una comunidad adaptativa basada en sistemas hipermedia que permite navegación social y la retroalimentación (Farzan y Brusilovsky 2006).	Mejorar el enfoque para obtener el <i>feedback</i> y desarrollar herramientas para construir comunidades basadas en los SHA.
Evaluar una nueva técnica para explorar en experiencias relacionadas con las comunidades como fuentes de búsqueda del conocimiento. Los resultados de una evaluación real indican que comunidades similares pueden servir de fuente a otras comunidades de búsqueda del conocimiento	Esta investigación seguirá desarrollándose para facilitar la cooperación entre comunidades similares de búsqueda.

¹⁰ La *Web* Semántica es una extensión de la *Web* actual dotada de significado (Lamarca 2008).

¹¹ Hace referencia a la formulación de un exhaustivo y riguroso esquema conceptual dentro de un dominio dado, con la finalidad de facilitar la comunicación y compartir la información entre diferentes sistemas.

Investigación	Futuro Trabajo
y sus recomendaciones pueden mejorar la calidad en la búsqueda (Freyne y Smyth 2006).	
Métodos para crear reglas que describan patrones de navegación (Halvey et al. 2006).	Futuros trabajos que mejoren la navegación para usuarios en dispositivos móviles.
Medir la eficacia de la retroalimentación y explorar si es más efectiva en colectivo o personalizada (Martin y Mitrovic 2006).	Continuar explorando acerca de la retroalimentación personalizada para maximizar el rendimiento de los estudiantes.
Sistemas de recomendación basados en los registros realizados por los usuarios en interacciones anteriores con el sistema (Plate et al. 2006).	Se seguirá investigando sobre la memoria compartida entre usuarios, en el contexto de fortalecer los sistemas de recomendación.
Extensión de la interoperabilidad con otros formatos de test. Importar y exportar preguntas de otros test computarizados utilizando estándares (Romero 2006).	Añadir más características a los test y desarrollar un algoritmo de control de test adaptativo para móviles.
Nuevos mecanismos para motivar la participación y el interés en las comunidades <i>on-line</i> , mediante modelos y visualización de relaciones, que utilizan la lectura, evaluación, comentarios y contribuciones. Se basa en abrir el modelo de usuario (Webster y Vassileva 2006).	Nuevos enfoques que permitan incrementar la participación de los miembros de la comunidad.

Tabla 2. Investigaciones sobre los SHA realizadas en el año 2006.

En la tabla 3 se presentan un conjunto de investigaciones divulgadas en el año 2007, se indican las investigaciones, sus autores y sus futuros trabajos respectivamente.

Investigación	Futuro Trabajo
Desarrollo de sistemas de evaluaciones adaptativas basadas en computadora (Aguilar 2007).	Continuar la investigación sobre el desarrollo de sistemas de evaluaciones adaptativas basadas en computadora.
Investiga sobre un marco para combinar técnicas hipermedia adaptativa y lenguaje natural (Alfonseca et al. 2007).	Seguirán realizando experimentos para comprobar los efectos de la retroalimentación en este marco.
Revisión de modelos de usuario y enfoques aplicados a sistemas adaptativos <i>Web</i> en la educación (Brusilovsky y Millán 2007).	Desarrollo de algoritmos de aprendizaje adaptativo que puedan estar disponibles en el proceso de interacción de cada usuario y explorar su comportamiento.

Investigación	Futuro Trabajo
Revisión de varios enfoques para la adaptación y <i>e-learning</i> (Burgos 2007).	Investigar sobre diseño de aprendizaje para poder construir adaptaciones y experiencias flexibles de aprendizaje para cada involucrado.
Investiga sobre la retroalimentación y los mapas de auto organización <i>fuzzy</i> para mejorar los modelos <i>e-learning</i> adaptativos. Se utiliza el feedback para actualizar el material de enseñanza en el sistema <i>e-learning</i> (Chen 2007).	Continuar la investigación sobre el feedback y mapas de auto organización <i>fuzzy</i> para mejorar los modelos adaptativo <i>e-learning</i> .
Propone un enfoque para modelar los pre-requisitos y relaciones que deben ser aprendidos. El sistema hace un diagnostico para cada estudiante y genera una guía para el aprendizaje de cada estudiante. Este enfoque ayuda en el aprendizaje de los estudiantes en cuanto a mejorar su rendimiento (Hwang 2007).	En el futuro, utilizarán el enfoque para varios cursos.
Estudia aplicaciones con adaptación para el usuario en educación a distancia basada en <i>Web</i> (Kosba et al. 2007).	Es necesario seguir trabajando para examinar y explotar los meta datos resultantes de este enfoque como una fuente para la generación de retroalimentación.
Propuesta de un nuevo mecanismo de búsqueda de páginas <i>Web</i> , adecuados para dispositivos móviles con tecnología adaptativa (Lee et al. 2007).	Futuras implementaciones para búsquedas en dispositivos móviles, desarrollando interfaces de usuario.

Tabla 3. Investigaciones sobre los SHA realizadas en el año 2007.

2.2.3 Tendencias en los SHA

En esta sección se revisará las tendencias de los SHA, los cuales se enfocan hacia varias direcciones: Integración con otras aplicaciones, sistemas de cuerpo abierto de contenidos, dispositivos móviles entre otras. También se considerará la tecnología y las nuevas arquitecturas.

- Dirección de expansión:

- Integración con otras aplicaciones: Una dirección de expansión está enfocada hacia la inclusión de los sistemas adaptativos en otras aplicaciones, por ejemplo en los procesadores de palabra. Otras aplicaciones incluyen componentes hipermedia, por ejemplo sistemas de ayuda *on-line*.
- Hipermedia adaptativos de cuerpo abierto de contenidos: Muchos de los SHA trabajan con un cuerpo cerrado de datos. La adaptación puede variar desde hiperdocumentos y enlaces hasta índices de documentos con los conocimientos del usuario, metas y experiencias. La tendencia es desarrollar SHA capaces de vincular los documentos sin la ayuda del ser humano.
- Dispositivos móviles: Un campo de investigación de la hipermedia adaptativa se enfoca hacia los dispositivos móviles, por ejemplo, sistemas que proveen guías y ayudas para los turistas. En este contexto se tienen muchos desafíos, sobre todo en las interfaces. También se pueden incluir ayudas combinadas con ubicación, espacios, GPS, y el modelo de usuario.
- Nuevas tecnologías
 - Algunos SHA están basados en tecnologías utilizadas por la inteligencia artificial, redes neuronales, algoritmos genéticos, lógica difusa, máquinas de aprendizaje y modelos bayesianos, entre otras. Se avanzará desde tecnologías simples basadas en textos hasta presentaciones relacionadas con la generación de

lenguaje natural, por ejemplo, la narración adaptativa y las guías adaptativas. Estas tecnologías pueden mejorar los modelos de usuario.

- Nuevas arquitecturas

- Además de explorar nuevas áreas de aplicación, los SHA pueden lograr considerables progresos mejorando el proceso de desarrollo de los nuevos sistemas. Cada vez más, los investigadores hacen esfuerzos para desarrollar nuevas arquitecturas, entre ellas se tienen: herramientas de autor que permitan desarrollar *Web* adaptativas, modelos de usuario que permitan aplicaciones *Web* personalizadas, o la construcción de un sistema con arquitectura basada en componentes. Ésta consiste de varios componentes que interactúan con la finalidad de mejorar el proceso de desarrollo de los SHA, permitiendo la reusabilidad de componentes.

Entre las tendencias, también se tienen la necesidad de tener formalismo¹² que permita a los profesores describir fácilmente los SHA y relacionarlos con cualquier área de aplicación. Existen formalismo que son difíciles de usar y dificultosos de mantener. Se deben seguir desarrollando herramientas que asistan a los profesores y diseñadores en el proceso de diseño y especificaciones de los SHA (Carro 2002). Además se debe seguir evaluando la utilidad y calidad de los SHA.

¹² En este contexto, se utiliza de forma sinónima estandarización.

El *IMS Global Learning Consortium*, el *IEEE Learning Technology Standards Committee (Learning Object Metadata Working Group)* y el *Dublin Core Metadata Initiative (DCMI)* están trabajando en estándares para los SHA en la educación. Tienen el objetivo de resolver asuntos que afectan la educación en comunidades, para conseguirlo combinan LOM¹³ y DCMI¹⁴ en las aplicaciones.

Respecto a la evaluación de los SHA se investiga sobre automatización de las modificaciones, para ello se trabaja con agentes de software¹⁵ que permitan observar y controlar el uso del sistema y hacer apropiadas sugerencias acerca de posibles mejoras que se deban realizar. La mayoría de los trabajos que se desarrollan con agentes son investigaciones académicas, sin embargo, esto también influenciará a las empresas, trayendo como consecuencia un impacto en los tópicos relacionados con agentes y en las comunidades de los SHA.

Los agentes tienen un amplio rango de aplicaciones, entre ellas los SHA y sistemas de servicio que emplean otros agentes. Este campo se sigue desarrollando y posiblemente sea una nueva área en la ingeniería de software. La importancia de estos agentes en el futuro puede estar relacionada con desarrollos de servicios *Web* y con *Web* semántica (Bailey 2002).

Otros estudios se enfocan hacia la distribución de los recursos entre los SHA, permitiendo compartir los recursos educativos y la información acerca de los

¹³ LOM (*Learning Object Metadata*), el estándar LOM permite describir las características de cualquier objeto de aprendizaje, digital o no, mediante una serie de metadatos agrupados en categorías.

¹⁴ DCMI (*Dublin Core Metadata Initiative*), es un esfuerzo internacional e interdisciplinar abocado a definir el conjunto de elementos básicos para describir los recursos electrónicos y facilitar su recuperación.

¹⁵ Agente de software, es una parte del software que actúa para un usuario u otro programa como agente. El agente tiene la autoridad de decidir cuándo una acción es apropiada y se activan solos.

usuarios que interactúan con diferentes sistemas. Para ello se necesita un soporte que facilite la comunicación entre los sistemas (Carro 2002).

También se están desarrollando investigaciones sobre alumnos discapacitados, para considerar dispositivos que se adapten a sus necesidades de aprendizaje.

Futuras investigaciones sugieren los multiparadigmas. La personalización es una construcción multidimensional que seguirá siendo una dimensión importante, no sólo en el contexto de cuestiones técnicas o de beneficios económicos, sino también en asuntos más significativos, ricos y pertinentes al desarrollo de las capacidades del ser humano (Fan y Scottm 2006).

En esta sección se han recopilado algunas de las tendencias en las investigaciones de los SHA. Por ser un campo tan dinámico seguirán apareciendo nuevos enfoques y tendencias que permitan mejorar y enriquecer los desarrollos en esta área.

2.3 Modelo general de los SHA

En los siguientes apartados se detallará sobre aspectos relacionados con la arquitectura de los SHA y los métodos y técnicas que se utilizan para realizar la adaptación en los SHA.

2.3.1 Arquitectura

En esta sección se intenta presentar una arquitectura general para los SHA, que permita describir su funcionalidad.

Los SHA abarcan tres componentes conceptuales: dominio de información, perfil del usuario y descripción de la adaptación (Wu 2002). El dominio de la información tiene los contenidos. El perfil del usuario representa las características del usuario que son utilizadas para la adaptación, por ejemplo, preferencias, conocimientos, metas, etc. La descripción de la adaptación se refiere a la descripción de cómo generar la adaptación.

En De Bra (1999) se define una arquitectura de referencia para el desarrollo de los SHA, denominada Arquitectura de los SHA e indica tres modelos: Modelo de Dominio (MD), Modelo de Usuario (MU) y Modelo de Adaptación (MA). El Modelo de Usuario guarda toda la información del usuario. El Modelo de Dominio tiene la estructura de información de los contenidos y cómo se enlazan. El Modelo de Adaptación permite combinar el modelo de dominio y el modelo de usuario para proporcionar la adaptación del sistema; puede estar compuesto por un conjunto de reglas que indican cómo será la adaptación.

En Brusilovsky (1996) se indica que los SHA construyen un modelo de metas, preferencias y conocimientos de un usuario y usa esta información para la adaptación. Los usuarios con diferentes conocimientos y metas estarían interesados en información diferente. Por ejemplo, un usuario con escaso conocimiento sobre un tema puede necesitar leer más acerca de información de tipo introductoria. Esta situación no sería interesante para un usuario

experto. La selección de la información adecuada para cada usuario, en el tiempo adecuado, es una tarea que involucra al modelo de usuario, modelo de contenido y el modelo de adaptación.

Brusilovsky (2003) propone una arquitectura para el *e-learning* adaptativo denominada árbol del conocimiento, basada en la distribución de actividades de aprendizaje inteligentes y reusables. El objetivo de esta arquitectura es cerrar la brecha entre los modernos enfoques educación basada en *Web* y las tecnologías hipermedia adaptativa.

La arquitectura de árbol del conocimiento es una arquitectura para sistemas *e-learning* basados en la distribución de actividades de aprendizaje inteligentes y reusables. Esta arquitectura surge como consecuencia del éxito de los sistemas de gestión de cursos (*course management systems, CMS*) y pretende dar un apoyo a los profesores y estudiantes en el *e-learning*. Esta compuesta por tres capas: servidor de actividades, portales de aprendizaje y servidor del modelo del estudiante.

El servidor de actividades es el componente de la arquitectura que está centrado en los contenidos reusables y los servicios.

Un portal de aprendizaje es un componente de la arquitectura que se centra en el curso. Tiene dos aspectos a considerar: el primero, permite a los estudiantes trabajar con las herramientas y contenidos que están distribuidos en la *Web*. El segundo, permite a los profesores acceder a la información del curso.

El servidor del modelo del estudiante es el componente que se enfoca en un estudiante de forma individual. Los datos que provienen del portal y de cada actividad proveen información acerca del estudiante para adaptar el portal y las actividades que pueden ser personalizadas.

La arquitectura del árbol del conocimiento, permite a los profesores desarrollar el curso usando el portal y el servidor de actividades. También admite a los estudiantes trabajar mediante el portal del curso, interactuando con muchas actividades de aprendizaje provistas por el servidor, además realiza el monitoreo y la adaptación en el contexto distribuido.

Wu et al. (2000) sostienen que un SHA está formado principalmente por tres componentes: Modelo del Dominio, el Modelo del Usuario, y el Modelo de Adaptación. El Modelo del Dominio se encarga de almacenar y estructurar el conocimiento que se desea transmitir. El Modelo de Adaptación adecua dichos contenidos, teniendo en cuenta el modelo de usuario, y se modifica cuando el usuario interactúa con el sistema a partir de la información que le proveen los otros dos modelos.

En Wu et al. (2000) se detalla un modelo de referencia de arquitectura para aplicaciones hipermedia adaptativa: AHAM (***A**ddaptive **H**ypermedia **A**pplication **M**odel*), el cual es una extensión del modelo Dexte. La arquitectura de AHAM tiene 3 componentes: modelo de dominio, modelo de usuario y modelo de adaptación. El modelo de dominio describe la estructura de la información que forma parte de los contenidos. El modelo de usuario representa las preferencias, conocimientos, metas, historia de navegación y otros aspectos

relevantes del usuario. El modelo de adaptación consiste de un conjunto de reglas.

En Specht (2000) indica que los modelos psicológicos de enseñanza tienen tres fuentes de conocimiento: profesores expertos, profesores que conocen cómo enseñar el tema y profesores que construyen el modelo de conocimiento de los estudiantes o grupo de ellos. Los profesores expertos en el tema son aquellos que conocen los conceptos del dominio y su interrelación, son capaces de criticar soluciones de ejercicios, responder preguntas, etc. Los profesores que conocen cómo enseñar el tema son aquellos que utilizan estrategias para enseñarlo y determinan cuándo utilizar un material de enseñanza o método de presentación. Por último, los profesores que construyen el modelo de conocimiento de los estudiantes son aquellos que adaptan sus métodos de enseñanza a los diferentes estudiantes o grupos de ellos.

También, Specht (2000) describe el modelo de dominio, los conceptos del dominio, sus interrelaciones y dependencias. El modelo pedagógico contiene las estrategias pedagógicas y el diagnóstico del conocimiento. El modelo del estudiante almacena las preferencias del mismo y los conceptos del dominio que han sido trabajados por ese estudiante.

Los investigadores que trabajan en *e-learning* adaptativo indican que se debe trabajar con arquitecturas basadas en componentes distribuidos. Sobre este tema existen dos enfoques para modelar el usuario: arquitectura basada en componentes centralizados y descentralizados (distribuidos). El enfoque

descentralizado se basa en agentes y el centralizado se basa en modelo de servidores (Brusilovsky et al. 2005).

Para Sanz et al. (2006) la arquitectura típica de los SHA está conformada por: modelo de dominio, modelo de usuario, interfaces y modelo didáctico. El dominio pedagógico y recursos didácticos se almacenan en el modelo de dominio. El conocimiento del estudiante, las preferencias, y las características generales del estudiante se almacenan en el modelo de usuario. La interface es la que permite la interacción entre el usuario y el sistema. El modelo didáctico actúa antes de que los eventos sean enviados por medio de la interface y colabora con el dominio pedagógico y el modelo de usuario para personalizar las respuestas según las características de cada estudiante.

La arquitectura de los SHA generalmente se divide en dos partes: el lado del servidor y el lado del cliente. El lado del servidor genera el modelo de usuario, este modelo de usuario en combinación con el modelo de contenidos, se utilizan para realizar la toma de decisiones sobre la personalización y decide el tipo de adaptación que se le comunicará al usuario mediante la interface (Frías-Martínez et al. 2005).

En Weibelzahl (2002) indica que la arquitectura básica de un SHA está compuesta por 3 componentes: modelo de usuario, modelo de dominio y modelo de interacción. El modelo de usuario tiene las características del mismo. El modelo de dominio es la base para las inferencias y la adaptación. El modelo de interacción maneja el dialogo entre el usuario y la aplicación

La IEEE¹⁶ tiene un grupo denominado LTSA¹⁷ que trabaja en tópicos de arquitectura, pero sus resultados son modelos más conceptuales (Sanz et al. 2006).

Según avanzan las aplicaciones de los SHA se van agregando módulos en algunos sistemas, esto ocurre porque las funcionalidades en los sistemas se han incrementado. El avance de los procesos de estandarización en las tecnologías de aprendizaje proponen nuevos modelos de comunicación entre diferentes sistemas de aprendizaje, por lo cual dichos sistemas pueden intercambiar recursos de aprendizaje.

2.3.1.1 Modelo de Usuario

Los SHA construyen un modelo de usuario que considera las metas, preferencias y conocimiento de cada usuario de forma individual, y utiliza este modelo para realizar la adaptación. Un estudiante al utilizar un SHA puede tener una presentación que se adapte a sus conocimientos sobre el tema objeto de estudio y el sistema le sugiere los enlaces más relevantes para su estudio (Brusilovsky 2001).

Hasta 1996 las características de los usuarios consideradas fueron: metas, conocimiento, experiencia y preferencias. Desde 1996 esas características se modelaron y usaron para realizar las decisiones sobre la adaptación de los

¹⁶ *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

¹⁷ *Learning Technology Systems Architecture*

nuevos sistemas, porque son significativas y sencillas de usar. Brusilovsky (2001) adiciona dos características: intereses del usuario y rasgos.

Anteriormente, los intereses eran la segunda característica después del conocimiento que debían ser modelados. Esta situación ha cambiado con el desarrollo de los sistemas de recuperación de información en *Web*, porque intentan modelar los intereses del usuario y usarlos para buscar la información permitiendo mejorar las recomendaciones que se le hacen al mismo. Algunas características de los sistemas de recuperación de información en *Web* también son populares en los sistemas de información *on-line*, por ejemplo en los kioscos virtuales, enciclopedias digitales y guías de museo. En estos sistemas los intereses del usuario son utilizados para realizar las recomendaciones relevantes (Brusilovsky 2001).

Sobre el modelado existen varios interrogantes, entre ellos se tiene las realizadas en Parcus (2000):

- ¿Qué es un modelo? Es una representación abstracta de la realidad.
- ¿Qué es el modelado de usuario? Es un proceso que cubre el ciclo de vida de un modelo de usuario: adquisición de datos (conocimientos sobre el usuario), construcción, actualización, mantenimiento y la explotación del modelo de usuario.

- ¿Qué es un modelo de usuario¹⁸? Es el usuario, representado como una colección de datos.
- ¿Por qué se necesita un modelo de usuario? Porque los usuarios son diferentes y por lo tanto se deben tratar de forma distinta en el sistema. Ellos tienen diferentes antecedentes, diferentes conocimientos sobre un tema, diferentes preferencias y objetivos e intereses. Un modelo de usuario se necesita para personalizar y dar respuestas individuales a cada usuario.

Adicionalmente, se necesita para asistirlo durante su aprendizaje en el tema en particular, ofrecerle información ajustada a sus necesidades, ayudarlo a encontrar la información requerida, proveerle de una retroalimentación sobre su conocimiento y asistirlo en el uso del sistema.

La información para inicializar y actualizar el modelo de usuario se puede obtener de varias formas: realizando preguntas al usuario y observando la interacción con el sistema. Las preguntas pueden cubrir tópicos de conocimiento, intereses, preferencias, experiencias, etc. La interacción con el sistema puede incluir entre otros aspectos la habilidad de responder los test. La combinación de las técnicas anteriores permite adquirir la mayor información posible sobre el usuario (Parcus 2000).

¹⁸ En algunas aplicaciones, el modelo de usuario se denomina modelo del estudiante y está conformado por: conocimiento procedimental, conocimiento conceptual, rasgos e historia.

En Vélez (2007) expresa que el modelo de usuario en los SHA se encarga de almacenar la información del usuario y con ello crea valores para cada uno de los aspectos que permiten construir el modelo. El modelo se usa para proporcionar al usuario los contenidos o recursos que se adaptan a sus características.

Un modelo de usuario según Wahlster (1989) es una fuente de conocimiento que contiene suposiciones sobre las características del usuario que pueden ser importantes para el comportamiento del sistema.

Una particularidad de los SHA es su modelo de usuario, el cual representa información relevante acerca de cada individuo. Por ejemplo, cuando un usuario busca información relevante, el sistema puede adaptar su selección y proveerle los ítems más relevantes. Según Brusilovsky y Millan (2007) un modelo de usuario se estructura en tres dimensiones: ¿Qué se modela?, ¿cómo se modela? y ¿cómo se mantienen los modelos?. Además, existen dos enfoques para modelar: superposición (*overlay*)¹⁹ y el basado en la incertidumbre.

Para crear y mantener el modelo de usuario actualizado se utilizan varias fuentes de información que incluyen las interacciones del usuario con el sistema y también se puede requerir información directamente al usuario. El modelo de usuario y la adaptación son dos partes estrechamente relacionadas, es decir, la cantidad y naturaleza de la información representada en el modelo

¹⁹ Los modelos *overlay* tratan el conocimiento del estudiante como un subconjunto del conocimiento de un experto.

de usuario dependerá de la clase de adaptación que el sistema deba realizar (Brusilovsky y Millan 2007).

Los SHA han evolucionado y explorado nuevas orientaciones. La gran abundancia de contenidos disponibles y la creciente popularidad de estos sistemas han alentado investigaciones sobre modelos de usuario educacionales muy interesantes.

En las *Web* adaptativas se puede distinguir modelos que representan las características del usuario individuales hasta modelos que representan el contexto de trabajo del usuario. Según Brusilovsky y Millan (2007) se tienen cinco enfoques populares y útiles para tratar las características individuales del usuario: conocimientos del usuario, intereses, metas, experiencia y rasgos individuales.

El conocimiento del usuario es dinámico, es decir, es una característica cambiante. El conocimiento puede incrementar o decrementar de una sesión a otra o en la misma sesión. Por lo tanto, los SHA reconocen los cambios de conocimiento del usuario y actualizan su modelo de usuario.

Los intereses son una parte importante del perfil del usuario, los SHA pueden recuperar y filtrar de los grandes volúmenes de información aquella que es interesante para el usuario. Anteriormente, no se le daba importancia a los intereses del usuario, esta situación ha cambiado en los últimos diez años, los intereses están en competencia con los conocimientos y conforman una característica importante para ser modelada en los SHA. Este cambio lo ha suscitado el rápido y creciente volumen de información. Los nuevos tipos de

información orientada a los SHA, tales como enciclopedias, almacenamiento electrónico o guías de museo, entre otros, indican que el acceso a la información es impulsado principalmente por el interés del usuario.

Los objetivos o metas representan el propósito del usuario para trabajar con los SHA. En Brusilovsky y Millan (2007) indican que dependiendo de la clase de sistema, pueden ser: objetivo de trabajo (aplicaciones), necesidad de información inmediata (acceso a sistemas) o un objetivo de aprendizaje (sistemas educativos). En todos los casos citados anteriormente, los objetivos van dirigidos para guiar al usuario a encontrar la información que le permite satisfacer sus metas. Los objetivos cambian de una sesión a otra o dentro de la misma sesión de trabajo.

La experiencia previa del usuario es importante para el sistema, por ejemplo la profesión, las funciones que tiene en su actividad profesional, entre otras. Esta información la utiliza el sistema para proveer al usuario de una vista específica de su dominio.

Los rasgos individuales permiten definir al usuario. Por ejemplo, rasgos de personalidad (introvertido/extrovertido), estilos de aprendizaje entre otros. El estado afectivo es una dimensión importante que merece ser tratada separadamente.

Las características anteriores son dominantes en los modelos de usuario de los sistemas adaptativos *Web*. Los modelos basados en características permiten modelar las características individuales de cada usuario, tales como: conocimientos del usuario, intereses, metas, experiencia y rasgos individuales.

Durante la interacción del usuario con el sistema estas pueden cambiar. El objetivo de los modelos basados en características es guiar y actualizar el estado del mismo.

Henze (2000) expresa que el modelo de usuario almacena información de cada usuario. Se distingue dos tipos de enfoque para el modelado de usuario: *overlay* y estereotipo. Por *overlay* se entiende el estado del conocimiento del usuario, el cual es descrito como un subconjunto de los conocimientos del experto en un dominio. La carencia de conocimientos del estudiante se deriva por comparación con los conocimientos del experto. En cuanto al enfoque del estereotipo clasifica al usuario en clases, es decir, los usuarios que pertenecen a una determinada clase se supone que tienen las mismas características

Según Berkovsky (2006) los crecientes servicios de personalización, la heterogeneidad de contenidos y la explotación de los modelos de usuario, aumentan la necesidad de mecanismos que permitan agregar modelos de usuario de otros servicios. De esta forma un mecanismo permitiría el reuso de los modelos de usuario de forma parcial en múltiples servicios que lo necesiten.

Los servicios de personalización ofrecen información precisa a los consumidores y requieren de la elaboración de modelos con sus preferencias, intereses y necesidades. Estos datos se almacenan en el modelo de usuario. La calidad de los servicios de personalización dependen de las características y de la riqueza de los modelos de usuario, diferentes servicios pueden ser beneficiados de las bondades de otros modelos de usuario, mediante la

importación y agregación parcial de los modelos de usuario. Para lograrlo se debe hacer mediación parcial de los modelos de usuario (Berkovsky 2006).

La mediación de los modelos de usuario mejora varios aspectos. El primer aspecto se refiere a la naturaleza comercial en el mundo actual de la información. Debido a la competencia, los servicios de personalización por lo general no cooperan, no comparten parcialmente sus modelos de usuario. Un segundo aspecto es la privacidad del usuario. Modelos de usuario parciales construidos por los servicios pueden contener datos privados de los usuarios que no deben ser revelados a otros. El tercer aspecto es la heterogeneidad de la información contenida en el modelo de usuario. Un cuarto aspecto es la incompleta información contenida en el modelo de usuario. Cada servicio se refiere solamente a su específico dominio de aplicación. La carencia de estándares impone diferentes técnicas de personalización, resultando servicios de personalización con distintos modelos.

Según Berkovsky (2006) para proveer la personalización cada servicio extrae los datos requeridos de un modelo de usuario central y posteriormente actualiza ese modelo. Esta centralización posee un problema que los investigadores tratan de resolver mediante el uso de agentes que permitan compartir y gestionar parcialmente los modelos de usuario.

Las características de la personalización se está popularizando e integrando en varios sectores, por ejemplo en *e-learning*, e-comercio, planificación de viajes, etc. Actualmente los usuarios interactúan con un gran número de sistemas personalizados, de esta forma se tiene una gran oportunidad de adquirir un

amplio conocimiento acerca de los usuarios y proveerles una mejor adaptación (Carmagnola y Cena 2006).

En Berlanga y García (2004) dice que el objetivo del modelo de usuario es representar la relación de cada individuo con el conocimiento que se le desea transmitir. Para conseguir dicho objetivo almacena y estructura asuntos importantes de cada usuario, entre ellos se tienen las preferencias, intereses, conocimientos e interacciones y se utilizan para realizar la adaptación.

Los tipos de modelo de usuario según Gaudioso (2002) son:

- Modelos individualizados o por estereotipos.
- Modelos contruidos con información extraída explícitamente del usuario o modelos generados mediante el comportamiento del usuario.
- Modelos a corto o largo plazo, dependiendo del tiempo de vigencia de la información que se guarde en el modelo.
- Modelos estáticos o dinámicos.

La representación del modelo de usuario puede ser según el mismo autor:

- Representación explícita: utilizan reglas e incorporan el conocimiento declarado previamente.

- Representación implícita: para que el sistema aprenda de forma autónoma utiliza las interacciones del usuario con el sistema.
- Representación híbrida: es la combinación de los anteriores.

Los métodos para representar el conocimiento en el modelo de usuario según Gaudioso (2002) son:

- Modelo *Overlay*: Representa el conocimiento del estudiante como un subconjunto del conocimiento del experto en el área objeto de estudio.
- Modelo diferencial: Clasifica el conocimiento en nociones que el estudiante conoce y las que debería conocer.
- Modelo de perturbación: Expresa que el estudiante tiene conocimiento en cantidad y calidad diferente al de un experto.
- Modelo de Estado vs Proceso: Presupone el proceso a seguir según el estado actual del estudiante para consultar un material.

2.3.1.2 Modelo de Contenido

El centro de muchos SHA es el conjunto de conceptos pertenecientes a un dominio que se desea transmitir. Estos conceptos se denominan de forma distinta en los sistemas: tópicos, elementos de conocimiento, objetos,

resultados de aprendizaje, contenidos. Dependiendo del dominio y del área de la aplicación los conceptos se pueden representar como grandes o pequeñas piezas del dominio del conocimiento.

Un modelo de dominio o de contenido puede tener un conjunto de conceptos independientes, o puede poseer conceptos relacionados con otros, formando una clase de red semántica (Brusilovsky 1994). Los sistemas educativos suelen utilizar requisitos previos que están vinculados al concepto, para avanzar en otro concepto se necesita haber conocido el previo.

Un SHA educativo es una aplicación dinámica basada en *Web*, la cual provee un ambiente de aprendizaje a la medida de sus usuarios, adaptando la navegación y la presentación a través de los contenidos de aprendizaje. La aplicación está constituida por recursos que poseen objetivos de aprendizaje y se interrelacionan para facilitar el proceso de aprendizaje. Los recursos se diseñan en base a reglas pedagógicas, que combinan el modelo de dominio de contenidos con el modelo de usuario (Brusilovsky 1994).

Según Wu (2001) un modelo de dominio en un SHA es un conjunto de conceptos y sus relaciones. Los conceptos son objetos con identidad propia y representan una abstracción de la información. Pueden ser atómicos o compuestos.

El modelo de contenido tiene como objetivo estructurar el conocimiento que se desea transferir. Los contenidos se deben organizar, estructurar y clasificar; además determinar su granularidad, es decir, el nivel de descomposición de los

mismos. Hay una gran variedad en la forma de estructurar los contenidos y de organizarlos en una red conceptual (Castells y Macías 2002)

La constitución del dominio de conocimientos se puede definir utilizando estructuras hipermediales que permiten definir nodos, relaciones entre nodos y sus atributos. Se puede relacionar cada nodo con un documento o varios documentos asociarse a un nodo. También, se pueden asociar varios fragmentos²⁰ a un nodo. La diferencia entre nodo y fragmento radica en que el primero se presenta completamente al usuario y los fragmentos se unen para formar un documento a presentar (Carro 2001).

En Gaudioso (2002) indica que el modelo de contenidos contiene la red conceptual que define el tutor con los contenidos del curso, considerando un concepto como cualquier unidad de información que el profesor cree interesante para guiar al estudiante.

2.3.1.3 Modelo de Adaptación

El modelo de adaptación tiene la descripción de la funcionalidad adaptativa del SHA. Esto incluye la adaptación del contenido, los enlaces y las actualizaciones al modelo de usuario. Por lo general, la adaptación se hace a través de reglas que especifican qué y cómo se debe mostrar y comportar los elementos del SHA, considerando el modelo de usuario (Berlanga y García 2004).

²⁰ Es una parte de la información.

Según Wu et al. (2000) existen dos niveles para controlar la adaptación: el nivel autor y el nivel sistema. En el primero, un individuo define y especifica las reglas de adaptación que se utilizarán en sistema. En el segundo, el sistema se encarga de ejecutar las reglas definidas en el nivel de autor.

El contenido, la estructura y la presentación son elementos importantes en los SHA. Estos elementos se tratan separadamente en las aplicaciones adaptativas. El contenido está constituido por piezas de información. La estructura se refiere a la organización del contenido. La presentación es la visualización del contenido (Parcus 2001).

Los SHA adaptan la información presentada a los usuarios según sus preferencias, conocimientos e intereses. Este proceso de personalización incluye cambios en la selección de las piezas de información que son apropiadas para el grado de conocimiento de cada usuario. El sistema puede adaptar las ayudas, los mensajes de error, las tareas que ofrece al usuario, contenidos, etc.

Según Brusilovsky (1996) hay dos tecnologías para la adaptación: adaptación de presentación (nivel de contenido) y soporte a la navegación (nivel de enlaces).

Para Patterno y Mancini (1999) la adaptación puede ser:

- Adaptación de contenido, se refiere a la selección de información diferente, dependiendo del estado del modelo de usuario, es decir,

para un experto la información presentada es distinta que para un aprendiz.

- Navegación adaptativa, cambia la apariencia de los enlaces, la cantidad y el orden en que deben ser presentados.
- La presentación adaptativa, muestra diferentes diseños para la interface de usuario.

Los servicios de multimodelo hipermedia adaptativo combinan modelos de información del estudiante y el contenido de aprendizaje, es decir, cuál es la información que se debe dar a un determinado estudiante para ofrecerle la personalización en el tema que es objeto de estudio.

El modelado del usuario es necesario para la adaptación, se basa en el comportamiento del mismo y trabaja con los antecedentes del usuario, tal como su experiencia, conocimiento y objetivos. El modelo de adaptación define cómo el modelo de usuario es actualizado y la adaptación se hace utilizando la información del modelo del usuario y el modelo de dominio. Hay diversas formas de expresar la funcionalidad en el modelo de adaptación. Una de ellas es el mecanismo de reglas para expresar las estrategias de adaptación (Wu 2002).

Según De Bra (1998), existe una diferencia entre los conceptos adaptatividad y adaptabilidad. Una aplicación es adaptable si la adaptación la establece de forma directa el usuario. La aplicación es adaptativa si es capaz de producir la adaptación por ella misma, mediante la observación del comportamiento del

usuario. También Brusilovsky (2001) indica que se deben adaptar los niveles de contenido y los enlaces que se van presentando sobre esos contenidos.

Okamoto et al. (2001) indica que debe definirse el modelo del estudiante a partir del grado de conocimientos, habilidades meta cognitivas, estilos de aprendizaje. Estas características se consideran importantes para el modelo de adaptación. Papanikolaou et al. (2002) expresan que la adaptación se debe realizar en base al nivel de conocimientos y al estilo de aprendizaje.

Un SHA describe cómo se puede realizar la adaptación a través de su modelo de adaptación (MA), esto incluye la adaptación de contenido, adaptación de enlaces y actualización del modelo de usuario. El MA se puede definir como un conjunto de reglas que permiten la conexión entre el modelo de usuario (MU) y el modelo de contenidos (MC), de esta forma se realiza la presentación al usuario (Wu et al. 2001).

Las aplicaciones con los SHA abarcan dominios muy diversos entre los cuales e tienen: sistemas tutoriales inteligentes, catálogos electrónicos, sistemas de recomendación, etc. En todos ellos la función de adaptación trabaja en base al modelo del usuario.

Los SHA utilizan técnicas en el proceso de la adaptación. En la personalización que realiza el sistema se considera la presentación del contenido, el contenido mismo, los enlaces en la navegación, etc. Según Gaudioso (2002) existe un conjunto de pasos a cumplir para la personalización en cualquier SHA, que son:

1. Adquirir datos: Se identifica la información acerca de las características del usuario y de su interacción con el sistema, información del entorno del usuario, información sobre las destrezas del usuario en la tecnología.
2. Representar la inferencia en los modelos: Se representa el contenido del modelo de usuario, para posteriormente preparar ciertas inferencias acerca de usuarios y/o grupos, su comportamiento y su entorno.
3. Realizar las tareas de adaptación: Se genera la adaptación basándose en el modelo del usuario. La adaptación abarca aspectos del contenido, la presentación, la estructura y recomendaciones.

Según Papanikolaou et al. (2003) el proceso de la adaptación pasa por cuatro estados:

1. Iniciativa: se refiere a la decisión de sugerir la adaptación.
2. Propuesta: alternativas de adaptación.
3. Decisión: es la selección de una o más alternativas.
4. Ejecución: realización de la adaptación.

2.3.2 Métodos y Técnicas

Para lograr la adaptación se utilizan diferentes métodos y técnicas. Un método está definido a nivel conceptual. Según Brusilovsky (1996b) los métodos de adaptación son una abstracción de las técnicas adaptativas. Una técnica está definida por la representación de un modelo de usuario y el algoritmo de adaptación. Un método de adaptación se puede implementar con diferentes técnicas y las técnicas se pueden usar para implementar más de un método (Parcus 2001).

Según Brusilovsky (1996b) se tienen métodos y técnicas para la presentación y la navegación adaptativa. En Parcus (2001) indica que hay métodos y técnicas para el contenido adaptativo, la navegación adaptativa y la presentación adaptativa. A continuación se explican cada una de ellas:

El contenido adaptativo tiene por objetivo la adaptación a nivel de contenido, permitiendo incrementar la usabilidad de los usuarios con diferentes conocimientos y experiencias.

Los métodos para el contenido adaptativo incluyen:

1. Contenido adicional: Consiste en mostrar solamente la información relevante para el usuario según sus niveles de conocimiento, metas y preferencias. Se utilizan explicaciones adicionales, pre-requisitos y explicaciones comparativas.

2. Contenido variante: Consiste en mostrar una parte de la información y ocultar otra según las características del usuario.

Las técnicas para el contenido adaptativo son:

- Texto condicional. La información relevante a un concepto se divide en trozos (se asocia una condición a cada uno). El sistema presenta sólo aquellos trozos para los que la condición se cumple.
- Texto expansible. Algunas palabras se expande con texto explicativo, de esta forma cuando se selecciona una palabra marcada, ésta se reemplaza por texto relacionado, contrayendo o expandiendo así la información.
- Variantes de páginas. Se dispone de variantes de la misma página que se seleccionan de acuerdo al conocimiento o características del usuario.
- Variantes de fragmentos. Una página consta de varios conceptos por lo tanto se dispone de variantes para cada concepto, el usuario obtiene aquéllas que se ajusten mejor al conocimiento que tiene de cada concepto. Esta técnica, al igual que la anterior, se puede combinar con variantes de páginas y sólo puede ser empleada en el método explicaciones variantes.
- Técnica basada en marcos. La información relativa a un concepto se almacena como un marco, los cuales contienen variantes de la

explicación. Las reglas de presentación se crean a partir del conocimiento del usuario u otras características del mismo.

La navegación adaptativa tiene por objetivo guiar al usuario a encontrar un camino óptimo hacia el material de aprendizaje.

Los métodos para la navegación adaptativa incluyen:

1. Guía global: se utiliza para ayudar al usuario a encontrar el camino más corto hacia la información que busca, esto lo logra sugiriendo al usuario en todo momento qué enlaces debe seguir. Además, ordena los enlaces de acuerdo a su relevancia
2. Guía local: trata de ayudar al usuario en su navegación, sugiriendo los enlaces más relevantes desde el nodo actual; tomando en cuenta preferencias, conocimiento, y *background*, entre otros.
3. Orientación global: Su objetivo es ayudar al usuario a orientarse, proporcionándole conocimiento sobre la estructura de todo el hiperespacio y su posición absoluta en él.
4. Orientación local. Ayuda al usuario a entender cuáles son los enlaces próximos y a decidir correctamente qué camino seguir.
5. Vistas personalizadas. Para ello presenta un conjunto de enlaces a aquellos hiperdocumentos que son relevantes para un objetivo

Las técnicas para la navegación adaptativa son:

- Ocultación de enlaces: Se restringe el espacio de navegación ocultando, deshabilitando o eliminando enlaces a información no relevante.
- Anotación de enlaces. Añade comentarios que ayudan al usuario durante su navegación.
- Ordenación de enlaces. De acuerdo al modelo de usuario se ordenan los enlaces de acuerdo a su relevancia. Permite implementar los métodos: guía global, guía local, orientación local y vistas personalizadas.
- Guía directa: De acuerdo a modelo de usuario se muestra el siguiente nodo que puede ser visitado por el usuario. Se utiliza en los métodos de guía local y global, así como también vistas personalizadas.
- Mapas adaptativos: Modifica la estructura de los mapas de navegación para cada usuario, de acuerdo a su modelo de usuario. Esta técnica se utiliza en los métodos de guía local, orientación global y orientación local.

La presentación adaptativa tiene por objetivo adaptar el diseño visual según las preferencias y necesidades de cada usuario.

Los métodos para la presentación adaptativa son:

1. Multi-lenguaje: Se refiere a la adaptación del lenguaje preferido por el usuario.

2. Diseños variantes: Se refiere a las alternativas requeridas en la presentación, por ejemplo: colores, tamaños de letras, etc.

Las técnicas para la presentación adaptativa son iguales a las del contenido adaptativo, excepto la de texto expansible. Adicionalmente se tiene la guía de estilos, que consiste en la definición de diferentes guías de estilo que son usadas alternativamente para el diseño variante.

2.4 Tipos de aplicación de los SHA

Según Brusilovsky (2001) los SHA se clasificaban en seis grupos de acuerdo a las áreas de aplicación: sistemas hipermedia educativos, sistemas de información *on-line*, sistemas de ayuda *on-line*, sistemas de recuperación de información basados en hipermedia, sistemas de información institucional y sistemas para gestionar vistas personalizadas.

Los sistemas hipermedia educativos contiene los contenidos del curso. Permiten considerar los factores relacionados con las preferencias de los estudiantes y el proceso de aprendizaje para realizar la adaptación del curso a cada estudiante. Debido al desarrollo de la WWW se ha incrementado la demanda de educación a distancia usando la *Web*, que ha impulsado a realizar investigaciones en este campo.

Los sistemas de información *on-line* permiten a los usuarios con distintos niveles de conocimiento sobre el tema acceder a la información. Estos

sistemas comprenden desde la información disponible en Internet hasta las enciclopedias electrónicas. Se pueden dividir en subgrupos de sistemas especializados, como por ejemplo: las enciclopedias electrónicas, los kioscos de información, los museos virtuales, las guías turísticas, sistemas de comercio electrónico y los sistemas de soporte.

Los sistemas de ayuda *on-line* suministran información apropiada a cada usuario en relación a las aplicaciones concretas, dando ayuda para el uso de dichas aplicaciones.

Los sistemas de recuperación de información basados en hipermedia ayudan a los usuarios en la navegación dándoles los enlaces más apropiados a sus características. Se tienen dos tipos de sistemas: los Sistemas de Recuperación de Información Clásicos (SRIC) y los Sistemas de Filtros de Búsqueda. Los SRIC trabajan en dominios de información cerrados. Los Sistemas de Filtros de Búsqueda, se orientan a trabajar con dominios de información abiertos. Tienen motores de búsqueda convencionales, aplicando distintas aproximaciones de modelos de adaptación para el soporte de la navegación y así dar al usuario la información más relevante.

Los sistemas de información institucional proveen la información requerida por los usuarios dentro de una institución y dependiendo de las labores desempeñadas en la misma.

Los sistemas para gestionar vistas personalizadas permiten acceder a Internet definiendo vistas personalizadas del mismo.

Además de la clasificación realizada por (Brusilovsky 2001) hoy día se tienen otras aplicaciones, como los orientados a la búsqueda, orientados a la navegación y la recomendación adaptativa de servicios de información.

Los sistemas orientados a la búsqueda crean una lista de enlaces para documentos que satisfacen la solicitud de información del usuario. Estos sistemas consideran las palabras claves de la petición y los intereses y preferencias del usuario.

Los sistemas de recomendación adaptativa infieren los objetivos e intereses del usuario mediante su comportamiento en la navegación y le recomiendan una lista de enlaces relevantes para poder alcanzar sus objetivos.

Los sistemas de servicios de información están desarrollados con tecnología basada en agentes. Los agentes monitorean al usuario y hacen sugerencias de acuerdo con sus necesidades de información y su perfil de intereses.

Una de las aplicaciones más populares en el área de los SHA es el sector educativo. En la siguiente sección se describirá este tipo de aplicación.

2.4.1 Educación

La educación ha sido una de las aplicaciones más populares en el área de los SHA. Muchas investigaciones se han realizado en este campo, sobre todo las técnicas y métodos fueron desarrollados en un principio para este tipo de aplicación. Este tipo de aplicación tiene su origen en los sistemas de tutores

inteligentes. Las necesidades de aprendizaje por parte de los estudiantes, sus intereses, conocimientos previos y el gran volumen de información para conocer un tema fue el problema que los SHA intentaron resolver. Utilizando los SHA se puede guiar al estudiante de manera personalizada a conocer un tema, de esta forma se puede lograr un aprendizaje más eficiente.

El volumen de recursos educativos disponibles están cambiando rápidamente. Entre la gran variedad se tienen: tutoriales, libros electrónicos y contenidos disponibles en la *Web* para todo tipo de sector. Actualmente existen repositorios de materiales educativos, como por ejemplo librerías digitales, un conjunto de objetos de aprendizaje que se pueden reutilizar, motores y servicios de búsqueda. La abundancia de recursos ha creado el problema de desorientación en los estudiantes. Entonces surge la pregunta: ¿cómo ayudar al estudiante a encontrar, organizar y usar los recursos de aprendizaje y que satisfagan sus intereses, metas, considerando sus conocimientos actuales? La respuesta es la necesidad de personalizar.

La necesidad de proveer acceso personalizado a la información es una demanda en las aplicaciones educativas. Muchas investigaciones y proyectos exploran un amplio rango de técnicas para personalizar el acceso a la información.

Frecuentemente los estudiantes realizan esfuerzos para encontrar los contenidos relevantes y separarlos de aquellos que no lo son. Sin una guía individual, los estudiantes incrementan las posibilidades de navegación, haciéndolos perder en el hiperespacio. Los métodos utilizados por los SHA

ayudan a los estudiantes a encontrar los recursos de aprendizaje más apropiados a sus características, permitiéndole ser consciente de su proceso de aprendizaje, suministrándole una guía que le indique la secuencia de los recursos de aprendizaje que son adecuados a él. En consecuencia los SHA orientan los pasos a seguir en el aprendizaje (Brusilovsky y Henze 2007).

Los SHA ofrecen el soporte de la personalización para la instrucción, es importante considerar cómo las características y necesidades del estudiante están reflejadas en el diseño del sistema. Los SHA reflejan varias características del estudiante en el modelo del estudiante y aplican este modelo para adaptar aspectos relacionados con el aprendizaje individual. También se debe tomar en cuenta los asuntos relacionados con el diseño de aplicaciones que permitan compartir recursos (Papanikolaou et al. 2003).

Según Papanikolaou et al. (2003) la adaptación se puede ver como un sistema controlado, que generalmente asiste en: la planificación de los contenidos, planificación y presentación de los materiales educativos, ayuda en la navegación al estudiante en el dominio del conocimiento y resuelve problemas.

En Papanikolaou et al. (2003) indican que en el diseño de los SHA educativos se puede considerar varias técnicas, entre las cuales se tienen: la plataforma Web, la tecnología utilizada para la adaptación (currículum secuencial, soporte de navegación adaptativa, presentación adaptativa, etc.). Además, los siguientes elementos constituyen una guía para realizar la adaptación: el dominio de aplicación, las características del estudiante y el marco pedagógico (enfoques y teorías del proceso de enseñanza-aprendizaje).

2.4.1.1 E-learning

Los desarrollos en los SHA han sido impactados por la introducción de la *Web*. Los primeros sistemas fueron experiencias e investigaciones de laboratorio, las cuales exploraron nuevos métodos para usarlos en el contexto educativo. Los SHA recientes proveen un marco basado en *Web*. La cantidad de los SHA desarrollados no indica la madurez en el área sino la demanda de cursos adaptativos en *Web* (Brusilovsky 2000).

Las clases basadas en *Web* en un ámbito educativo en el cual los profesores y estudiantes son capaces de realizar las tareas como si fuera en el aula, tiene como medio para proveer este ambiente a la *Web*. Los profesores diseñan los materiales, deciden el enfoque pedagógico, definen los objetivos de aprendizaje del curso y cómo se conseguirán, asesoran a los estudiantes. Por otro lado, los estudiantes son responsables de su plan, siguiéndolo y evaluando su propio aprendizaje (Papanikolaou et al. 2003).

Al utilizar la *Web* como medio instruccional, se benefician los estudiantes con el uso de las tecnologías. En esta dirección los SHA educativos constituyen un área relativamente reciente (Brusilovsky 2001) que combinan dos enfoques opuestos para asistir el aprendizaje por ordenador: los tutores inteligentes y los sistemas hipermedia. La adaptación permite hacer los ajustes en el ambiente educativo para una diversidad de necesidades de aprendizaje, manteniendo el contexto apropiado para la interacción e incrementando la funcionalidad del hipermedia para realizar la personalización (Papanikolaou et al. 2003).

La personalización en el contexto educativo debe conocer al estudiante y las tareas que son importantes para el aprendizaje, es por esto que la adaptación está influenciada por el modelo del estudiante y el modelo instruccional. El modelo del estudiante representa las características del estudiante que son relevantes para el aprendizaje. Durante la interacción el sistema construye el modelo y lo actualiza continuamente. Para explotar la información provista por este modelo, se necesita determinar las estrategias instruccionales que son convenientes para un estudiante y como ellas pueden soportar el esquema de representación del conocimiento en un ambiente *Web*. Las teorías sobre diseño instruccional, enseñanza para adultos y estilos de aprendizaje son recursos para soportar las decisiones instruccionales (Papanikolaou et al. 2003).

Según Brusilovsky et al. (2004d) los SHA que fueron pioneros, tales como: ELM-ART, 2L670 y KBS-HyperBook han demostrado los beneficios de la adaptación en los cursos basados en *Web*. En la actualidad estos cursos están desarrollados a través de los sistemas de gestión de aprendizaje (*Learning Management Systems, LMS*), tales como: Blackboard o WebCT. Los LMS permiten integrar las actividades realizadas por los profesores y estudiantes durante el proceso *e-learning*.

Los sistemas educativos basados en *Web* y el reuso de cursos estándar forman dos direcciones de investigación en el campo *e-learning*. El reuso de cursos estándar nace por la imposibilidad que se tenía anteriormente de utilizar el material educacional resultante del esfuerzo desarrollado por las comunidades educativas. La solución fue crear bases de datos con los

recursos educativos y reusarlos para nuevos cursos (Brusilovsky y Nijhawan 2002).

Los usuarios en la *Web* tienen diferentes destrezas, aptitudes y preferencias para acceder a la información. Ellos tienen diferentes percepciones del mismo contenido. Esto ha dado como consecuencia los SHA basados en *Web* para capturar y analizar las características de los usuarios, permitiendo utilizar eficientemente el *Web site*. Una gran variedad de los SHA han sido aplicados en el área educativa, permitiendo el *e-learning* (Muntean y McManis 2004).

Los investigadores que realizan sus trabajos en tecnologías *e-learning* adaptativa indican que se deben utilizar arquitecturas distribuidas, basadas en componentes. Este aspecto se enfoca de dos formas: modelado del usuario con una arquitectura basada en componentes centralizada y otra descentralizada. El enfoque descentralizado se basa en agentes y el centralizado se basa en modelo de servidores (Muntean y McManis 2004).

Según Muntean y McManis (2004) los usuarios han tenido experiencias positivas utilizando el *e-learning*, esto se debe a la una gran variedad de tecnologías que le permiten acceder a Internet, brindado la oportunidad de obtener información. Las investigaciones sobre los SHA siguen explorando la personalización en el campo educativo que aseguren experiencias de aprendizaje igualmente positivas.

2.4.1.2 Aspectos motivacionales en el uso de los SHA

La anotación de enlaces adaptativos es una tecnología que permite la navegación adaptativa. Estudios empíricos sobre este tema en el contexto educativo han demostrado que ayudan a los estudiantes a adquirir conocimientos rápidamente, mejoran los resultados del aprendizaje y reducen el tiempo de navegación. En un experimento realizado por (Brusilovsky et al. 2006) descubrieron el valor motivacional de la anotación adaptativa en las clases de QuizGuide. Este es un servicio de hipermmedia adaptativa desarrollado para guiar a los estudiantes en la auto evaluación y su objetivo es incrementar la calidad del aprendizaje. El uso de la aplicación no era obligatorio. Los hallazgos indicaron un incremento notable de la motivación de los estudiantes que trabajaron con esta aplicación. A pesar de estos resultados, ellos siguieron explorando sobre los efectos de la motivación para la notación de enlaces adaptativa con diferentes clases de anotaciones adaptativas y en distintos contextos. Estos estudios confirmaron las observaciones originales.

Acceder a través de la notación de enlaces adaptativa permite a los estudiantes realizar actividades no obligatorias, trabajando con ellas exploran más actividades y trabajan con mayor persistencia. En el estudio sobre el sistema ELM-ART, Brusilovsky et al. (2006) observaron los valores motivacionales. Ellos consideran que los resultados obtenidos son interesantes e importantes porque es emocionante descubrir un nuevo efecto sobre la tecnología. Además, se encontraron que incrementa la motivación del estudiante para interactuar con sistemas no mandatorios y permite que la notación adaptativa venga a ser beneficiosa para las tecnologías educativas.

Según Hsu (2008) para aumentar la motivación en el aprendizaje, es importante ayudar a los estudiantes a seleccionar las lecciones adecuadas que se adapten a sus diferentes intereses.

El material educativo de un SHA basado en la *Web* hace que el aprendizaje sea un proceso impulsado, motivando a los estudiantes a explorar caminos alternativos de navegación a través del conocimiento y dominio de diferentes recursos en todo el mundo. Se necesita atender la heterogeneidad de los estudiantes, respecto a sus intereses, conocimientos, motivación, cultura y experiencia para que ellos sean los responsables de su propio aprendizaje (Huang et al. 2007).

La personalización trae varios beneficios, tal como el incremento del rendimiento en el aprendizaje, mayor disfrute, el aumento de la motivación y la reducción del tiempo de aprendizaje (Kelly y Tangney 2006).

2.4.1.3 Test adaptativo

Los test son una herramienta ampliamente utilizada en la educación superior. Su objetivo es medir los niveles de conocimiento que el estudiante ha adquirido.

Los *test* adaptativos requieren esfuerzos por parte de los profesores, para su construcción. Los profesores deben asegurar que los ítems sean independientes, exista un gran rango de ítems disponibles y con distintos

niveles de dificultad. Existen un número pequeño de sistemas que permiten generar *test* adaptativos (Guzmán et al. 2005).

Según Guzmán et al. (2005) un *test* adaptativo se puede ver como un algoritmo iterativo que comienza con una estimación inicial del conocimiento del estudiante. Comprende los siguientes pasos:

1. De acuerdo a la estimación del nivel de conocimientos del estudiante se presentarán los siguientes temas.
2. Se realizan las preguntas y estudiante las responde.
3. De acuerdo a la respuesta, se realiza una nueva estimación del nivel de conocimientos del estudiante.
4. Se repiten los pasos anteriores (1 al 3) hasta que se cumpla el criterio definido.

La principal ventaja de los *test* adaptativos es que ellos se hacen a la medida de cada estudiante. Esto significa que el número de ítems es diferente para cada estudiante y depende de sus niveles de conocimiento. En consecuencia los estudiantes sentirán muy fácil o muy difícil las preguntas. Además, diferentes conjuntos de ítems son dados a diferentes estudiantes, esto reduce la posibilidad de engañar en la evaluación. Por el contrario este tipo de *test* resulta muy costoso (Guzmán et al. 2005).

Un ejemplo de evaluaciones adaptativas es el QuizGuide, es un servicio de hipertexto adaptativo para la personalización y permite acceder a las auto-

evaluaciones. Esto informa a los estudiantes acerca de su estado actual de conocimientos y objetivos de aprendizaje (Brusilovsky et al. 2006).

Otro ejemplo es el sistema propuesto por (Botella et al. 2006a), se basa en un diccionario de conceptos que forman el curso, una colección de preguntas, un analizador de código y la interacción de los estudiantes del curso con el sistema. Las preguntas se autocorrijen por el sistema mediante un valor o una selección múltiple. Los componentes de este sistema son: material teórico, práctico e interacción de los alumnos. Los materiales teórico y práctico son introducidos por el profesor. La interacción entre el estudiante y el sistema se basa en responder las preguntas, y permite al sistema conocer el nivel del estudiante en cada uno de los conceptos tratados en el curso.

En Botella et al. (2006b) presentan un sistema que permite reforzar el proceso de aprendizaje, sugiriendo al estudiante las preguntas que mejor se adaptan a sus necesidades particulares. La adaptación del refuerzo se hace mediante la consulta sobre un gran número de preguntas. El sistema se basa en tres aspectos: qué quiere repasar, con qué profundidad y cuánto está dispuesto a esforzarse en ese momento.

La evaluación asistida por computador (*Computer Assisted Assessment, CAA*) permite realizar la puntuación a los estudiantes y darles la retroalimentación de acuerdo a sus respuestas, pero no incluye la personalización.

Los avances realizados en procesamiento de lenguaje natural pueden ser favorables para extender el progreso en este campo de la evaluación. Atenea²¹ selecciona al azar las preguntas que el estudiante debe responder hasta que finalice la sesión de evaluación y le determina un tiempo limitado para su respuesta. Recientemente, se ha realizado investigaciones con simples adaptaciones basadas en estereotipos. Sin embargo, esa clase de adaptación fue muy limitada y no permite al sistema hacer dinámicamente la adaptación de la evaluación (Pérez et al. 2006).

Hoy día existe una gran variedad de *test* o *quizes* que son utilizados como herramientas en la educación basada en *Web*. Hay diferentes tipo de *test*: preguntas si/no, selección simple, selección múltiple, completar, etc. También existen dos tipos de algoritmos para el control de las evaluaciones: clásico y adaptativo. La ventaja de los *test* adaptativos computarizados es que cada estudiante recibe un número diferente de preguntas y por lo general es menor que en el test clásico. Hay varias herramientas que permiten realizar test adaptativos y clásicos, entre ellas se tienen: QuestionMark, Webassessor, MicroCAT and FastTEST, SIETTE, Test++, etc. Por otro lado, el *m-learning* (*mobile learning*) y *u-learning* (*ubiquitous learning*) empiezan a emerger como potenciales ambientes educacionales. Actualmente, existen sistemas de evaluaciones que no solamente se utilizan en PC, sino en tecnología móvil (PDA y teléfonos) y otros son específicamente desarrollados para móviles, por ejemplo: Mobile EMT-B *quiz* orientado para dispositivos PDA (Romero et al. 2006).

²¹ Entorno virtual para la docencia.

En general, los sistemas que poseen *test* adaptativos evalúan al alumno para poder determinar su nivel de conocimiento sobre la materia y basan su eficiencia en la adaptación del sistema al ritmo de trabajo del alumno y a los itinerarios de formación elaborados por el profesor o explorados por el sistema.

2.4.2 Sistema de recomendación

El volumen de información se ha incrementado en Internet, esto ha traído como consecuencia dificultades en la búsqueda de información relevante y útil. Los sistemas adaptativos de recomendación, son una clase de SHA, actúan como mediadores entre las fuentes de información y los buscadores de información, así como también consideran los intereses y las necesidades de los usuarios. Estos sistemas regulan el flujo de información hacia los usuarios y direccionan la información correcta para las características específicas del mismo, es decir, personalizan la información y la filtran. Los sistemas adaptativos de recomendación se utilizan en varios sectores: asistencia sanitaria, negocios, educación y entretenimiento, entre otros (Chedrawy y Raza 2006).

Los sistemas adaptativos de recomendación utilizan una variedad de métodos, que van desde los SHA de recuperación de información hasta el aprendizaje por máquinas (inteligencia artificial). Para determinar la relevancia y utilidad de la información con respecto al modelo de usuario se toma en cuenta sus necesidades de información, sus preferencias, intereses, etc. Estos sistemas

consideran que si un ítem²² es relevante para un usuario este es recomendado a él (Chedrawy y Raza 2006).

Los sistemas de recomendación sugieren productos, servicios o fuentes de información a los usuarios. Hay varias formas de encontrar la información que se recomienda:

1. **Sistemas basados en contenido:** El sistema almacena en bases de datos la descripción de cada ítem. El usuario describe el ítem mediante una pregunta o mediante su conocimiento del mismo. Cuando el sistema recibe esta información realiza una comparación entre las descripciones realizadas por el usuario y las que tiene en su base de datos y realiza la recomendación del ítem cuando ambas descripciones concuerdan.
2. **Sistema Colaborativo:** Aquí no se utiliza la descripción del ítem. Se almacena los perfiles de los usuarios. Cuando un usuario en particular hace un requerimiento de información, el sistema compara los ítems que fueron del agrado de usuarios con perfiles similares a el y se los recomienda.

En Plate et al. (2006) expresan que la memoria puede ser una nueva dimensión para los sistemas de recomendación. Muchos de los enfoques de los sistemas de recomendación dependen de la información almacenada acerca del comportamiento que ha tenido el usuario en sus interacciones anteriores con el sistema, por ejemplo; productos comprados, *Web* visitadas, o

²² Puede ser un documento, nuevo ítem, música, película, modulo educativo, lista de tiendas, planificación de actividades, etc.

servicios requeridos. Además esta información es capturada por el sistema sin que el usuario tenga conocimiento de ello.

En la investigación realizada por Plate et al. (2006) concluye que las experiencias del usuario con sus interacciones anteriores con el sistema pueden mejorar el comportamiento de la recomendación de diversas maneras, además con las tecnologías actuales, se deben explorar nuevas posibilidades para la recomendación. Estos investigadores expresan que se debe mezclar los términos recomendación y recuerdos, por ello proponen un paradigma que permita explotar las posibilidades de esta mezcla. El paradigma puede verse como una manera de explotar las posibilidades técnicas de aumentar la memoria de tal manera que se llega a poner la "mente" del usuario en el proceso de recomendación, basándose en los registros de usuarios en el pasado.

Las búsquedas en *Web* y los problemas de navegación requieren de mecanismos inteligentes de recomendación basados en la adaptación sobre las necesidades de los usuarios. Tales mecanismos deben plasmar varios enfoques para filtrar la información. En Popescul et al. (2001) se propone mecanismos que combinan el enfoque de filtro colaborativo con el enfoque de filtro de contenido para realizar las recomendaciones.

El enfoque de filtro de contenido analiza las preferencias del usuario y mide la similitud o diferencia de los ítems suministrados por el usuario con los ítems almacenados para darle una recomendación de la información. El ítem que tenga un alto grado de similitud con las preferencias del usuario es

recomendado. El de colaboración considera los ítems que fueron del agrado de otros usuarios con perfiles similares a él, de esta forma recomienda a ese usuario la información. El enfoque híbrido presenta las ventajas de ambos enfoques: contenido y colaborativo (Pan y Lee 2006).

2.5 Tecnología de los SHA

En esta sección se presentarán algunos ejemplos de los SHA que están en producción, la estructura seguida contempla una explicación del sistema y los modelos que contiene: dominio, usuario y adaptación.

2.5.1 ELM-ART

ELM-ART (*Episodic Learner Model- Adaptive Remote Tutor*) es un sistema que soporta el aprendizaje de programación en LISP utilizando la *Web*. Está basado en el Modelo de Aprendizaje Episódico (*Episodic Learner Model*) que representa el conocimiento procedimental necesario para resolver problemas (Berlanga, 2004). Posee las siguientes características:

Modelo de Dominio

Se utiliza un glosario y un libro de texto electrónico indexado para organizar el contenido.

Modelo de Usuario

Se representa a través de un Modelo del Estudiante en Capas denominado *Multi-Layered Model* que indica el estado de conocimiento del estudiante.

Modelo de Adaptación

Utiliza las siguientes técnicas de adaptación:

1. Anotación de Enlaces (*Link Annotation*).
2. Ordenación de Anotaciones (*Sorting Annotation*).
3. Ayuda en Prerrequisitos.
4. Soporte Inteligente a la Resolución de Problemas.

2.5.2 InterBook

InterBook es un sistema de autor que implementa la arquitectura definida en ELM-ART para construir materiales educativos en línea, los cuales son presentados en un conjunto de libros de texto electrónicos adaptativos sobre el mismo tema. Sugiere la metáfora de un estante, es decir, una colección de libros electrónicos sobre un mismo tema. Para permitir la navegación a los estudiantes por los diferentes textos, Interbook introduce el concepto de navegación a través de glosario. Cada concepto puede ser visualizado como una página. El glosario de la página muestra un concepto y genera automáticamente enlaces a todas las páginas en todos los libros de texto sobre

esa plataforma que están relacionadas con este concepto (Brusilovsky et al. 2004a). Posee las siguientes características:

Modelo de Dominio

Contiene la representación del conocimiento que se desea transmitir. Utiliza conceptos (piezas básicas del conocimiento sobre el dominio). Con los conceptos se forma una red de nodos interconectados mediante enlaces (Berlanga 2004).

Modelo de Usuario

Almacena y estructura el conocimiento de cada estudiante que interactúa con el sistema. Está basado en el *Overlay Student Model* (Berlanga 2004).

Modelo de Adaptación

Utiliza las siguientes técnicas de adaptación:

1. Navegación avanzada.
2. Soporte de Navegación adaptativa.
3. Ayuda basada en prerrequisitos.

2.5.3 AST

AST (*Adaptive Statistics Tutor*) se utiliza para la enseñanza de estadística básica. El sistema monitorea la interacción del aprendiz con los materiales de aprendizaje del curso. La información recopilada durante el monitoreo se utiliza para construir un modelo del estudiante probabilístico. Los estudiantes pueden explorar el currículum o traer las recomendaciones del sistema por cada tema y trabajar los materiales de aprendizaje de acuerdo a las iteraciones previas (Specht et al. 1997). Posee las siguientes características:

Modelo de Dominio

Contiene la descripción de los conceptos a transmitir y las relaciones existentes entre ellos. La estructura del conocimiento se basa en una red conceptual con distintos tipos de unidades de aprendizaje asociadas a los conceptos (Berlanga 2004).

Modelo de Usuario

Almacena las preferencias de cada estudiante y las unidades de aprendizaje que ha estudiado. Se emplea el *Overlay Model* para realizar la adaptación de contenidos, evaluaciones y enlaces.

Modelo de Adaptación

Utiliza las siguientes técnicas de adaptación:

1. Anotación adaptativa de enlaces.

2. Secuencia adaptativa.
3. Evaluación adaptativa.
4. Adaptación de la estrategia de enseñanza predeterminada.

2.5.4 AHA

El sistema AHA (*Adaptive Hypermedia Architecture*) fue desarrollado originalmente para soportar cursos *on line*, bajo el enfoque de software libre. La arquitectura se basa en el modelo AHAM (De Bra et al. 2003).

La aplicación tiene un conjunto de conceptos. El modelo de usuario tiene el nivel del conocimiento del usuario respecto al concepto. El autor define las reglas que permitirán la adaptación y avanzar a otros conceptos. En AHA se tiene: el modelo de usuario, de dominio y de adaptación, que permiten mediante reglas combinar los aspectos del usuario con los del dominio (De Bra et al. 2002).

Con AHA 2.0 se provee versatilidad en el modelado de usuario y las herramientas de adaptación. Este sistema es apropiado para usarlo en diferentes tipos de aplicaciones. La experiencia de (De Bra et al. 2002) utilizando AHA en cursos *on-line* ha demostrado que además de modelado de conocimiento y la funcionalidad de adaptación, también se puede utilizar para proporcionar la adaptación a los aspectos personales de un usuario y sus preferencias. Tiene las siguientes características:

Modelo de Dominio

El conocimiento a transmitir se estructura en conceptos, fragmentos y páginas.

Modelo de Usuario

Está constituido por un conjunto de conceptos, almacenados en una tabla que se modifica cada vez que el usuario navega por el sistema (Berlanga 2004).

Trabaja con el modelo *overlay*.

Modelo de Adaptación

Contiene las reglas de adaptación y utiliza las siguientes técnicas:

1. Fragmentos incluidos condicionalmente.
2. Anotación de enlaces.

2.5.5 KBS-Hyperbook

KBS-Hyperbook permite modelar, organizar y mantener sistemas hipermedia en la *Web*. Este sistema sigue un enfoque de aprendizaje constructivista en donde el proceso de enseñanza se lleva a cabo mediante proyectos, trabajo en grupo y discusiones (Berlanga 2004).

Los libros hipermedia adaptativos personalizan la información acorde a las necesidades de los usuarios. Se consideran sistema hipermedia educativos,

donde los modelos son: cursos, guías del estudiante sobre el curso, materiales de aprendizaje y soporte al estudiante para el acceder la información útil. Dentro de esta categoría se tiene al KBS-Hyperbook, el cual soporta el aprendizaje basado en objetivos. Los usuarios pueden colocar sus propios objetivos de aprendizaje o pueden solicitarlo al sistema. Por cada objetivo, se tienen requisitos previos de conocimientos. Para cumplirlos se muestra un contenido que tiene los elementos necesarios para adquirir el conocimiento que permite satisfacer dicho objetivo (Henze 2000). Las características del sistema son las siguientes:

Modelo de Dominio

Presenta las relaciones entre los conceptos de los cursos. En el repositorio se almacenan metadatos que representan la información relacionada con la estructura y la ruta de acceso a un curso en particular.

Modelo de Usuario: Se basa en el modelo pedagógico de un hiper-libro electrónico.

Modelo de Adaptación: Utiliza las siguientes técnicas de adaptación:

1. Recursos de información adaptativos.
2. Estructura adaptativa de navegación.
3. Generación adaptativa de caminos.
4. Selección adaptativa de proyectos.

2.5.6 TANGOW

TANGOW (*Task-based Adaptive learNer Guidance on the Web*) permite crear cursos adaptativos con soporte *Web*, guiando al estudiante en su proceso de aprendizaje mediante el registro de su interacción con el material de estudio (Berlanga 2004).

Carro (2001) indica que TANGOW genera de forma dinámica los contenidos mostrados a los estudiantes en el curso. El sistema guía y realiza seguimiento a los estudiantes durante su proceso de aprendizaje. La forma de estructurar los contenidos se hace a través de la asociación de uno o varios conceptos a las tareas docentes que el alumno debe realizar. En Gaudioso (2002) se expresa que el docente puede definir un conjunto de reglas que guiaran al alumno a través de los contenidos y de esta forma realizar las tareas docentes del curso. Las características del sistema son:

Modelo de Dominio

Se almacenan todos los fragmentos del contenido del curso, las tareas y reglas docentes.

Modelo de Usuario

Las características del usuario definen su perfil y éste es almacenado en una base de datos para presentar el curso según las reglas definidas.

Modelo de Adaptación

Utiliza las siguientes técnicas de adaptación:

1. Presentación Adaptativa
2. Inclusión adaptativa de fragmentos
3. Secuencia adaptativa del currículo.

2.6 Ejemplos de modelos de los SHA

Parcus (2000) expresa que en la especificación de un modelo se utilizan técnicas formales, semiformales o informales. Las técnicas formales son aquellas cuyo lenguaje de especificación se basa en matemáticas, lógicas o algebra, y en los cuales la sintaxis, semántica y reglas de manipulación están definidas explícitamente. Las técnicas semiformales utilizan diagramas y tablas, con las cuales presentan la información de una forma estructurada. Las técnicas informales son aquellas que solamente utilizan el lenguaje natural.

Según Parcus (2000), en la práctica la mayoría de las especificaciones usan una combinación de dos o tres técnicas. Se han desarrollado varios modelos en el área de hipermedia. Los modelos existentes se dividen en dos categorías: modelo informal-semiformal y modelo formal. Los modelos existentes difieren en sus objetivos.

Los SHA emplean múltiples e independientes modelos con el objetivo de guiar la adaptación, consideran relevantes factores relacionados con el usuario. Un interés de los SHA es crear sistemas capaces de escalar y migrar a través de dominios y aplicaciones. También, Parcus (2000) expresa que la primera generación de sistemas con multimodelos adaptativos utilizó modelos independientes que se pueden combinar y reusar.

El uso de herramientas de comunicación síncronas puede ser la solución para conectar estudiantes y profesores. Los ambientes de aprendizaje colaborativos síncronos tienen un conjunto restringido de herramientas para la comunicación entre los usuarios. En Raymond et al. (2005) proponen un sistema de gestión para contenidos y comunicación (*Content and Communication Management System, CCMS*) para estructurar actividades de colaboración síncronas dentro de un grupo distribuido de estudiantes. Este modelo representa las comunicaciones síncronas y organiza las interacciones de una forma adecuada para las redes orientadas a la implementación y al desarrollo de estrategias pedagógicas.

Las tecnologías permiten ayudar en el aprendizaje individual, desarrollando estrategias adaptativas para realizar actividades de aprendizaje síncrono y asíncrono.

A continuación se describen algunos modelos utilizados en el área de los SHA.

2.6.1 Modelo GLAM

GLAM (*A Generic Layered Adaptation Model*) es un modelo para la adaptación y se puede usar para crear diferentes aplicaciones, en diferentes dominios. Se ha introducido la capa de modelo de reglas. Las reglas de adaptación pueden usar los datos relativos a las preferencias de los usuarios y su dominio de conocimiento.

Las reglas pueden ser complejas y numerosas lo que trae fuertes problemas de mantenimiento, o pueden ser simples lo cual ofrece a veces limitaciones en la adaptación. Los intereses y conocimientos de los usuarios influyen en la adaptación. El dominio del que proviene el estudiante ayuda a seleccionar los diferentes tipos de documentos que se le deben mostrar. GLAM incluye una capa de reglas acorde a la naturaleza de la meta data del usuario que se utilice (Jacquiot et al. 2006).

La capa de reglas de adaptación puede adaptar el comportamiento de diferentes aspectos del usuario: preferencias, conocimientos y objetivos. Las reglas en los SHA son una mezcla de diferentes aspectos.

El mantenimiento del sistema de reglas puede ser tedioso. Para resolver este problema, Jacquiot et al. (2006) idearon el concepto de “adaptar la adaptación” acorde a las características del usuario. Para ello utilizaron los datos del usuario y del dominio, es decir, la relación entre el dominio y el conocimiento. Describieron diferentes estrategias de adaptación. Por ejemplo las características del usuario están en un meta nivel. Estas características son independientes del dominio y se pueden reutilizar en otros dominios. Un

conjunto de meta reglas utiliza las características del usuario para seleccionar las reglas base de la adaptación, las cuales permitirá proveer la adaptación a ese usuario.

2.6.2 Modelo ASHDM

La idea de este modelo se basa en “*Reference Metamodel for Adaptive Hypermedia Systems*”, el cual considera la separación de lo conceptual, la navegación y la presentación. Además utiliza los tres modelos: Modelo de Dominio, Modelo de Usuario y Modelo de Adaptación propuesto por AHAM (*Adaptive Hypermedia Application Model*).

La integración de los modelos no está bien definida según Seefeldt de Assis et al. (2006), consideran que la integración de los dominios se puede hacer mediante el modelo de navegación. El modelo conceptual se considera que puede ser definido como cualquier ontología de la *Web* semántica. La interface del modelo representa la interacción entre el usuario. El modelo de adaptación utiliza las reglas: PRML (*Personalization Rules Modeling Language*).

2.6.3 Modelo AHAM

El modelo AHAM (*Adaptive Hypermedia Application Model*) describe las características de las aplicaciones hipermedia adaptativa a nivel conceptual y no de implementación. Utiliza una terminología educativa, pero puede ser aplicado en otros campos. Los aspectos claves según Wu (2002) son:

- La adaptación está basada en un modelo de dominio, un modelo de usuario y un modelo de enseñanza.
- Se distingue entre concepto y páginas.
- Provee de un formalismo para que el autor escriba las reglas pedagógicas.
- Diseñado para hacer fácil las tareas de autor.
- Construye el modelo de usuario a partir de las características de navegación, además incluye fuentes externas, tales como un *test*.

Este modelo divide una aplicación adaptativa en cuatro partes:

1. Modelo de dominio: Describe la estructura del dominio de la aplicación, nivel conceptual y nivel de información
2. Modelo de usuario: Describe los conocimientos del usuario en el dominio.
3. Modelo de enseñanza: Describe las reglas pedagógicas que guían al usuario por el modelo de dominio.

4. Motor adaptativo: Es el ambiente de software utilizado para construir y adaptar el contenido y los enlaces.

En AHAM al igual que en otros sistemas, el modelo de adaptación depende de reglas del tipo condición-acción. Estas reglas proporcionan la adaptación con el modelo de usuario y lo actualiza (Jacquiot et al. 2006).

2.6.4 Modelo GAM

El *Generic Adaptivity Model* (GAM) está basado en el concepto de máquina-estado, provee un modelo general para el motor de adaptación, que puede ser usado modularmente para la adaptabilidad de variadas aplicaciones. Incluye las técnicas *push* y *pull* en forma de reglas y preguntas. Esto permite al diseñador de sistemas adaptativos tomar las mejores decisiones sobre qué se debe almacenar en el modelo de usuario. Los componentes principales del modelo son la descripción de la adaptación y el modelo del usuario. A continuación se indican las características del modelo según Vriezeet et al. (2004):

- Descripción de la adaptación: Contiene la descripción del motor de adaptación.
- Modelo de interface: Describe los eventos y las preguntas disponibles para la descripción de la adaptación.

- Modelo de dominio: Es la fuente por medio del cual se determina el modelo de usuario.

- Modelo de adaptación: Especifica el comportamiento dinámico del motor de adaptación con respecto a la descripción de la adaptación. Conformado por dos fases: actualización y búsquedas en el modelo de usuario. Este modelo también define el conjunto de reglas de adaptación que forman la conexión entre el modelo de dominio, modelo de usuario y de presentación.
 - Reglas: Son accionadas por los eventos fijados por el motor de adaptación.

 - Preguntas: Son funciones vistas desde el contexto de la programación.

- Modelo del usuario: Describe las características del usuario según el modelo del dominio.

2.6.5 Modelo *THE MUNICH REFERENCE MODEL*

La descripción de este modelo se basará en la investigación realizada por Parcus (2000), indica que es un modelo para desarrollar aplicaciones hipermedia adaptativa, basado en el modelo Dexter. Posee especificaciones orientadas a objeto realizadas en el lenguaje de modelado unificado (UML). Tiene las siguientes características: el modelo de usuario, el modelo de

adaptación (mediante reglas), produce un enfoque orientado a objetos, permite elaborar especificaciones formales y es independiente del campo de aplicación (Parcus 2000).

Las especificaciones formales del modelo se enfoca en dos capas: la de almacenamiento y la de tiempo de corrida, así como también la de presentación. En la capa de almacenamiento se tienen: Modelo de Dominio, Modelo de Usuario y Modelo de Adaptación, que se describen en detalle a través de la especificación de clases, sus atributos, relaciones y principales operaciones. La descripción se realiza mediante el UML.

El modelo de dominio describe la estructura de la aplicación. El modelo de usuario tiene la estructura individual de cada usuario, con las funcionalidades de inicialización, actualización y recuperación. El modelo de adaptación consiste de un conjunto de reglas y un conjunto de funciones que permiten realizar la funcionalidad de la adaptación. Las reglas están basadas en la información provista por el modelo de usuario y el modelo de dominio, así como también las actividades registradas durante la interacción en la capa de tiempo de corrida. Esta capa describe los mecanismos que soportan la interacción con el usuario en el SHA.

2.6.6 Modelo SEM-HP

El modelo **SEM**ántico, Sistémico y Evolutivo para el desarrollo de Sistemas **HiP**ermedia adaptativos (SEM-HP) facilita la tarea de diseño de autor y la navegación de los usuarios del sistema hipermedia.

El SEM-HP modela un SHA mediante cuatro subsistemas: Memorización, Presentación, Navegación y Aprendizaje. Mediante el concepto de Meta-sistema, el modelo SEM-HP proporciona soporte a los cambios realizados por el autor y a la propagación automática generada por estos (Medina et al. 2002b). A continuación se explican brevemente cada uno de sus componentes:

El Subsistema de Memorización permite almacenar, estructurar y mantener el conocimiento que el sistema ofrece, mediante la estructura conceptual (EC). La EC se define como una red semántica con dos tipos de nodos: conceptos e ítems.

El Subsistema de Presentación muestra al usuario la EC creada en el subsistema de memorización.

El subsistema de Navegación permite al autor establecer restricciones sobre la EC.

El Subsistema de Aprendizaje es el encargado de realizar la adaptación del sistema hipermedia. Según Medina et al. (2002b) está compuesto por un conjunto de reglas:

- Reglas de conocimiento. Indican los ítems que deben conocer el usuario y el grado de conocimiento que debe tener.
- Reglas de actualización. Actualiza el grado de conocimiento que el usuario posee sobre los ítems de la EC.
- Reglas de peso. Calculan el grado de conocimiento que el usuario posee sobre cada concepto de la EC.

2.6.7 Modelo *The Three Layers of Adaptation Granularity*

El modelo de tres capas tiene por objetivo la estandarización de las técnicas de adaptación en diferentes niveles e intercambiar técnicas adaptativas entre distintas aplicaciones, permitiendo ayudar a los autores de los SHA. Las capas son:

- Nivel bajo de adaptación: técnicas directas de adaptación.
- Nivel medio de adaptación: Adaptación del lenguaje.
- Nivel alto de adaptación: Estrategias de adaptación.

Los beneficios que presenta este modelo van en dos direcciones: el nivel de granularidad que el autor puede establecer y la estandarización de las técnicas que se utilizan en los SHA (Cristea y Calvi 2003).

Los autores pueden especificar el nivel de adaptación de las estrategias de adaptación y dejar que el sistema maneje los detalles. Por ejemplo, en AHAM, se tiene una distinción entre inicialización del modelo de usuario, actualización de ese modelo y generación de la adaptación.

- Nivel bajo de adaptación: técnicas directa de adaptación.

Se refieren a todos los tipos de técnicas que son usadas en los SHA: adaptación de contenido, adaptación de presentación, adaptación de la navegación. Ellas son generalmente utilizadas como una mezcla de elementos grano fino del modelo de dominio, modelo de usuario, modelo de adaptación, opcionalmente modelo de metas y modelo de presentación. El motor de adaptación trabaja con estos modelos.

- Nivel medio de adaptación: Adaptación del lenguaje.

Este nivel se refiere a los mecanismos de adaptación y constructos²³, como resultado se tiene un lenguaje de programación para adaptar las estrategias. Muchos de los SHA se basan en reglas de adaptación que son del tipo:

IF <PREREQUISITO> THEN <ACCIÓN>

- Nivel alto de adaptación: Estrategias de adaptación.

²³ Reglas dentro del alto nivel de adaptación, operadores de lenguajes y variables consideradas en la adaptación de las interfaces.

Existen muchas formas de modelar la información del modelo de usuario, utilizando estrategias y estilos cognitivos. Por ejemplo en un dominio instruccional, se pueden asumir las siguientes estrategias para modelar:

- 1.- Dar a los estudiantes muchos ejercicios prácticos para realizar.
- 2.- Los estudiantes que son activos se les aplicaría estrategias que permitan mayor ejemplificación.
- 3.- Los estudiantes que son reflexivos se les aplicaría estrategias que se basan en la generalización.

2.6.8 Modelo Schank

En este modelo los contenidos se presentan mediante una red de conceptos (nodos) predeterminados por el profesor (o experto) y que deben ser aprendidos por el estudiante. Los arcos representan la evolución de un concepto a otro en función de los conocimientos que el estudiante va aprendiendo y sus intereses. La evolución de un concepto a otro se realiza mediante preguntas que el estudiante va seleccionando y respondiendo. Según Gaudioso (2002) las redes de conceptos las define el profesor.

Este modelo favorecerá el aprendizaje activo y significativo, donde el principal protagonista es el estudiante. Permite que los estudiantes realicen preguntas acerca de un contenido en el que él está interesado, entonces estará preparado para aprender la respuesta.

Según Gaudioso (2002) el uso de este tipo de redes está bastante extendido sobre todo en sistemas cuyo objetivo es el de adaptar los contenidos disponibles en el sitio *Web*.

2.6.9 Modelo de Reglas activas Evento-Condición-Acción

Este modelo facilita la especificación acerca del comportamiento del sistema adaptativo, basándose en el concepto de reglas activas (Raad y Causse 2002). Se hace una separación entre la parte del comportamiento y las entidades del modelo que permiten añadir nuevas técnicas de adaptación al sistema.

La arquitectura tiene tres partes: el subsistema adaptativo, el subsistema hipermedia y el modelo de tareas. A continuación se describen cada uno de ellos:

El subsistema adaptativo contiene:

- El modelo de usuarios: Se enfoca hacia los estereotipos, clasificando a los usuarios en categorías.
- El modelo de red semántica: Se refiere a la organización de los conceptos y sus relaciones.
- El analizador de eventos: Organiza los eventos provenientes de los usuarios.

- La entidad de especificación del comportamiento adaptativo: Determina el comportamiento del sistema, considerando las categorías de los usuarios y los conceptos.

El subsistema hipermedia es el responsable de modelar los aspectos navegacionales del sistema. Contiene:

- Modelo navegacional: Construye la estructura de navegación
- Modelo de interface: Especifica las entidades visibles para el usuario.
- Recursos multimedia: Contiene los recursos hipermedia que pueden ser utilizados.

El modelo de tareas permite definir el comportamiento del sistema mediante la integración de las reglas que siguen la forma: Evento-Condición-Acción, estas pueden ser:

- Reglas bases para la estrategia: Indica las pautas para la vista estratégica del sistema.
- Reglas bases de interface: Especifica la interacción entre el sistema y el usuario.
- Reglas bases de navegación: Especifican el comportamiento navegacional.

2.6.10 Modelo de Enfoque Mixto

Paredes y Rodríguez (2004) proponen un enfoque mixto en dos sentidos: primero, utilizan información implícita y explícita acerca de los estudiantes y segundo integran las características del modelo de usuario con los estilos de aprendizaje. Utilizaron el cuestionario *Index of Learning Styles* (ILS) desarrollado por Ferder y Soloman, cuyo objetivo es establecer el estilo de aprendizaje dominante de cada estudiante. El cuestionario está conformado por cuarenta y cuatro preguntas con dos posibles respuestas, separadas en cuatro grupos, con once preguntas en cada uno.

Cada individuo puede ser agrupado dentro de un estilo de aprendizaje: sensitivo/inductivo, visual/verbal, inductivo/deductivo/, activo/reflexivo y secuencial/global.

El modelo del estudiante se construye mediante respuestas emitidas en el cuestionario; se precisa el estilo sensitivo/intuitivo y el secuencial/global, y las otras características del estudiante.

Según el enfoque mostrado en Paredes y Rodríguez (2004), partiendo de la escala de once grados propuesta por Felder-Silverman en una escala de tres niveles, permite conocer las características del estudiante, que puede ser fuerte en alguna de las dos dimensiones o bien equilibrado. Por ejemplo, con respecto a la dimensión secuencial-global, un estudiante puede ser extremadamente secuencial, bien balanceado o extremadamente global. Igual sucede para el resto de las dimensiones. Esta perspectiva de grano fino resume a doce los estilos (cuatro dimensiones por tres posibilidades cada uno).

La combinación de estos doce estilos de aprendizaje posibles, exige ochenta y un modelo de usuario para los estilos de aprendizaje.

2.7 Blended Learning

La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el ámbito de la educación superior plantea cambios significativos y nuevas opciones en la búsqueda de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Según Singh y Reed (2001), la formación totalmente a distancia utilizando TIC y la enseñanza tradicional (cara a cara), poseen fortalezas y debilidades propias que han conducido al surgimiento de una modalidad de metodología educativa denominada *blended learning* (BL).

2.7.1 Definiciones

Según Herrera (2007), el término BL ha ganado una considerable actualidad en los últimos años como una forma particular de describir la enseñanza utilizando tecnología. Definir *BL* ha creado una gran controversia en la literatura científica, a continuación se presentan las definiciones de los autores Whitelock y Jelfs (2003):

- 1) Combinación integrada de aprendizaje tradicional con técnicas basadas en *Web*.
- 2) Combinación de medios y herramientas empleadas en ambientes *e-learning*.

- 3) Combinación de un número de técnicas pedagógicas independientes del uso de la tecnología.

La primera definición es la interpretación común (*Australian National Training Authority, 2003*), la segunda es también usada y algunas veces de manera general está relacionada a modelos que combinan diferentes modos de enseñanza más que el *e-learning* en si mismo (Singh 2003). Este autor, sin embargo, propone una descripción partiendo de la tercera proposición, la cual se basa en la generación de otras posibilidades de estrategias de aprendizaje o dimensiones a ser mezcladas o combinadas de diversas maneras: *off-line* con *on-line*, a ritmo individual o colaborativo, estructurado o no estructurado, de acuerdo a las necesidades del cliente con contenidos disponibles, entre otros. Detallando más sobre lo que indica este autor, expresa que BL puede ser la mezcla de la enseñanza tradicional (cara-cara), síncrono *on-line* (conferencias o entrenamiento), asíncrono (espacio para el auto estudio) y entrenamiento de trabajo estructurado con no estructurado.

Sin embargo estas tres definiciones contrastantes no son las únicas que han surgido, (Kerres y De UIT 2003), en el mismo volumen que (Whitelock y Jelfs 2003) discuten el BL como diferentes métodos didácticos que son generados en variedad de formatos, diferenciando cada uno de los términos anteriores.

Driscoll (2002), identifica cuatro conceptos diferentes para el término BL:

1. Combinando o mezclando tecnología basada en *Web* para llevar a cabo una meta educacional.

2. Combinando técnicas pedagógicas (constructivismo, cognitivismo y conductismo, entre otras) para producir un aprendizaje óptimo con o sin tecnología instruccional.
3. Combinando cualquier forma de tecnología instruccional con el entrenamiento del instructor cara a cara.
4. Combinando tecnología instruccional con las tareas y actividades laborales.

Driscoll (2002) termina diciendo: ..."El punto es que *blended learning* significa diferentes cosas para diferentes personas lo cual ilustra su amplio potencial", algo similar pero más preciso dice Hofmann (2001), quien propone que "la idea del *blended learning* consiste en que diseñadores instruccionales revisan un programa de aprendizaje, dividen este en módulos y determinan los mejores medios para presentárselos al aprendiz".

Otra conceptualización es generada por Valiathan (2002), quién describe "mezcla" en términos del enfoque del aprendizaje, o intento de aprendizaje:

1. Aprendizaje de destrezas: Combina el aprendizaje a su ritmo con soporte del facilitador para el desarrollo de determinadas destrezas
2. Aprendizaje de manejo de actitudes: Combina diversos eventos y medios para desarrollar comportamientos específicos.
3. Aprendizaje por competencias: Mezcla herramientas para el soporte de rendimiento con manejo de conocimiento para desarrollar competencias en el campo laboral.

Valiathan (2002) comienza a enlazar propósitos con mezcla de medios y técnicas de enseñanza. Al hacerlo combina recursos, aprendizaje y pedagogía como si fuesen del mismo tipo.

La característica que comparten las definiciones es que son descritas desde la perspectiva del docente, instructor o diseñador del curso.

En Oliver y Trigell (2005) realizan un estudio de un conjunto de mezclas y critican el término BL al combinar de dos en dos aspectos en las mezclas, por ejemplo, *e-learning* con aprendizaje tradicional, *online* con cara a cara, multimedia, contextos académicos con empresariales, teorías de aprendizaje y teorías pedagógicas.

En Nichols (2003) se expresa que el término BL describe enfoques para la educación que combinan: cara a cara y educación a distancia. El profesor se encuentra con sus estudiantes en modo presencial o a través de los medios tecnológicos, utilizando como recursos para el aprendizaje los contenidos y las actividades que realizarán los estudiantes.

Kerres y Witt (2003) describen un marco conceptual “3C”, en el cual se consideran los contenidos de aprendizaje, la comunicación entre los estudiantes, sus pares con profesor y, por último, la dirección hacia donde va dirigido el aprendizaje.

2.7.2 Impacto del BL en la educación

Según Ruíz et al. (2006) existen pruebas de la efectividad y aceptación del *e-learning* en la educación de la comunidad médica, especialmente cuando se realiza la mezcla en la enseñanza, es decir, un ambiente BL.

Otros trabajos muestran el efecto del BL sobre los estudiantes. En Monguet et al. (2006) se realizó una investigación que estudió el efecto del BL sobre el rendimiento y la motivación de los estudiantes. El objetivo del trabajo fue explorar el efecto que tiene el grado de presencia (BL) que se requiere de los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre el rendimiento y el interés por la materia objeto de aprendizaje, utilizando como estrategia didáctica el método de casos de estudio, como una particularidad del aprendizaje basado en problemas (*problem based learning*, PBL). También se exploró el rol que desempeña el docente cuando se desarrolla el proceso de enseñanza con niveles de presencia alto, medio y bajo. Para llevar a término la experiencia se creó un entorno virtual *ad hoc*. Los resultados sugirieron que:

- a) Los grupos de estudiantes asociados a los niveles de presencia medio y bajo obtienen un mejor rendimiento.
- b) La motivación percibida de los estudiantes evoluciona positivamente en todos los grupos experimentales; en el caso del nivel de presencia medio el incremento de la motivación es mayor.
- c) La dedicación del docente es diferente para los tres niveles de presencia, superando la planificada para los niveles medio y bajo.

En Grimón et al. (2007) se describe la experiencia realizada con un SHA en un ambiente BL. El sistema genera diferentes planes de trabajo para cada estudiante, según su perfil, utilizando un algoritmo para la adaptación, permite adaptar los contenidos a sus necesidades. La muestra para realizar este estudio fue conformada por los estudiantes de un curso de Doctorado en un formato de BL. Los primeros resultados sugieren que el sistema implementado influye de forma positiva en el proceso de aprendizaje en un ambiente BL.

También en Grimón et al. (2008) se muestra la experiencia realizada en un curso de Sistemas de Información de la carrera de Licenciatura en Computación en un ambiente de formación BL con un SHA. El sistema permite configurar un entorno educativo personalizado para que los estudiantes alcancen los objetivos de aprendizaje. Los resultados de esta investigación sugieren que ha tenido un buen efecto en el proceso de enseñanza aprendizaje. Basados en este hecho, los estudiantes han tenido una percepción positiva del sistema y del ambiente BL.

Según Larry et al. (2006) el BL es efectivo para llevar a cabo las diferentes actividades de aprendizaje y lograr los objetivos. El aprendizaje adaptativo motiva a los estudiantes porque permite la personalización. Además, las actividades de aprendizaje se pueden realizar de forma síncrona y asíncrona permitiendo la personalización y guiando a los estudiantes en su aprendizaje.

La tecnología permite la integración de los ambientes síncrono y asíncrono y hace que la información se pueda acceder de forma oportuna y que sea útil a los estudiantes. En las actividades síncronas el estudiante y el profesor están

en conexión para realizar las actividades que se llevan a cabo en el proceso de enseñanza aprendizaje.

La propuesta de Larry et al. (2006) sobre ambientes BL adaptativos promete ricas y amplias fuentes de información acerca de cómo los estudiantes pueden obtener la información y ser guiados para lograr los resultados esperados. En esta propuesta se destacan tres fases en la sesión de clases: antes, durante y después. Antes de la sesión de forma asíncrona, se realizan actividades entre las cuales se tienen: *pre-test*, actividades preparatorias y ejercicios adaptativos. En la sesión de clases de forma síncrona, se realizan actividades de explicación, *quizes* y retroalimentación. Después de la sesión de clases de forma asíncrona se realizan ejercicios adaptativos, actividades complementarias y *post-test*.

Capítulo 3.

Modelo

3. Modelo

3.0 Resumen del Capítulo

En esta sección se presenta el modelo para la gestión de dominios de contenido en los SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial. Para realizar esta tarea se cumplieron las siguientes actividades:

1. Estudio de investigaciones previas²⁴ realizadas por otros autores y divulgadas en revistas científicas y congresos sobre los SHA y BL.
2. Estudio de la situación existente en el ambiente²⁵ en el cual se implantaría el modelo.
3. Diseño del modelo.
4. Desarrollo del software que permitió implementar el modelo.
5. Validación del modelo.

²⁴ El estudio se encuentra en el capítulo 2 de esta memoria.

²⁵ Programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña.

3.1 Diseño del Modelo

En el diseño del modelo para la gestión de dominios de contenido en los SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial se consideró los elementos presentados en Niño (2003), Seefelder y Schwabe (2004b), realizando cambios para ajustarlos a esta investigación. En la creación del modelo se considera:

1. Determinar el ámbito para el cual se diseña el modelo.
2. Definir un lenguaje que permita presentar el modelo.
3. Plantear el modelo.
4. Realizar las pruebas del modelo.

El ámbito para el cual se diseña el modelo es el educativo, pudiendo ser aplicado a otros ámbitos por la flexibilidad que plantea.

El lenguaje para representar el modelo es el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) porque permite modelar eficientemente las actividades dinámicas del aprendizaje (Nodenot et al. 2004). También, en López et al. (1998) indican que es un formalismo el cual permite centrarse en la comprensión y la resolución de problemas. UML se ha convertido en un estándar de la industria del desarrollo de software, permitiendo modelar, construir y documentar los elementos que forman un sistema software orientado a objetos.

En la figura 2 se puede visualizar con un nivel de abstracción alto los elementos que componen el modelo. Se hace referencia al BL y a la combinación de tecnologías, recursos, materiales y procedimientos para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Cols²⁶ es una intranet que facilita el trabajo en equipo en un entorno de investigación multidisciplinar, cuyo objetivo es el de asistir al investigador en formación y a su tutor en el reto que supone convertir en una experiencia vital el proceso de aprender a investigar. Utilizando la intranet Cols y el enfoque BL se tienen dos modalidades de comunicación: Síncrona y Asíncrona. En modalidad síncrona se realizan dos tipos de sesiones:

- Entre el profesor y los estudiantes con el objetivo de analizar un tema del curso.
- Entre el profesor y los estudiantes con el objetivo de realizar la evaluación de conocimientos de un tema del curso, con su respectiva retroalimentación.

En modalidad asíncrona cada estudiante profundiza en los temas del curso mediante la utilización del SHA, que le provee de los contenidos que satisfacen los objetivos de aprendizaje adaptados a su perfil. Es importante resaltar que los contenidos del SHA han sido aportados por los investigadores tutelados y por los profesores, esto permite generar nuevos conocimientos y aportes a la comunidad científica. En el Doctorado se incentiva la formación de recursos humanos de alto nivel, que aporten conocimiento científico como base para el

²⁶ Intranet utilizada en el Doctorado en Ingeniería Multimedia

desarrollo y la innovación en el ámbito de la ingeniería multimedia; investigando en un entorno interdisciplinario y desarrollando proyectos con un alto índice de innovación.

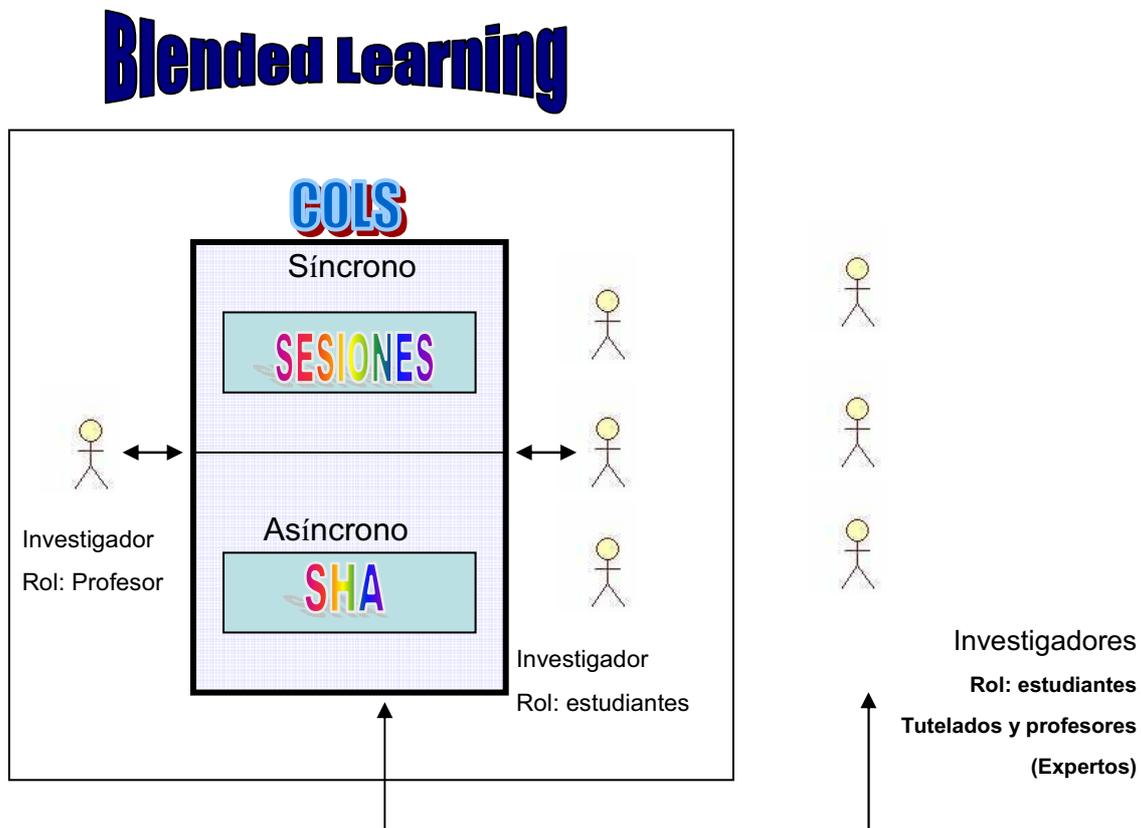


Figura 2. Elementos del Modelo.

- En la figura 3 se detalla la parte del modelo que corresponde a la modalidad síncrona. Bajo esta modalidad se desarrollan las clases, dónde existe la interacción entre el profesor y los estudiantes que se encuentran ubicados geográficamente en diferentes países. Mediante las herramientas colaborativas, tales como videoconferencia, *chat* y foro se desarrolla la

sesión de clase. En este modelo los contenidos se clasifican en: comunes²⁷ y específicos²⁸. En la modalidad síncrona se tratan los contenidos comunes que permiten satisfacer los objetivos de aprendizaje.

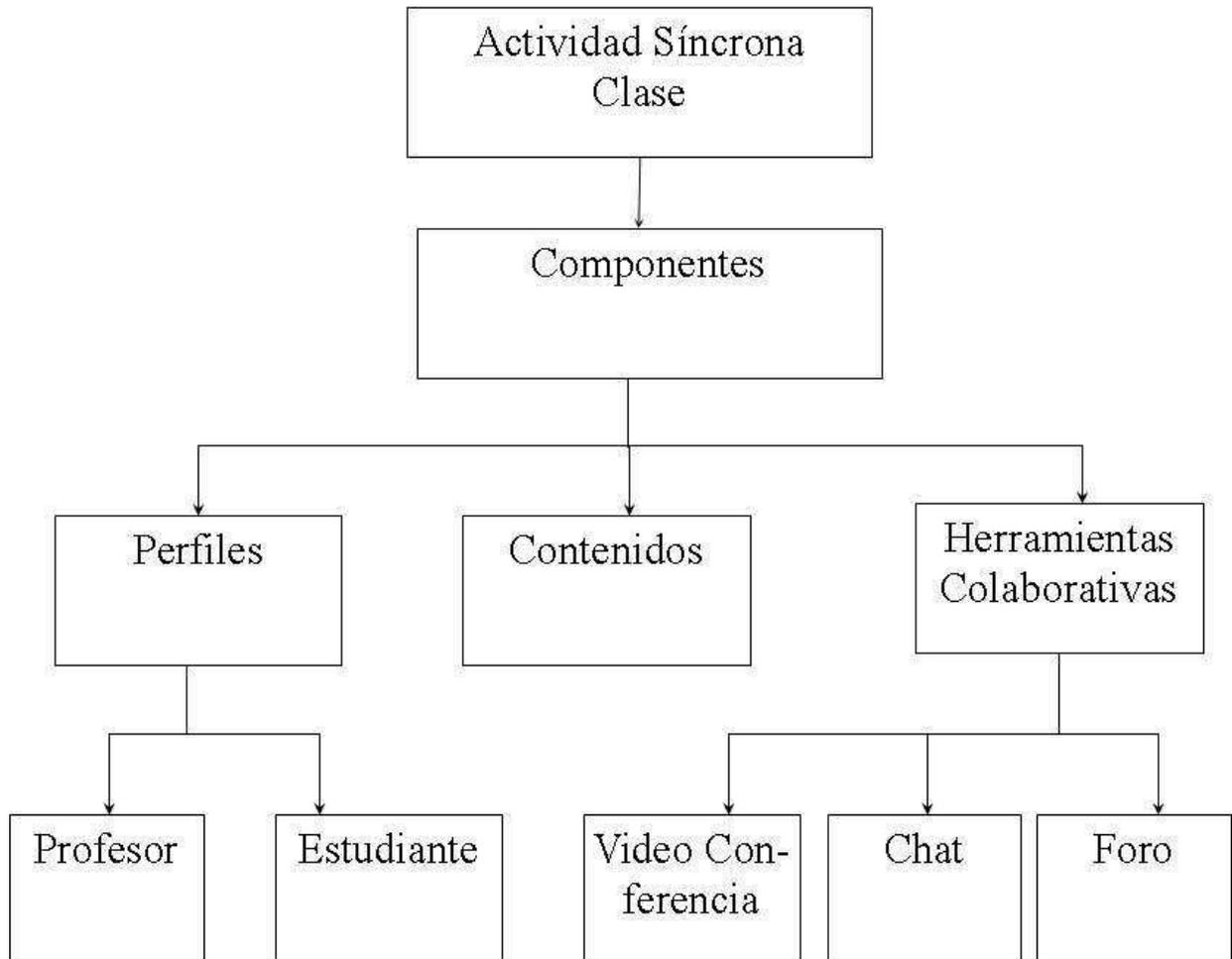


Figura 3. Detalles del Modelo (Parte Síncrona).

²⁷ Son contenidos que satisfacen los objetivos de aprendizaje y son iguales para todos los estudiantes.

²⁸ Son contenidos que satisfacen los objetivos de aprendizaje y dependen del perfil del estudiante, son específicos para cada estudiante.

En la figura 4, se muestra la parte del modelo que corresponden a la modalidad asíncrona, detallando los elementos del SHA, con sus diferentes modelos: contenido, usuario y adaptación. A continuación se explican los elementos del modelo (parte asíncrona):

- El modelo de contenidos permite estructurar el conocimiento que se desea transmitir, almacena la información de los contenidos y permite gestionarlos. La organización conceptual de los contenidos se basa en el modelo propuesto por Schank & Cleary (1995) en el sistema ASK, utilizado por Gaudiso (2002), donde los contenidos se presentan mediante una red de conceptos (nodos) predefinidos por el profesor que deben ser aprendidos por el estudiante y los arcos representan la transición de un concepto a otro en función de los conocimientos que el estudiante va aprendiendo. Las transiciones se presentan en forma de preguntas en las evaluaciones.
- El modelo de usuario contiene el perfil del estudiante, el cual va cambiando a medida que interacciona con el sistema y adquiere nuevos conocimientos. Para cada usuario se guarda un modelo que representa los conocimientos que éste tiene de los contenidos que se imparten en el curso, esto se denomina modelo *overlay*²⁹. En modalidad asíncrona se tienen los contenidos comunes y específicos.

²⁹ Los modelos *overlay* tratan el conocimiento del estudiante como un subconjunto del conocimiento de un experto.

- Se pueden gestionar las evaluaciones de conocimiento asociadas a los contenidos. Estas se adaptan al perfil del estudiante porque están acopladas a los contenidos que se muestran a cada estudiante según sus características. Existen dos tipos de evaluaciones:
 - Tipo A es una evaluación de conocimientos acerca de los contenidos.
 - Tipo B es evaluación sobre la percepción del estudiante respecto al proceso de aprendizaje.
- El modelo de adaptación posee un conjunto de reglas que permiten adaptar los contenidos al perfil del estudiante. El uso de reglas para establecer la adaptación está inspirada por varias investigaciones sobre los SHA, entre ellas *Modelling of an Adaptive Hypermedia System Based on Active Rules*, (Raad & Causse 2002). En esa investigación utilizan reglas de la forma:

Con la ocurrencia de un evento E, si la condición C se cumple, entonces
el sistema ejecuta una acción A.

En Berlanga (2004) se expresa que la adaptación se realiza mediante reglas que especifican qué y cómo se muestran y comportan los elementos del sistema considerando el modelo de usuario. Según Wu et al. (2000) expresan que existen dos niveles para realizar las reglas de adaptación: el nivel autor³⁰ y el nivel sistema³¹. En Medina et al. (2006) manifiesta que las reglas permiten

³⁰ El autor define y detalla las reglas de adaptación que regirán al sistema.

³¹ El sistema ejecuta las reglas definidas por el nivel de autor.

establecer los contenidos que debe conocer el usuario y qué conocimiento debe tener para poder alcanzar un determinado contenido. Según De Bra (1999) las reglas establecen la forma de combinar los modelos de usuario y de contenido para realizar la adaptación. En general, las reglas permiten al sistema seleccionar adaptativamente, considerando las características del estudiante y el tipo de contenido que debe conocer para cumplir con los objetivos de aprendizaje.

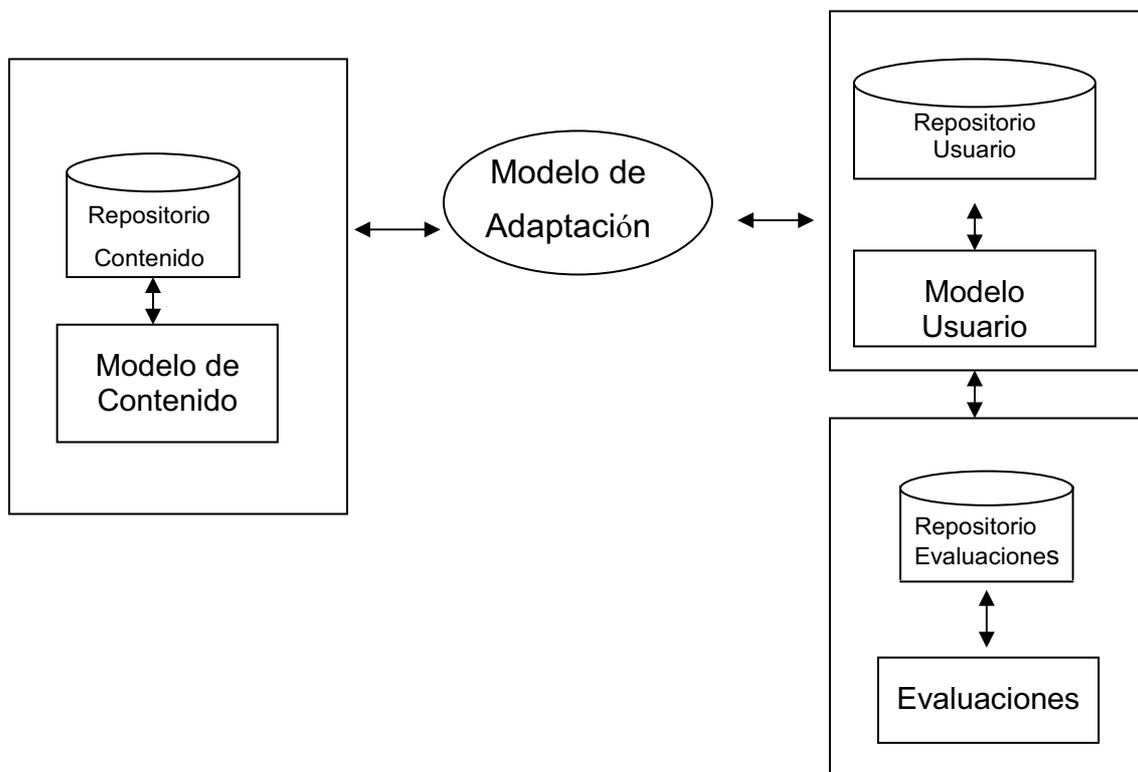


Figura 4. Modelo (Parte Asíncrona) SHA.

Representando el SHA en la notación UML, se tienen los siguientes paquetes mostrados en la figura 5.

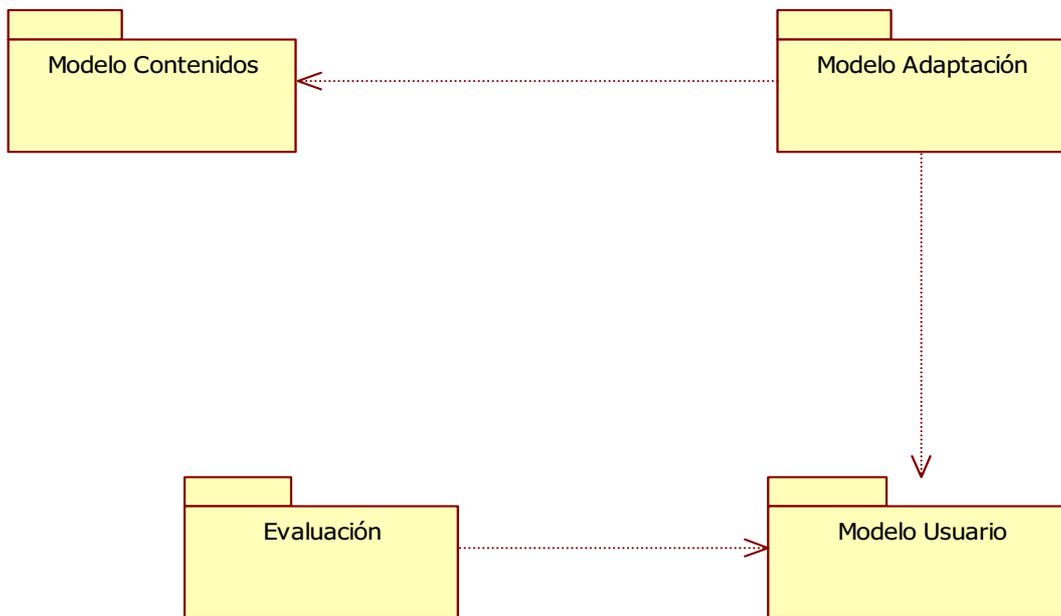


Figura 5. Modelo (Parte Asíncrona) en notación UML.

3.2 Implementación del modelo

Un componente importante del modelo es la parte asíncrona, que a la vez es la base del SHA. El sistema está compuesto por un conjunto de artefactos que permiten su compresión por los individuos y por los ordenadores. Los artefactos³² que serán explicados en esta sección se refieren a la Ingeniería del Software. Según López et al. (1998) un producto de software está compuesto

³² Cualquier tipo de información creada, modificada o utilizada por los trabajadores del desarrollo del sistema.

por un conjunto de elementos: organización, conceptos, técnicas, herramientas e instrucciones de programación, que permiten especificarlo, diseñarlo, probarlo, utilizarlo y hacerlo evolucionar.

En el diseño del sistema se utilizó el método XP (*eXtreme programming*), con algunos diagramas del proceso unificado de desarrollo (*Rational Unified Process RUP*), y el lenguaje de modelado unificado (*Unified Model Language UML*) como notación estándar. Fue desarrollado con *open source*, con el lenguaje de programación PHP y base de datos MySQL.

El sistema tiene los siguientes componentes:

- **Contenidos:** Permite la gestión de los contenidos. Cada contenido que se encuentra en el SHA posee una metadata que permite describirlo. Los contenidos están almacenados en el repositorio de contenidos. La gestión de los contenidos tiene: añadir un nuevo contenido, modificar, eliminar y buscar.
- **Usuarios:** Permite la creación y actualización del perfil del usuario y su correspondiente gestión. Cada usuario tiene asociado una metadata que permite identificarlo en el sistema.
- **Evaluaciones:** Permite la gestión de las evaluaciones Tipo A (conocimientos) y Tipo B (percepción sobre el aprendizaje). En la figura 6 se muestra el proceso seguido en las evaluaciones.

- Adaptación: Considerando a los autores Raad y Causse (2002) se definieron las reglas que permitirán la adaptación del sistema a cada usuario. Las reglas consideradas son:
 - Reglas para la evaluación: Indican las pautas a seguir según el comportamiento del estudiante en las evaluaciones sobre los contenidos asignados en el plan de trabajo. Para poder realizar evaluaciones de conocimiento (Tipo A) que le permitan avanzar en el SHA debe previamente hacer las evaluaciones de Tipo B. La estrategia considerada para realizar las evaluaciones de cada uno de los temas fue guiada por Chia et al. (2003) y Lin et al. (2005).
 - Reglas de contenido: Indican las pautas a seguir para seleccionar un contenido según el perfil del estudiante. Los elementos contemplados son: disciplina, preferencias, objetivos, categoría de interés del usuario, relación entre los temas del curso y las palabras claves asociadas a cada tema.

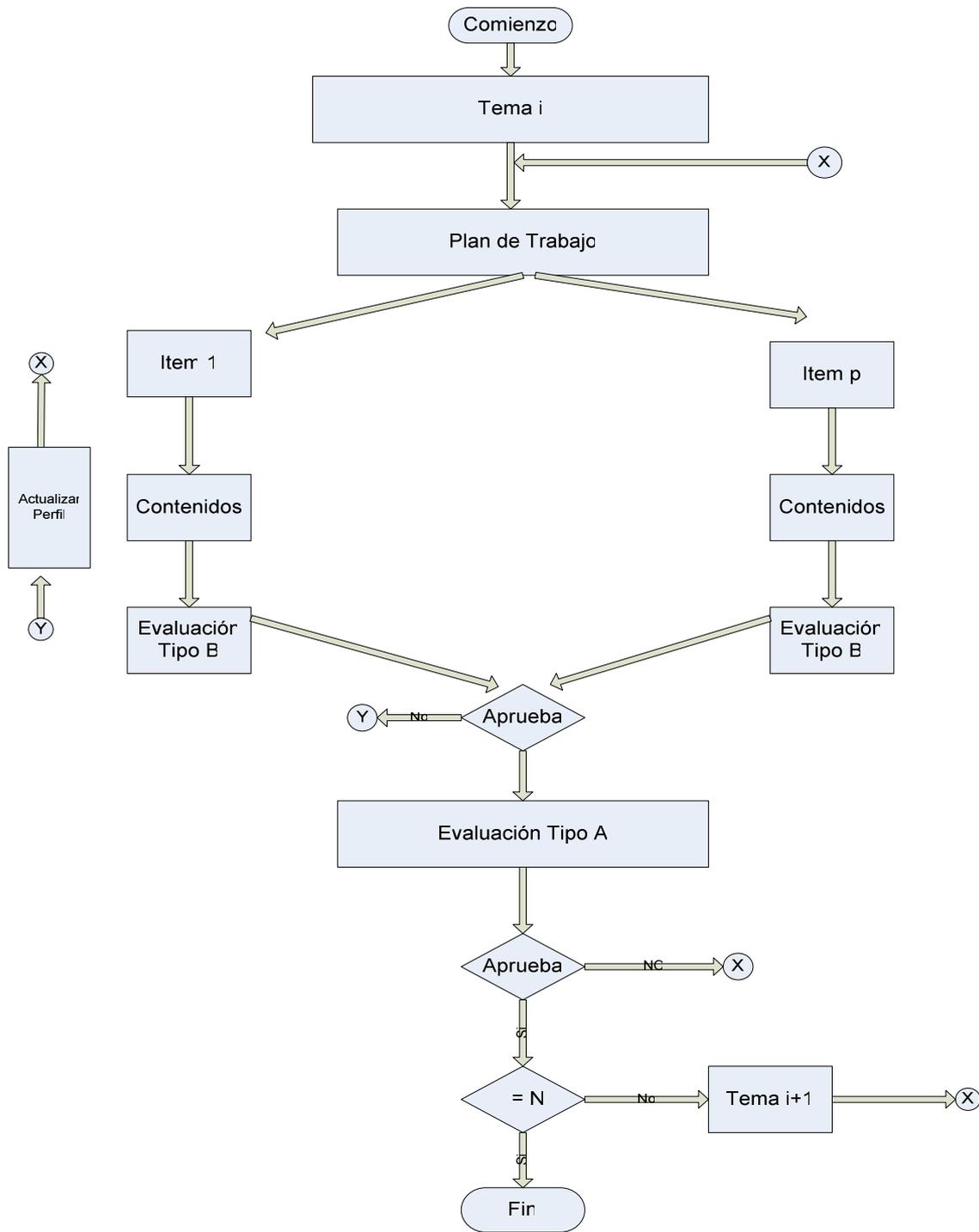


Figura 6. Diagrama para evaluaciones.

Los ítems del plan de trabajo pueden ser desde 1 hasta p

Los temas pueden ser desde I = 1 hasta N

En el sistema, el profesor puede administrar los contenidos y monitorear el desenvolvimiento del estudiante, consultando sus planes de trabajo. Por otro lado, el estudiante puede entrar a la zona de estudio, en el cual puede ver su plan de trabajo actual y los anteriores que ha creado el sistema según su perfil. También permite la búsqueda de algún contenido dentro del repositorio y observar su información académica. El experto se encarga de suministrar los contenidos y evaluaciones al repositorio de contenidos y evaluaciones respectivamente, además de actualizarlo.

Para realizar las especificaciones del sistema, el artefacto que se utiliza en la captura de los requisitos es el modelo de casos de uso. Este modelo tiene los actores, casos de uso y sus relaciones. Los casos de uso³³ son una representación orientada a la funcionalidad del sistema. En la Figura 7, 8 y 9 se presentan los casos de uso del sistema.

³³ Es una descripción de un conjunto de secuencias de acciones que un sistema ejecuta. Gráficamente se representa como una elipse incluyendo su nombre (Booch et al. 1999).

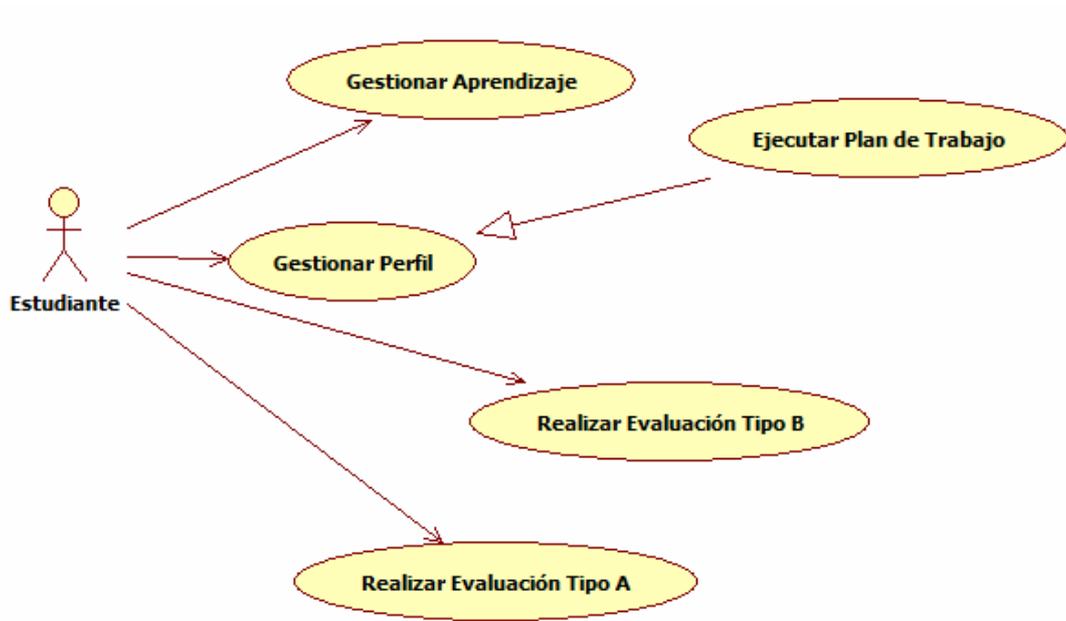


Figura 7. Caso de Uso Estudiante.

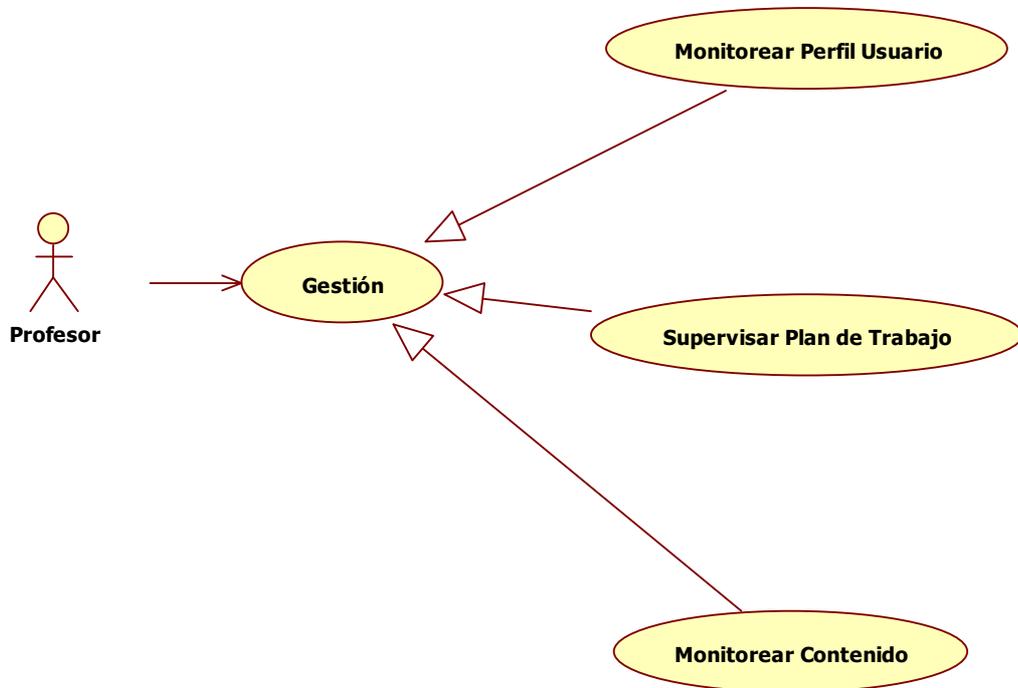


Figura 8. Caso de Uso Profesor.

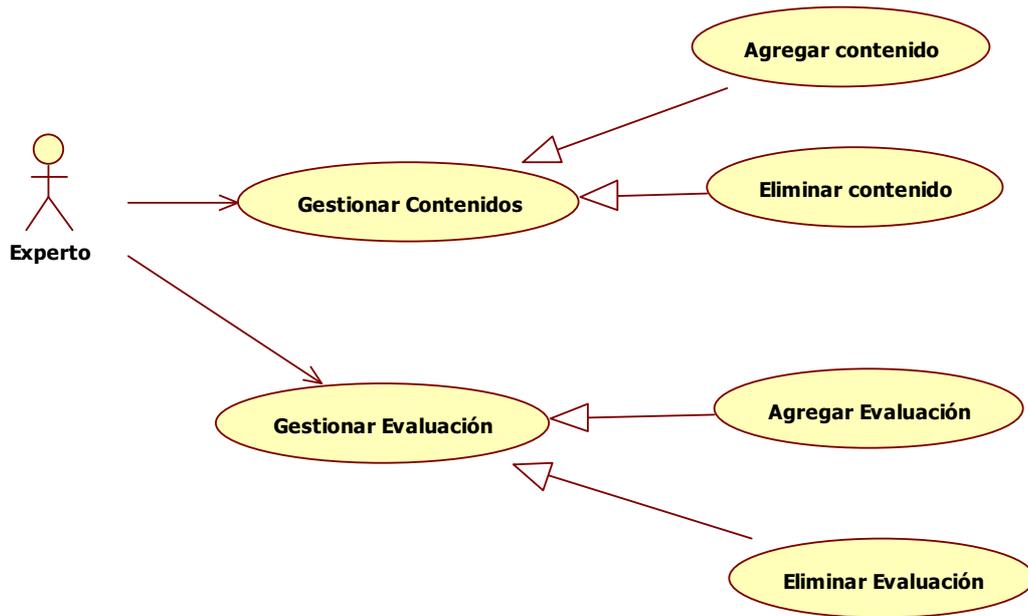


Figura 9. Caso de Uso Experto.

En la fase del análisis del sistema los paquetes³⁴ de análisis proveen un medio para organizar los artefactos. En este sistema se tienen los siguientes paquetes de análisis: evaluación, perfil del usuario, adaptación, contenido y gestión que serán presentadas en las figuras 10, 11, 12, 13 y 14 respectivamente.

³⁴ Agrupa una serie de entidades que corresponden a una funcionalidad. Gráficamente se visualiza como una carpeta con su nombre (Booch et al. 1999).

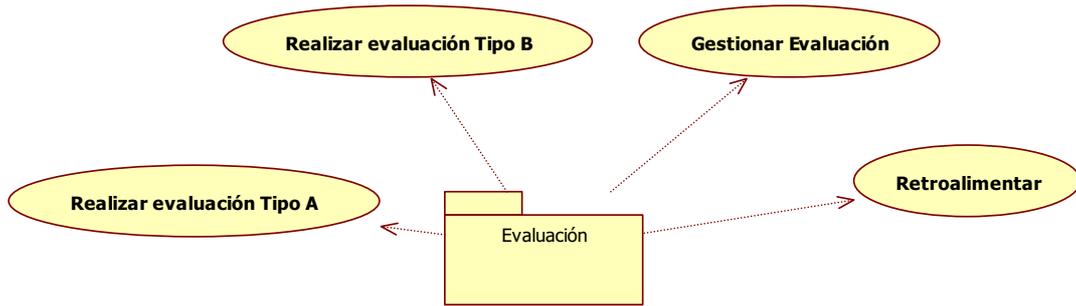


Figura 10. Paquete de análisis de Evaluación.

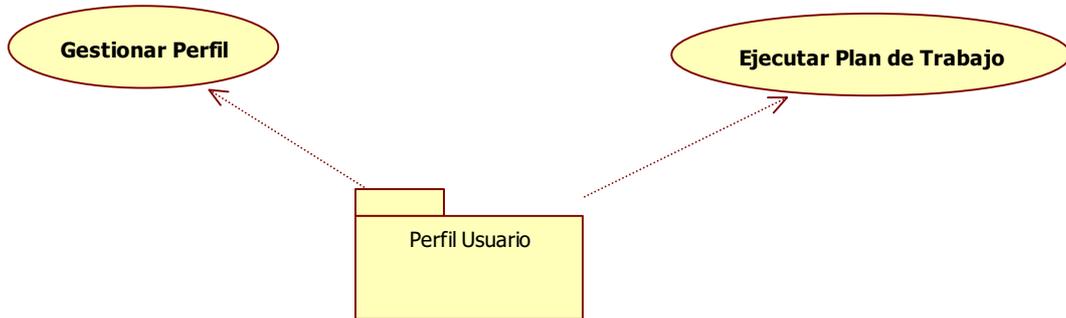


Figura 11. Paquete de análisis del Perfil del Usuario.

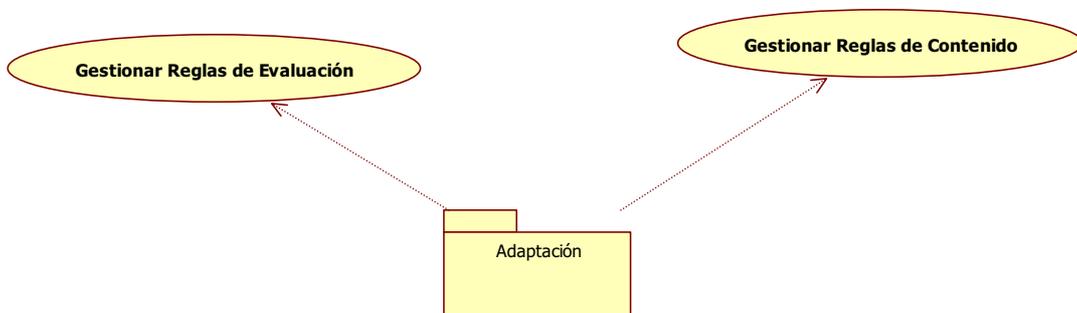


Figura 12. Paquete de análisis de Adaptación.

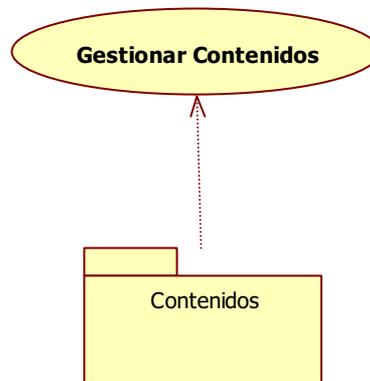


Figura 13. Paquete de análisis de Contenidos.



Figura 14. Paquete de análisis de Gestión.

En la figura 15 se muestran los detalles de cada clase³⁵ que conforman los paquetes de clase.

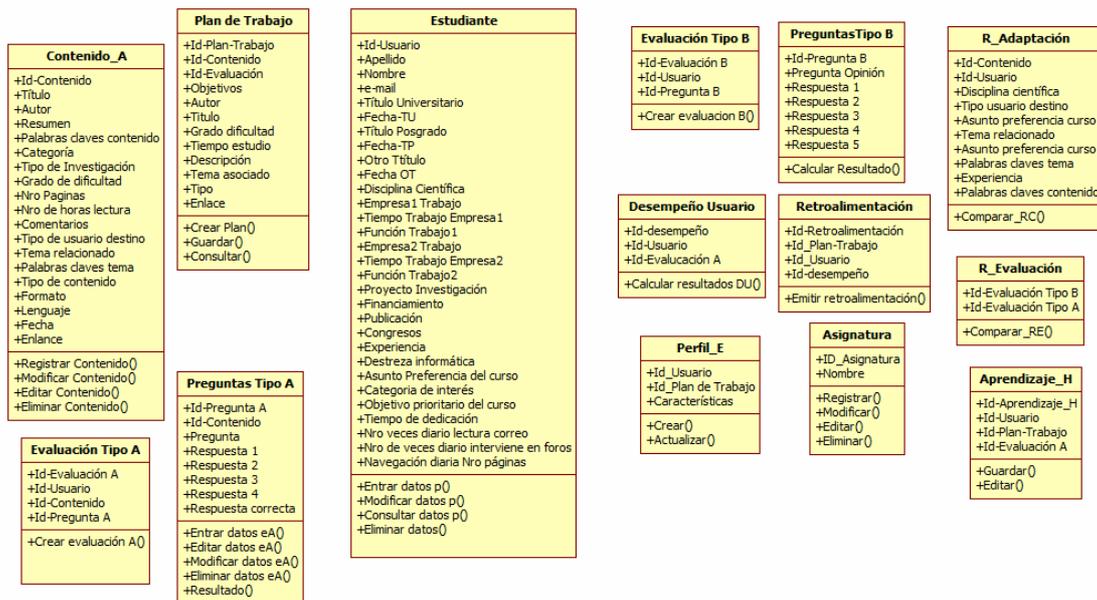


Figura 15. Clases.

Las especificaciones de los paquetes se pueden observar en los anexos. En las figuras 16, 17, 18 19 y 20 se muestran los paquetes de clases correspondientes a: evaluación, perfil del usuario, adaptación, contenido y gestión respectivamente.

³⁵ Es una descripción de un conjunto de objetos que comparten los mismos atributos, operaciones, relaciones y semántica. Se representa gráficamente como un rectángulo que incluye su nombre, atributos y operaciones (Booch et al. 1999).

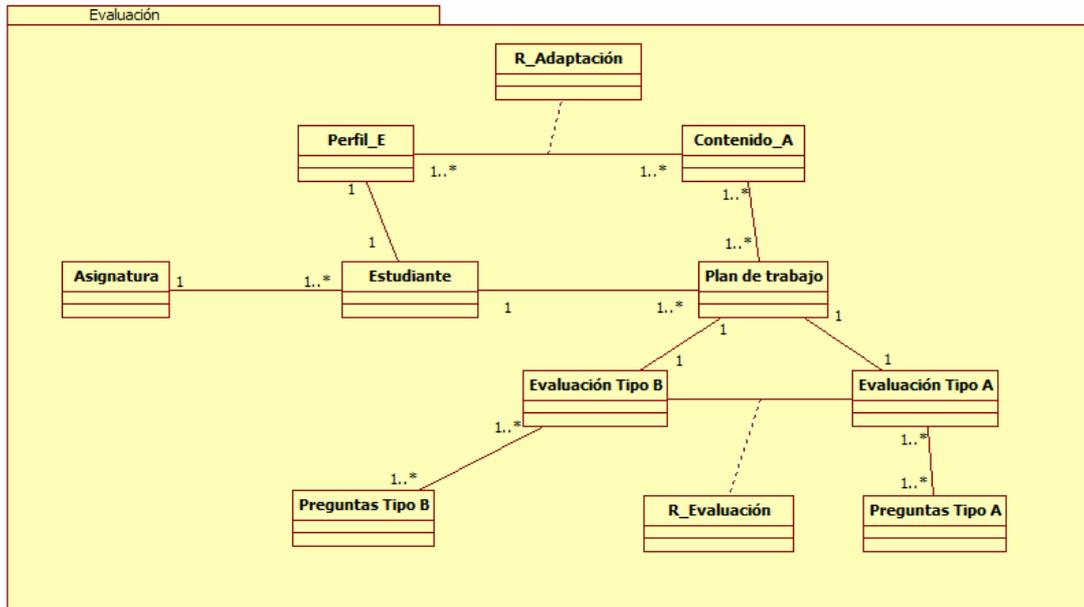


Figura 16. Diagrama de Paquete de Clases de Evaluación.

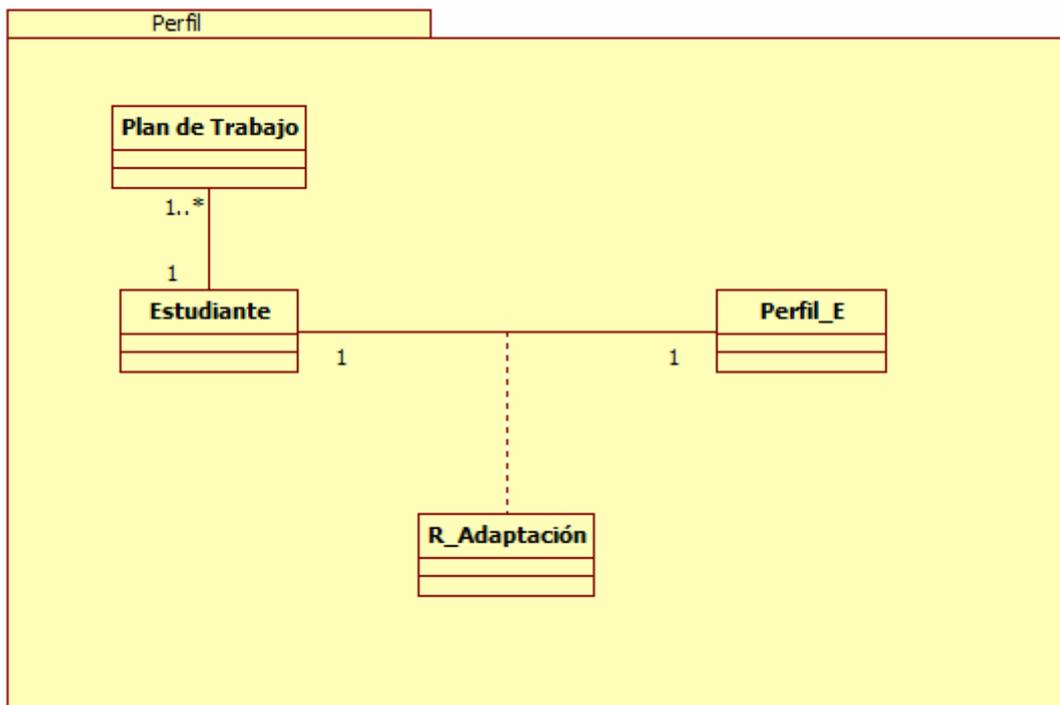


Figura 17. Diagrama de Paquete de Clases Perfil Usuario.

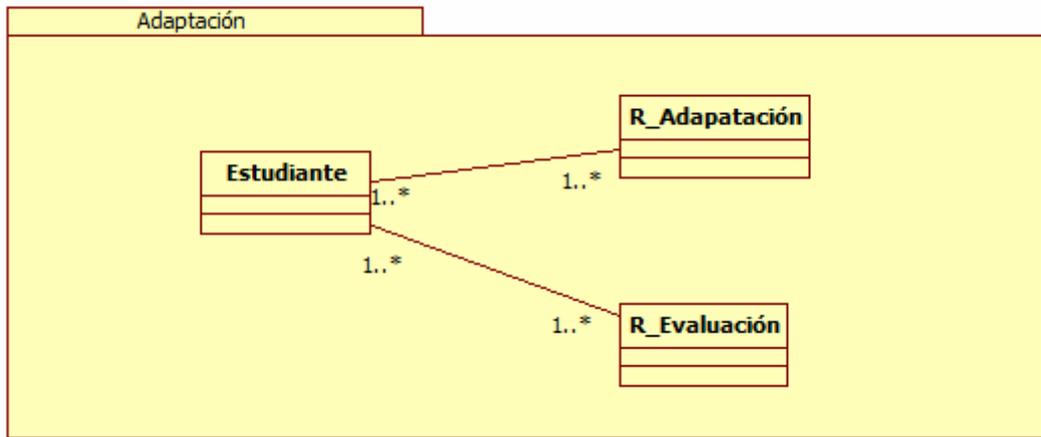


Figura 18. Diagrama de Paquete de Clases Adaptación.

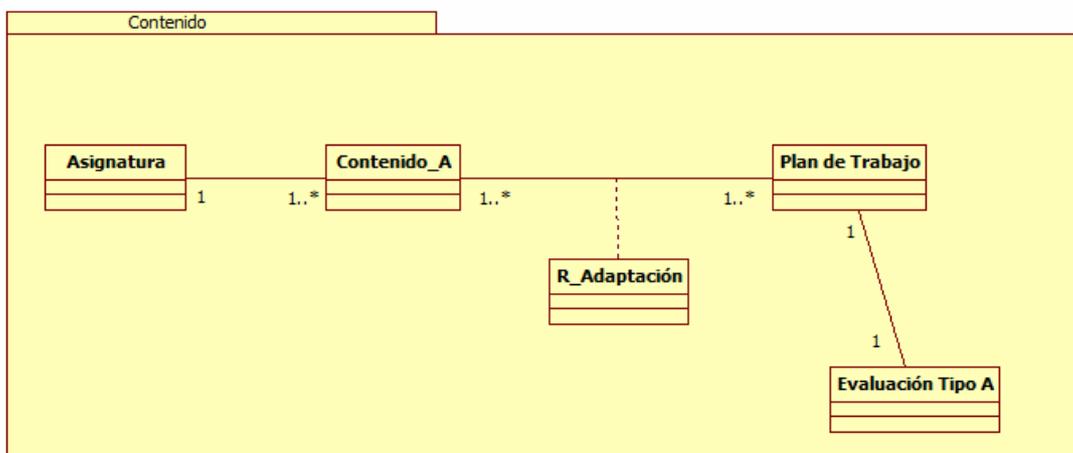


Figura 19. Diagrama de Paquete de Clases Contenido.

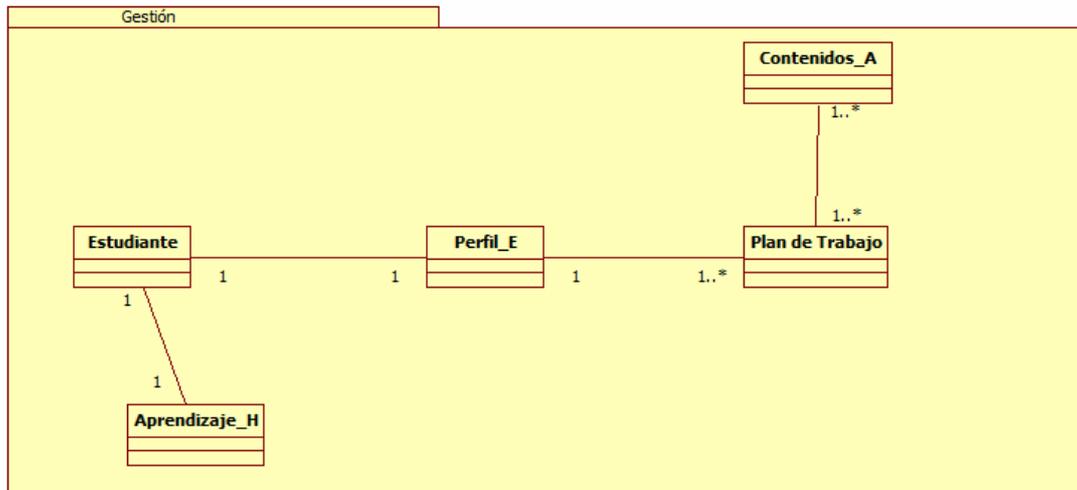


Figura 20. Diagrama de Paquete de Clases Gestión.

La arquitectura del sistema se puede observar en la figura 21, está compuesta por tres capas:

- La primera capa es la presentación, se refiere a la interfaz.
- La segunda capa es la lógica de aplicación, se subdivide en el dominio de la aplicación y los servicios de la aplicación. En el dominio de la aplicación se representan los elementos que permiten la adaptabilidad: perfil del usuario, contenido, adaptación, evaluación y gestión. En los servicios se tienen los elementos que permiten la administración del sistema.
- La tercera capa es la base de datos.

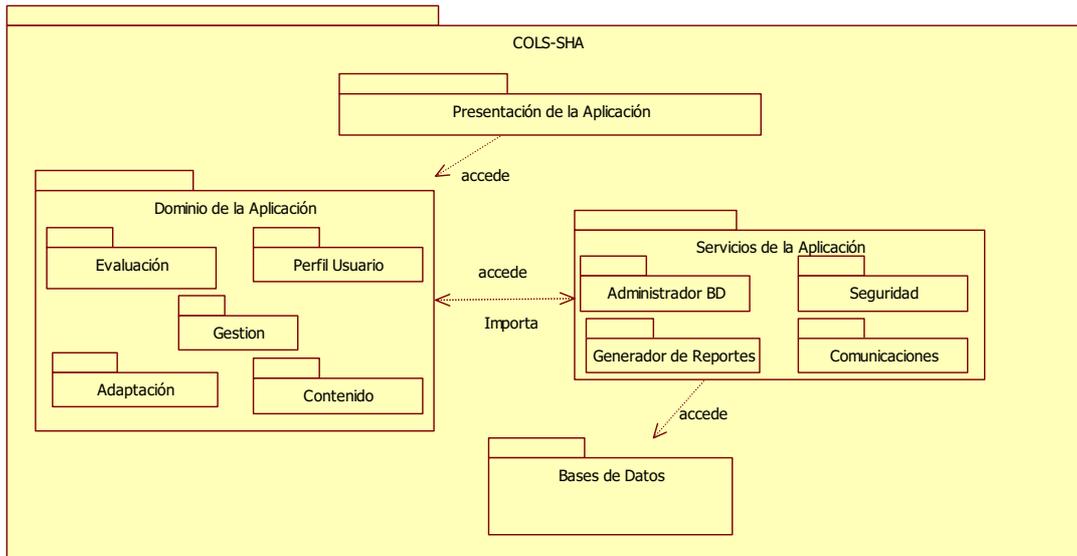


Figura 21. Arquitectura del Sistema.

La fase de implementación se comienza a realizar con los artefactos resultantes de la fase de diseño, creando el código en lenguaje de programación. Desde la figura 22 hasta la 31, se mostrará algunas de las interfaces creadas para este sistema.

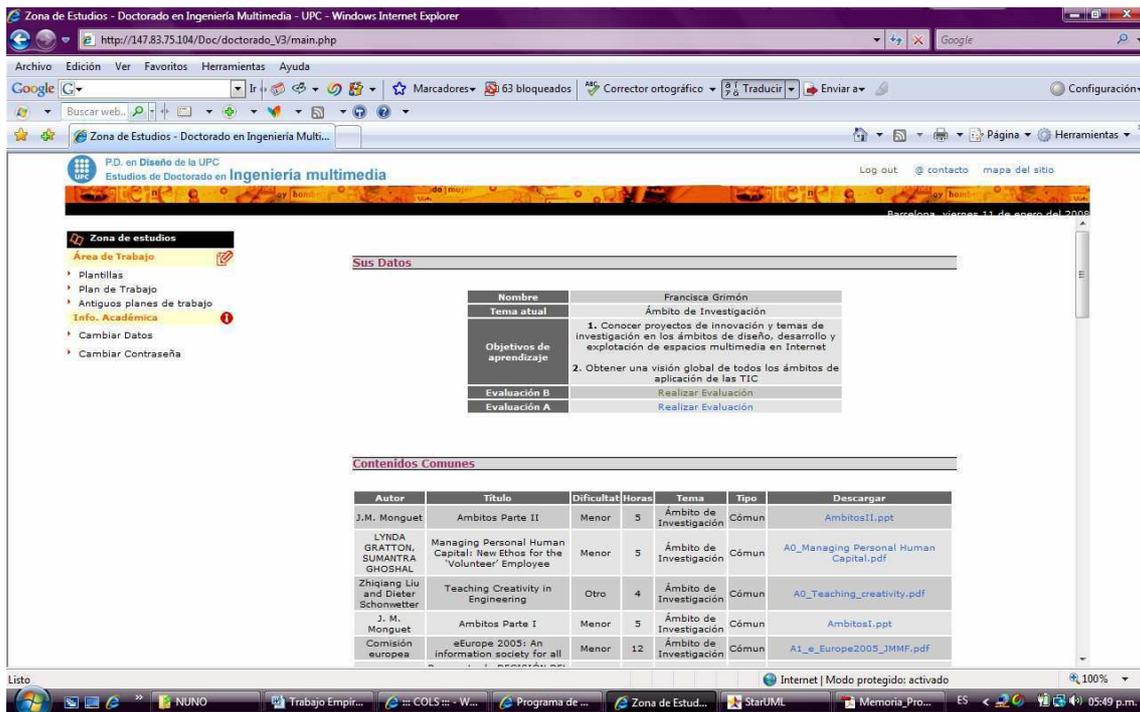


Figura 22. Interfaz Plan de Trabajo.

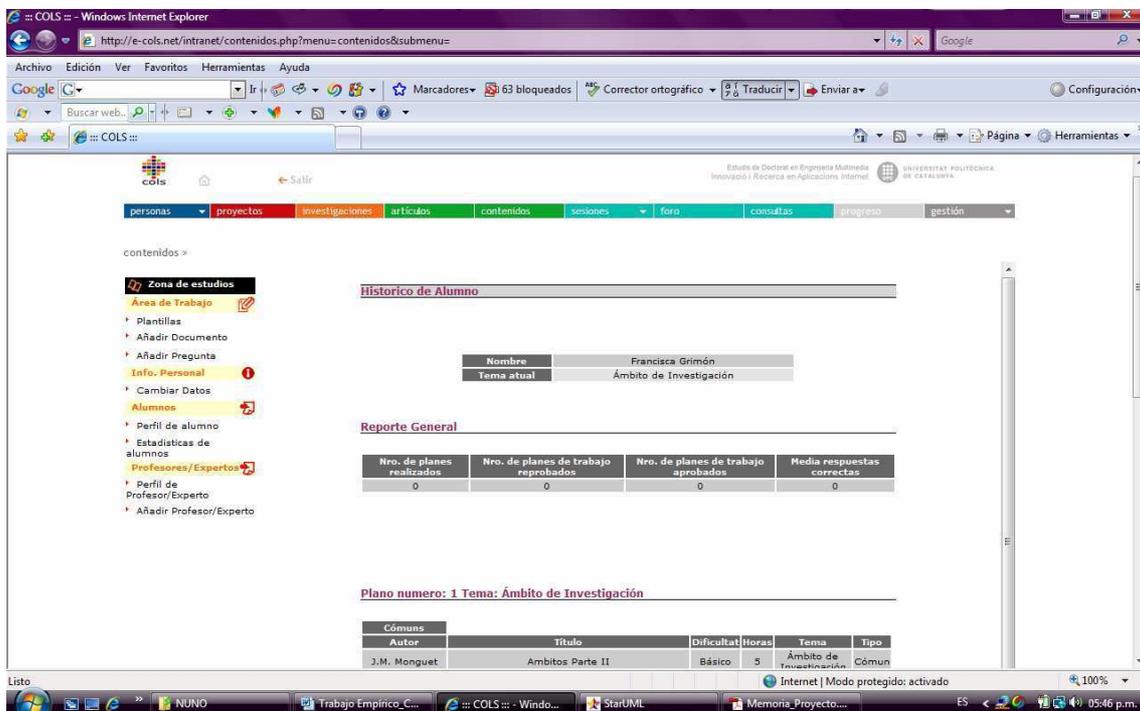


Figura 23. Interfaz Histórico del Estudiante.

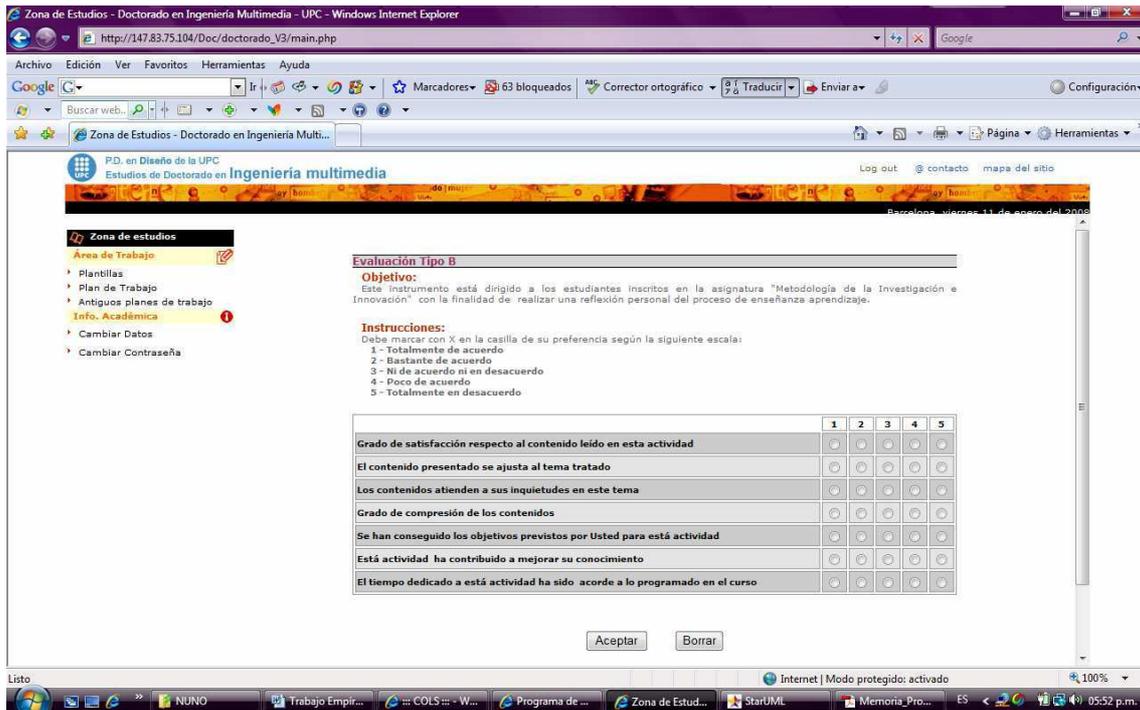


Figura 24. Interfaz Evaluación Tipo B.

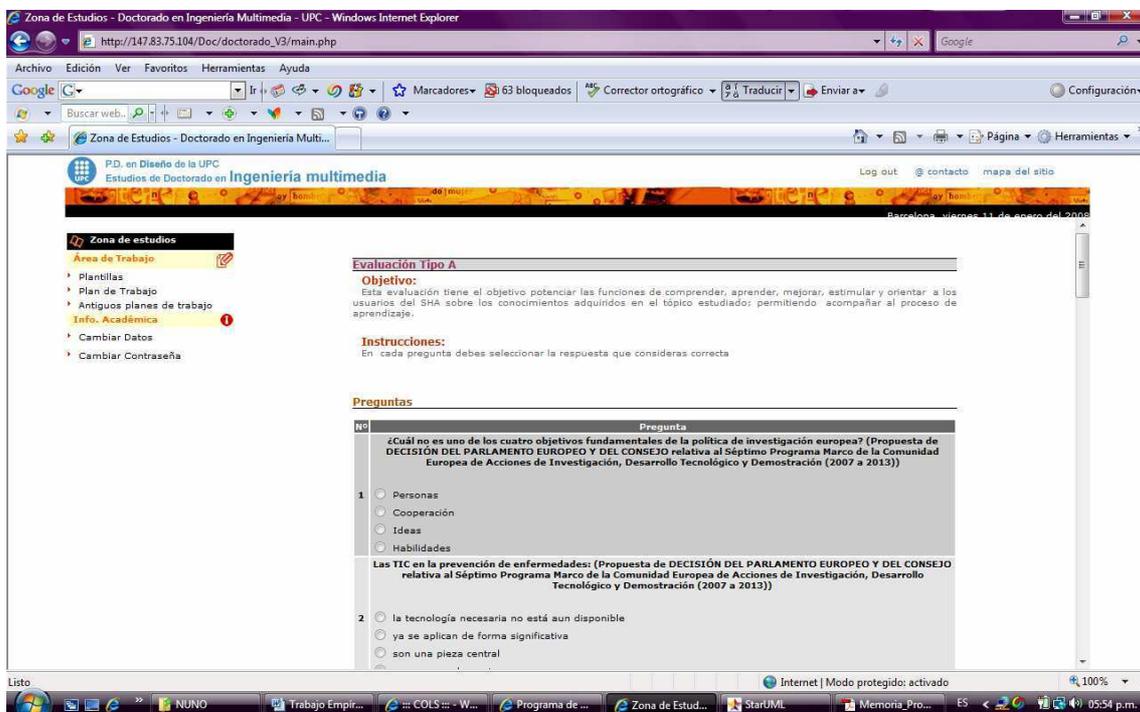


Figura 25. Interfaz Evaluación Tipo A.

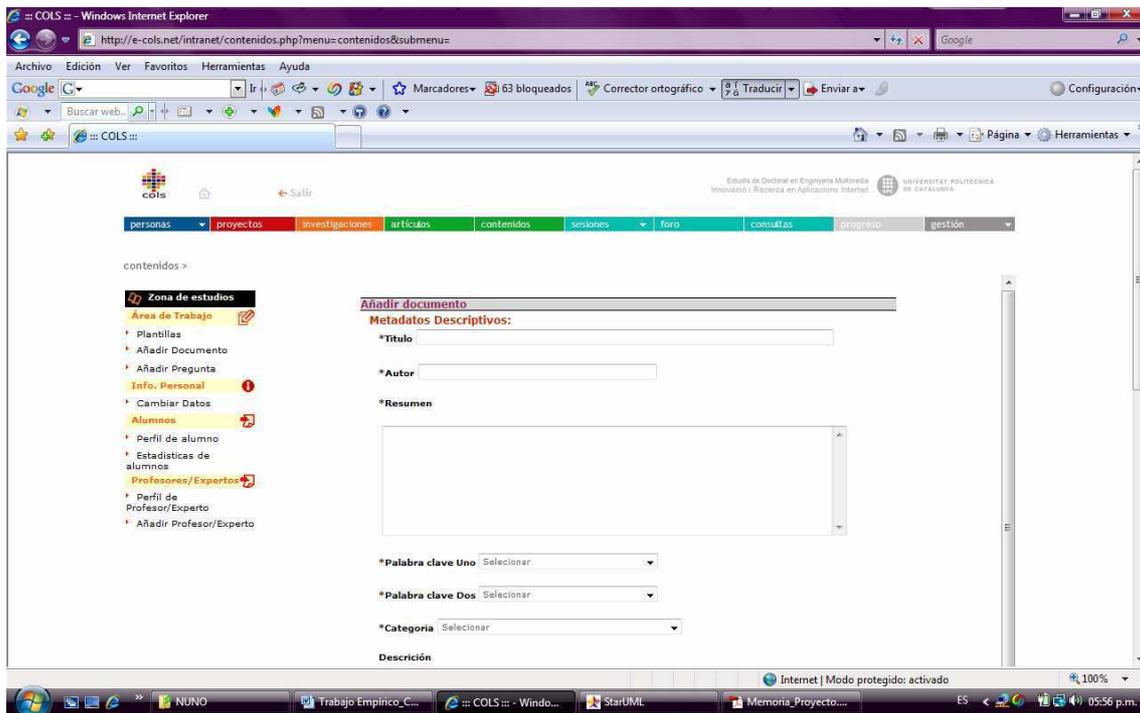


Figura 26. Interfaz Introducir Contenidos.

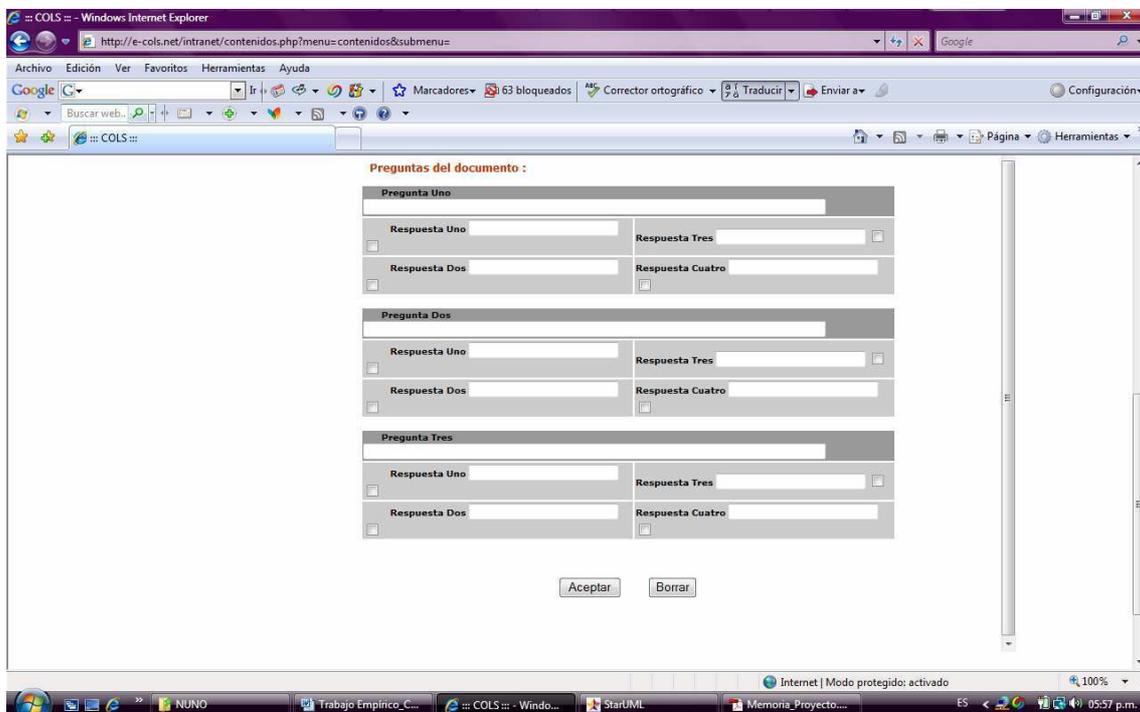


Figura 27. Interfaz Introducir Evaluación Tipo A.

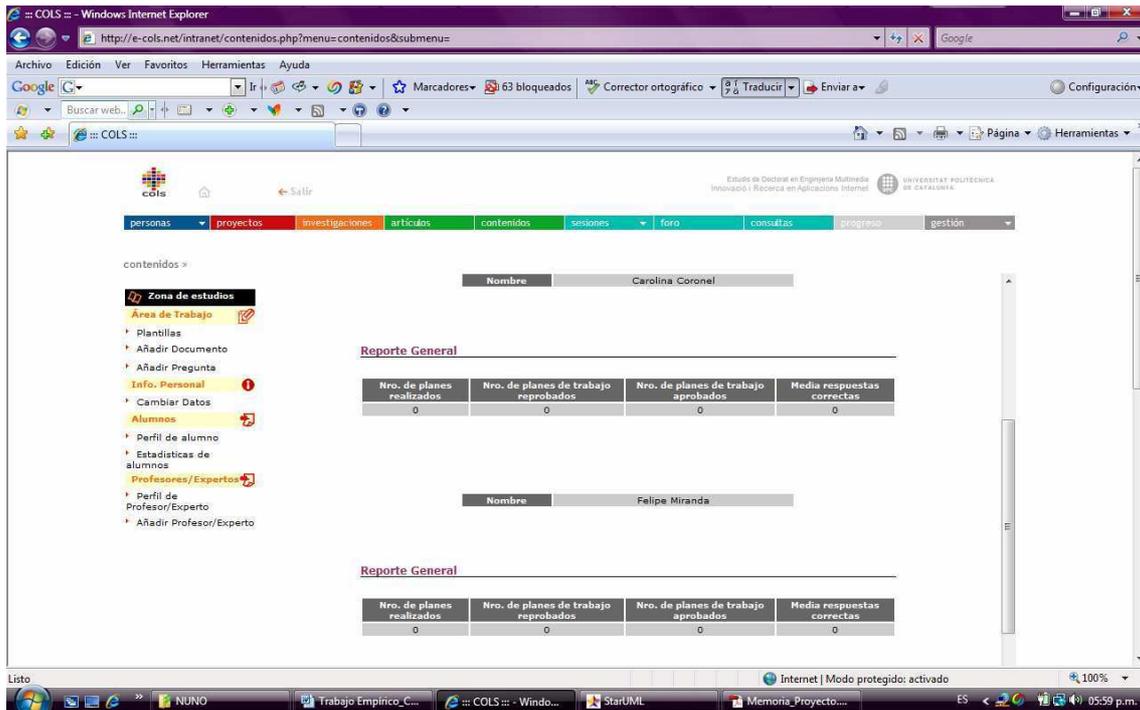


Figura 28. Interfaz Estadística de Alumnos.

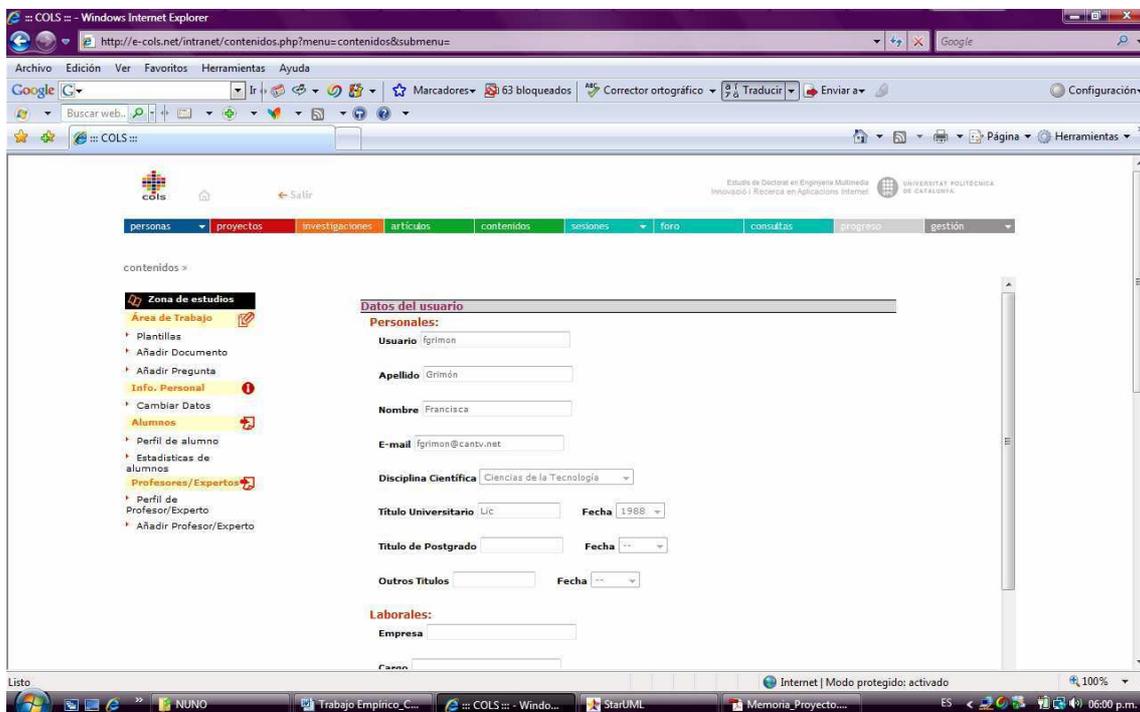


Figura 29. Interfaz Perfil.

En la figura 29 y 30 se ilustra las sesiones en modalidad síncrona en diferentes periodos, curso 2005-2006 y curso 2006-2007 del Doctorado en Ingeniería Multimedia.

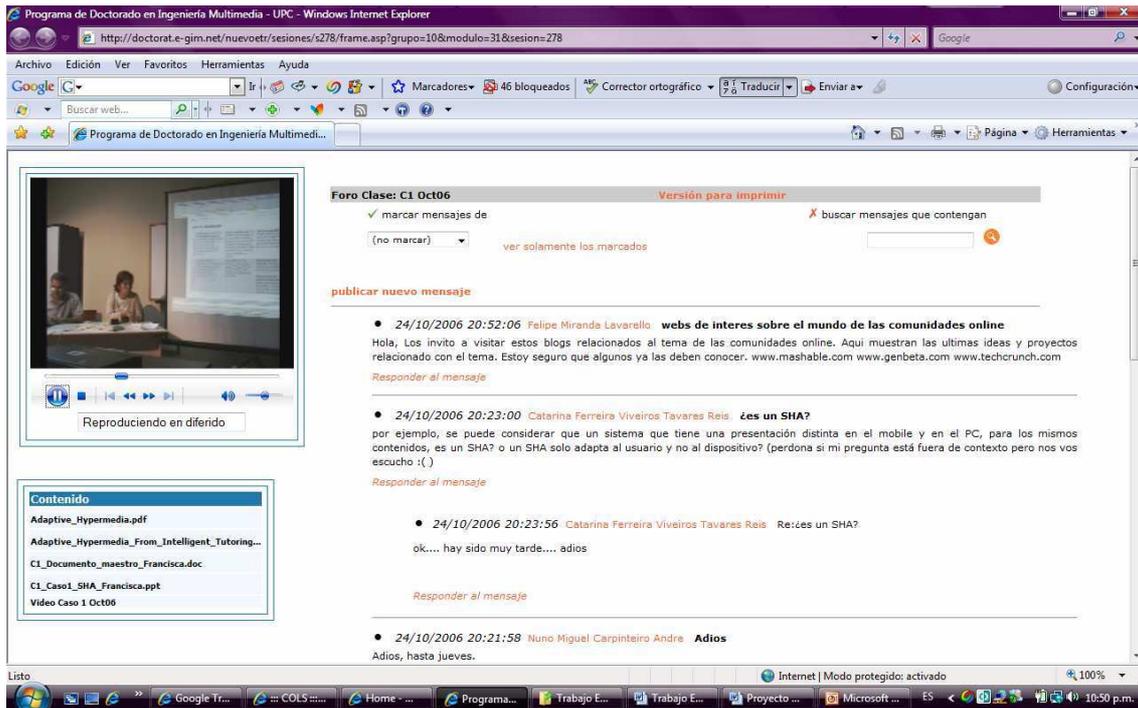


Figura 30. Interfaz Modalidad Síncrona. Curso 2005-2006.

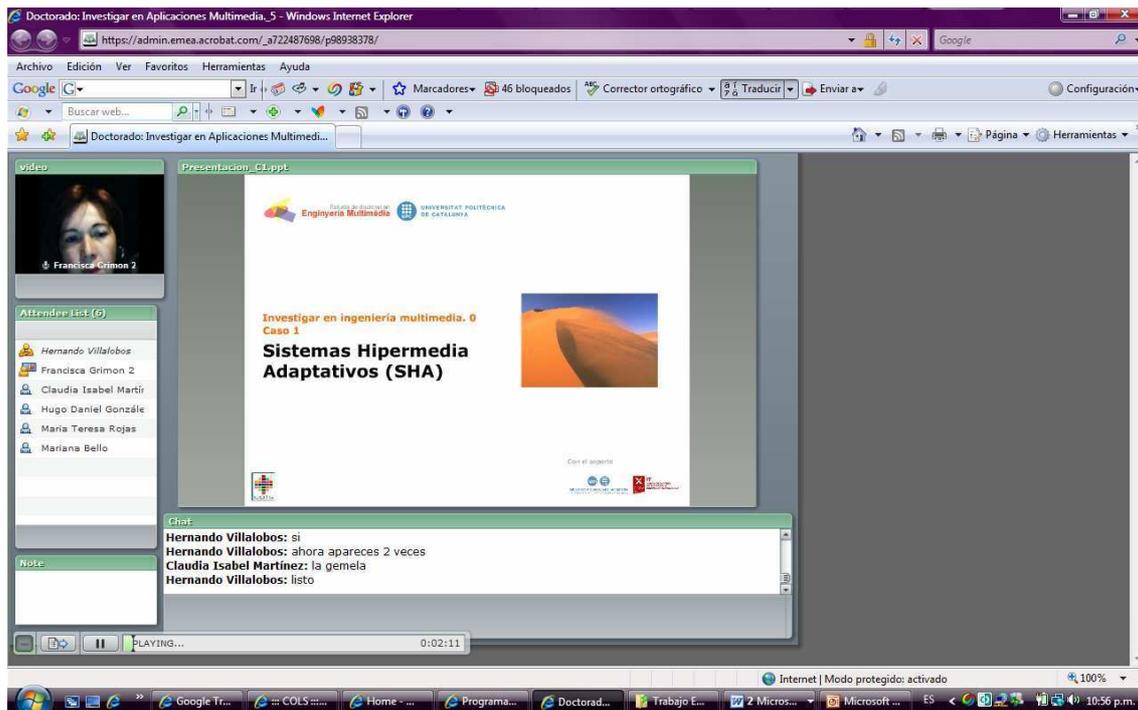


Figura 31. Interfaz Modalidad Síncrona. Curso 2006-2007.

Las pruebas del sistema fueron realizadas por un grupo conformado de seis estudiantes del Doctorado en Ingeniería Multimedia, los cuales utilizaron las diferentes funcionalidades de la aplicación. Validaron los siguientes elementos: datos de entrada para los formularios que capturan los datos del sistema, datos de salida de cada una de las funcionalidades del sistema, verificando si los resultados estaban acorde a lo esperado para la funcionalidad. Para cada caso de uso se realizó la prueba correspondiente, por ejemplo, en la tabla 4 se ilustra la prueba para el caso de uso: Realizar Evaluación Tipo A.

Precondición de la Prueba:	Tener un plan de trabajo asignado
Condiciones de entrada:	Validar <i>login</i> y <i>password</i> del estudiante
Acciones:	Se activan las funciones: Crear evaluación Resultados
Resultados esperados:	Desplegar resultados de la evaluación
Método de validación de resultados esperados:	Desplegar estadística del alumno y verificar los resultados de la evaluación.

Tabla 4. Prueba del caso de uso Realizar Evaluación Tipo A.

3.3 Validación del modelo

Para la validación del modelo se realizó un estudio de caso múltiple holístico exploratorio (Yin 1994). Es múltiple porque se replica el caso de estudio sobre muestras diferentes para obtener pruebas y mejorar la validez externa de la investigación. Es holístico porque existe una sola unidad de análisis que es el individuo, ya que se desea conocer cómo influye el modelo en el proceso de aprendizaje de cada uno de ellos. Es exploratorio porque se aborda un tema o problema de investigación poco estudiado, que permite aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre un contexto particular de la vida real e investigar problemas de comportamiento humano como lo es el aprendizaje. El aporte se dirige a dar cuenta de lo que sucede en la realidad en un contexto y momento determinado y en un nivel de observación libre sin teorías que demostrar (Yin 1994).

Los detalles de la validación del modelo se pueden conocer en la sección de trabajo empírico en el capítulo 4 de esta memoria.

Capítulo 4.

Trabajo Empírico

4 Trabajo Empírico

4.0 Resumen del Capítulo

En esta sección se explican los trabajos de campo realizados en la investigación, siguiendo las actividades que se deben llevar a cabo para efectuar un estudio empírico³⁶, las cuales son: definición del estudio, diseño, implementación, ejecución, análisis y empaquetamiento de los resultados.

Se utiliza la estrategia de investigación empírica denominada estudio de caso porque entre otras características permite investigar un fenómeno contemporáneo dentro del contexto de la vida real (Yin 1994), además, deja investigar una nueva tecnología (Glass, 1997) y es un método estándar para estudios empíricos (Kitchenham 1998). En el diseño del estudio de caso de esta investigación se utilizó el propuesto por Yin (2002), que consta de cinco componentes:

1. Preguntas de investigación.
2. Supuestos, postulados o proposiciones.
3. Unidad o unidades de análisis.
4. Relación entre datos y los Supuestos, postulados o proposiciones.
5. Criterios para interpretar los hallazgos.

³⁶ Estas actividades fueron guiadas por lo indicado en Freimut (2002).

El tipo de estudio de caso aplicado a la investigación es múltiple holístico exploratorio (Yin 2002). Los estudios de caso desarrollados para validar el modelo para la gestión de dominios de contenido para un SHA en un ambiente BL en educación superior fueron:

1. Caso Piloto, realizado en la Universidad Politécnica de Cataluña, programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia. Curso 2006-2007

2. Caso Múltiple que consta de dos experiencias:
 - 2.1. Realizada en la Universidad de Carabobo, Licenciatura en Computación. Curso 2007.

 - 2.2. Realizada en la Universidad Politécnica de Cataluña, programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia. Curso 2007-2008.

Para la recolección de los datos de la investigación se elaboraron los siguientes instrumentos: cuestionarios y entrevistas. Una vez que los datos fueron obtenidos, tratados y organizados se procedió al análisis de los mismos, con la finalidad de dar sentido a la información obtenida y así dar respuesta al problema objeto de estudio. En el análisis de las respuestas abiertas del cuestionario y las respuestas de la entrevista se utilizó el análisis de contenido porque es un método que consiste en clasificar y/o codificar los diversos elementos de un mensaje en categorías (Gómez 2000).

En este trabajo se utilizó una combinación de metodologías cuantitativa y cualitativa porque pueden complementarse y permiten compensar los sesgos metodológicos (Cataldi 2005).

La organización de este capítulo es la siguiente:

4.1 Generalidades: Se presentan los aspectos generales sobre trabajos empíricos, instrumentos y el análisis de contenido.

4.2 Trabajo Empírico de la Investigación: En esta parte se siguen las actividades para realizar la investigación y se subdivide en:

4.2.1 Definición del estudio: Se explica el objetivo de la investigación.

4.2.2 Diseño: Se realiza el diseño del caso piloto, cómo se analizarán los datos, se indican los instrumentos para la recolección de los datos, se presenta el plan de trabajo con las diferentes fases y lo relacionado con la fiabilidad y validez de los instrumentos.

4.2.3 Implementación: Se implementa el plan de trabajo resultante de la fase de diseño, el cual tiene las siguientes etapas: elaboración del modelo, instrumentos, software y estudio de caso piloto.

4.2.4 Ejecución: En la primera parte de esta sección se describen las microinvestigaciones relacionadas con los elementos del modelo propuesto, tales como BL y evaluación. En la segunda parte, se describe la realización de los estudio de caso: piloto y múltiple. En esta parte se recogen los datos que posteriormente serán analizados.

4.2.5 Análisis: Se realiza el análisis de los datos recolectados en la etapa de ejecución, según lo planificado en la etapa de diseño.

4.2.6 Empaquetar Resultados: Se reportan los resultados del estudio con el objetivo de que otros investigadores puedan replicar el estudio y comparar resultados.

4.1 Generalidades

Según Freimut (2002) las actividades realizadas para llevar a cabo un estudio empírico son:

1) **Definición del Estudio:** Determinar el objetivo del estudio que se va a realizar.

2) **Diseño:** Operacionalizar el objetivo del estudio. Para realizar esta actividad se debe considerar: Selección de los instrumentos (entrevistas, cuestionarios, observación), escoger el método de análisis para los datos (cuantitativamente o cualitativamente). Realizar un plan que indica las necesidades, responsables y las fechas.

3) **Implementación:** Recolectar, preparar y producir los materiales que se requieren para el estudio empírico siguiendo el plan. Los materiales incluyen: cuestionarios, entrevistas, herramientas, protocolos, objetos experimentales (sistemas a ser modificados). Una prueba piloto o pre-estudio se realiza con el fin de detectar y corregir las deficiencias.

4) **Ejecución:** Realizar el estudio de acuerdo al plan y recoger los datos requeridos.

5) **Análisis:** Analizar la colección de datos de acuerdo a lo establecido en la etapa del diseño.

6) **Empaquetar Resultados:** Reportar el estudio y sus resultados a las partes externas que son capaces de entender los resultados en su contexto y puedan replicar el estudio.

4.1.2 Estrategias para Trabajos Empíricos

El enfoque general para llevar a cabo esas actividades se denomina estrategia de investigación empírica. Hay una gran variedad en la clasificación de las estrategias, según Robson (1993) pueden ser: experimentales, estudio de caso y encuestas. Los siguientes autores: Zelkowitz y Wallace (1998); Kitchenham (1996); Basili (1996) y Yin (2003) consideran entre sus estrategias de investigación el estudio de caso.

En la tabla 5, se muestran las características del estudio de caso según Kitchenham (1996).

Estudio de Caso

Propósito	Investiga un caso en situación real
Control Requerido	Medio
Apropiado para:	Evaluación de cambios (Introducción de nueva tecnología)
Ventajas	Se puede incorporar al normal desarrollo de actividades Fácil de planificar Ayuda a responder a las preguntas: ¿Cómo? y ¿Por qué? Permite realizar estudios cualitativos
Desventajas	Usualmente no se puede hacer análisis estadístico Escasa definición de estándares Dificultad para interpretar y generalizar
Recopilación de Datos	Cuestionarios Entrevistas Medición de procesos y productos
Tipo de análisis	Permite comparar resultados de estudios de casos

Tabla 5. Características del estudio de caso según Kitchenham (1996).

En Latorre et al. (1996) citado en Bisquerra (2004) exponen las ventajas del uso del estudio de caso en el ambiente socioeducativo son:

- Permite profundizar en un proceso de investigación, a partir de los primeros datos analizados.
- Es apropiado para investigaciones que tienen las siguientes características: pequeña escala, marco de tiempo limitado, espacio y recursos.
- Es un método abierto.

Según Merriam (1988) citado por Rovira et al. (2004) cuando el objetivo de la investigación es un sistema integrado, como una persona, un proceso, una institución o un grupo social se aplica la metodología de estudio de caso.

El estudio de caso tiene su origen en las investigaciones en el área de medicina y psicología donde se utiliza para hacer un análisis minucioso de un proceso individual que explica la patología de una enfermedad (Becker 1979). En sociología estudia un hecho tomado de un grupo de casos particulares para la investigación sociológica (Hamel 1992). Los estudios de caso son importantes para la evaluación de métodos y herramientas de Ingeniería de Software, también permiten mostrar los efectos de la tecnología en una situación en particular (Kitchenham et al. 1995). Por ejemplo utilizando la metodología de estudio de caso se puede mostrar que el uso de lenguajes orientado a objetos aumenta el nivel de reuso en los proyectos del sistema bancario.

En Ingeniería de *Software* el rigor es una condición necesaria para la investigación relevante, pero no es suficiente. La tecnología no debe confiar solamente en experimentos del laboratorio, debe procurar recolectar evidencia de proyectos industriales, usando estudios de observaciones, estudios de caso, exámenes, y experimentos de campo (Kitchenham et al. 2003). Los métodos experimentales aplicados a la ingeniería del *software* se clasifican según Kitchenham et al. (1995) en: experimentos formales, estudio de caso y estudios estadísticos.

Según Yin (1994) el estudio de caso es la estrategia más adecuada cuando las preguntas de investigación están relacionadas con el cómo y el por qué de algunos acontecimientos contemporáneos. Es una investigación empírica y es una forma de investigar fenómenos pocos conocidos, complejos y dinámicos.

En Freimut et al. (2002) se tienen varias definiciones del estudio de caso:

- Es una investigación empírica que investiga un fenómeno contemporáneo dentro del contexto de la vida real (Yin 1994).
- Es un estudio empírico que permite investigar una nueva tecnología (Glass, 1997).
- Es un método para la evaluación de la investigación por monitoreo (Zelkowitz et al. 1998).
- Es un juicio del uso de una tecnología en un proyecto de la vida real, con el objetivo de comparar la nueva tecnología con las otras tecnologías o la práctica actual (Kitchenham et al. 1994).
- Son métodos estándar para estudios empíricos (Kitchenham 1998a).

En Rovira et al. (2004) se define un estudio de caso como: "... un método de investigación cualitativa y empírica orientada a la comprensión en profundidad de un objeto, hecho, proceso o acontecimiento en su contexto natural."

Los estudios de caso pueden ser aplicados en varios campos, entre ellos se tiene la educación, la sociología, la administración, mercadeo, logística,

sistemas de información (Yacuzzi 2005). También proveen suficiente información para ayudar a evaluar tecnologías específicas que pueden beneficiar a una organización o a un proyecto (Kitchenham et al. 1995). Según Bisquerra et al. (2004) permite comprender en profundidad los fenómenos educativos, sin perder complejidad y lo define como: “un método de investigación cualitativa que se ha utilizado ampliamente para comprender en profundidad la realidad social y educativa.”

En Rovira et al. (2004) se exponen algunos ejemplos dónde se puede aplicar la metodología de estudio de caso, entre los cuales se encuentran: formación de usuarios, difusión selectiva de información, servicio de información, etc. Se justifica esta metodología cuando el objetivo final es comprender el proceso para su mejora.

El estudio de caso se aplica según Merriam (1988) citado por Rovira et al. (2004) en los siguientes casos:

- Cuando los interrogantes de la investigación se pueden plantear en términos de: ¿cómo? y ¿por qué?
- Cuánto menos control tenga el investigador sobre el fenómeno planteado.
- Si se quiere obtener resultados que permitan buscar una comprensión global, descriptiva e interpretativa de un fenómeno contemporáneo.
- El objeto investigado forma un sistema integrado.

Según Merriam (1988) citado en Rovira et al. (2004) un estudio de caso se puede aplicar cuando el foco de la investigación es un sistema integrado, una persona, un proceso, una institución o un grupo social.

En Rovira et al. (2004) se realiza una clasificación de los tipos de estudio de caso:

- Exploratorio, descriptivo y explicativo (Yin 1994).
- Simple Holístico (Exploratorio, descriptivo y explicativo), Simple anidado (Exploratorio, descriptivo y explicativo), Múltiple Holístico (Exploratorio, descriptivo y explicativo), Múltiple anidado (Exploratorio, descriptivo y explicativo) (Yin 1994).
- Estudio de caso cuantitativo, estudio de caso cualitativo (Kitchenham 1996).
- Casos diseñados, Casos naturales in vivo y Casos Naturales Post facto (Reigeluth 1999).
- Etnográfico (Descriptivo, Interpretativo y Evaluativo), Histórico (Descriptivo, Interpretativo y Evaluativo), Psicológico (Descriptivo, Interpretativo y Evaluativo) y Sociológico (Descriptivo, Interpretativo y Evaluativo) (Merriam 1988).
- Crónica, Describir, Enseñar y Evaluar (Guba & Lincoln 1985).

El diseño que propone Yin (2002) para el estudio de caso tiene cinco componentes:

1. Preguntas de investigación.
2. Supuestos, postulados o proposiciones.
3. Unidad o unidades de análisis.
4. Determinación de cómo los datos se relacionan con las proposiciones.
5. Criterios para interpretar los hallazgos.

4.1.3 Instrumentos

Los instrumentos son los medios que los investigadores elaboran con el objeto de registrar la información.

La investigación basada en encuesta se utiliza con mucha frecuencia en el ambiente educativo. Utiliza como instrumentos para recolectar los datos: el cuestionario y la entrevista.

La investigación basada en encuesta permite:

- Recoger información de los individuos a partir de formularios de preguntas

- Realizar estimaciones de las conclusiones sobre la población referenciada a partir de resultados obtenidos en la muestra.

El cuestionario es un instrumento para recolectar información, está compuesto por un conjunto finito de preguntas mediante las cuales el individuo proporciona información. El cuestionario puede ser:

- De preguntas cerradas: Se establecen previamente las opciones de respuesta que puede seleccionar el individuo. Se clasifican en: dicotómicas (ofrecen sólo dos opciones de respuesta), de selección simple (ofrecen varias opciones de respuesta, pero sólo se escoge una).
- De preguntas abiertas: No ofrecen opciones de respuesta, el individuo tiene plena libertad de responder al encuestador.
- De preguntas mixtas: Combina las preguntas abiertas y cerradas.

La entrevista consta de un conjunto de preguntas que realiza un entrevistador a un individuo. Se caracteriza por su profundidad, ya que permite indagar de forma amplia una gran cantidad de aspectos relacionados con la investigación. La entrevista puede ser:

- Estructurada: Las preguntas que serán formuladas al entrevistado se encuentran prediseñadas.
- No estructurada: Las preguntas no están elaboradas previamente. Sólo se establece los objetivos de la entrevista.

- Semi-estructurada: Existe una guía de preguntas, pero el entrevistador puede realizar otras preguntas que no están predefinidas. Esto sucede cuando una respuesta da origen a otra pregunta adicional.

Los pasos sugeridos en Bisquerra et al. (2004) para la elaboración de los instrumentos se citan a continuación:

- Definición de los objetivos del cuestionario.
- Planificación del cuestionario.
- Elaboración y selección de las preguntas (abiertas, cerradas).
- Análisis de calidad de las preguntas.
- Análisis de la fiabilidad y validez del cuestionario.
- Redacción final.

4.1.4 Análisis de contenido

El análisis de contenido permite descubrir el significado de un mensaje. Se trata de un método que consiste en clasificar y/o codificar los diversos elementos de un mensaje en categorías (Gómez 2000).

Según Mayntz et al. (1980), López-Aranguren (1986), Bardin (1986), L'Écuyer (1990), Mayer y Quellet (1991), Landry (1998), referenciados en Gómez (2000) se pueden identificar como etapas del análisis de contenido las siguientes:

1. El análisis previo de documentos: consiste en recoger el material a analizar y organizarlo.
2. La preparación del material. Los documentos deben ser desglosados en unidades de significación. Esta etapa se subdivide a su vez, en tres momentos que son:
 - La constitución del corpus.
 - La transcripción del material.
 - La selección de un método de análisis (el método tradicional³⁷, la utilización de un programa de texto o el uso de un programa de análisis de contenido).
3. La selección de la unidad de análisis: Es el segmento de contenido de los mensajes. Puede ser una palabra, un tema, un ítem, un personaje, etc. Se puede tratar del número de apariciones por página o por texto, por párrafo o por línea. Las categorías son los niveles donde serán caracterizadas las unidades de análisis.

³⁷ El método tradicional consiste en desglosar el contenido y agruparlo en temas y luego en categorías o subcategorías.

4. La explotación de los resultados: Se reorganiza el material, se reagrupa en categorías. Según Gómez (2000) la etapa de categorización puede ser acometida según tres modelos: modelo abierto donde no hay categorías preestablecidas, las categorías vienen inducidas de los textos analizados. Modelo cerrado, las categorías están predeterminadas por el investigador desde el comienzo. En el modelo mixto, combina los dos anteriores.

Según Cabrero et al. (1996) las categorías pueden ser definidas por el investigador a partir de diversas vías, entre ellas se tienen: la revisión teórica y conceptual de su objeto de estudio, otros sistemas de categorías formulados por otros autores, opiniones de expertos y especialistas en el objeto de estudio.

Un sistema de categorías debe presentar las siguientes características: exclusión mutua, homogeneidad, pertinencia, y productividad (Cabrero et al. 1996). La exclusión mutua se refiere a que cada uno de los elementos que aparezcan en el texto debe de ubicarse exclusiva y únicamente en una categoría. La homogeneidad indica que un mismo principio de clasificación debe de dirigir su organización. La pertinencia se refiere a la congruencia entre el material y el objetivo del estudio. Productividad indica que el sistema de categorías sea efectivo y proporcione resultados aclaratorios del fenómeno que se estudia.

La fiabilidad y validez, deben estar presentes en el sistema de categorías. La fiabilidad se refiere a la exactitud y consistencia del instrumento cuando se

aplica varias veces. La validez indica el grado en que el instrumento mide lo que realmente se desea medir.

En Mendoza et al. (1978) referenciado en Vega (1996) presentan las etapas que permiten realizar un análisis de contenido, las cuales son:

1. Definir los objetivos de la investigación.
2. Construir el corpus: Reunir el material al cual se aplicará el análisis.
3. Dividir el corpus en unidades de análisis siguiendo los objetivos de la investigación.
4. Agrupar las unidades en categorías.
5. Tratar los datos cuantitativamente y cualitativamente.

En la técnica de análisis, la primera actividad es recoger la unidad de información, con estas unidades se puede obtener:

1. Frecuencia: Es el número de veces que se repite la unidad de información.
2. Orientación: Es el matiz con que viene la unidad de información. Puede ser positiva, negativa o neutra.
3. Fuente de información: Indica de dónde proviene la fuente.

Posterior a la recolección de las unidades de información se pasa a la obtención de las categorías. Estas agrupan un conjunto de unidades de información que hacen referencia a un mismo aspecto de lo que se investiga. También se puede obtener la frecuencia³⁸ y la orientación dominante³⁹.

El próximo paso es agrupar las categorías en temas referidos a los aspectos que se investigan. Se puede calcular el índice de frecuencia⁴⁰ y el índice de orientación⁴¹ de cada tema.

4.2 Trabajo Empírico de la Investigación

En esta sección se explican los trabajos de campo realizados en el marco de esta investigación. Los trabajos que se detallarán en esta sección son:

3. Experiencia realizada en la Universidad Politécnica de Cataluña, programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia (Caso Piloto).
4. Experiencia realizada en la Universidad de Carabobo, Licenciatura en Computación.

³⁸ Es la suma de las frecuencias de las unidades de investigación.

³⁹ Se establece con el predominio positivo o negativo de las unidades de información. No se consideran las unidades neutras.

⁴⁰ Es el porcentaje en que se repiten las unidades de información de todas las categorías, en relación al número total de unidades de información.

⁴¹ Es el porcentaje de información que dominan positivamente o negativamente en relación al número total de unidades de información del tema.

5. Experiencia realizada en la Universidad Politécnica de Cataluña, programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia.

La explicación de cada experiencia será guiada por las actividades que se deben llevar a cabo para un estudio empírico (Freimut, 2002), utilizando la metodología de estudio de caso propuesta por Yin (2002).

4.2.1 Definición del Estudio

En el mundo dinámico de la información, de páginas *Web*, portales, motores de búsqueda, entre otros. Para los usuarios de este mundo cada vez se hace más difícil localizar la información de forma rápida y oportuna. Por otro lado, se tienen aplicaciones educativas para la formación a través de la *Web* que llegan a una audiencia amplia y heterogénea, permitiendo a los estudiantes tener mayor autonomía. Uno de los problemas en los sistemas educativos se encuentra en la sobrecarga de información, además, los contenidos son iguales para todos los estudiantes, no importando su experiencia, preferencias y otros aspectos particulares de cada uno.

Este panorama suscita un interés por el desarrollo de los SHA, cuyo objetivo es construir un espacio de aprendizaje capaz de ajustarse a las particularidades de cada estudiante, considerando su evolución a lo largo del tiempo. La naturaleza de los SHA permite configurar entornos educativos, consiguiendo que los estudiantes alcancen los objetivos de aprendizaje establecidos

mediante contenidos y recorridos adecuados a sus aptitudes, intereses y preferencias.

Actualmente, las herramientas de gestión de contenidos en Internet permiten organizar el acceso a los contenidos en diversas formas, de manera que un estudiante pueda seguir múltiples recorridos en los mismos. Esta investigación propone un modelo para la gestión de dominios de contenido en SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial. Este modelo considera dos modalidades para la comunicación: Síncrona y Asíncrona. Además del modelo, se desarrolla el software y se realiza la prueba con varios grupos de estudiantes para poder conocer su percepción sobre el modelo.

A los efectos de esta investigación consideramos que un “dominio de contenido” se refiere a un área temática específica, tal como informática, medicina, etc. El dominio de contenidos abarca un rango de información acerca de un área del conocimiento específico. Los usuarios están ávidos de recibir la información relevante sobre el dominio y no desean perder el tiempo en encontrar aquello que buscan, ni están dispuestos a repetir complicados caminos de acceso para llegar a la información deseada.

4.2.2 Diseño

Para operacionalizar el objetivo de esta investigación se utilizará el estudio de caso, propuesto por Yin (2002), que consta de cinco componentes:

- Preguntas de investigación.
- Supuestos, postulados o proposiciones.
- Unidad o unidades de análisis.
- Relación entre datos y los Supuestos, postulados o proposiciones.
- Criterios para interpretar los hallazgos.

4.2.2.1 Estudio de caso

Preguntas de investigación:

- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes al utilizar el SHA?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a los contenidos aportados por el Sistema?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones sobre los contenidos que le realizará el Sistema?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a su perfil⁴², generado por el Sistema?

⁴² El perfil se refiere a las condiciones particulares de cada estudiante en cuanto a conocimientos, experiencia académica/investigación/actividad laboral, habilidades en tecnología, interés/preferencias en el curso objeto de estudio y progreso en el curso. El sistema genera el perfil mediante la información que suministra el estudiante al momento en que ingresa a la herramienta y los conocimientos previos. El perfil se actualiza con la interacción entre el estudiante y el sistema.

- ¿Considerarán los estudiantes que el uso del SHA tiene un efecto positivo sobre su proceso de aprendizaje?
- ¿Cómo influirá el modelo sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo?

Supuestos, postulados o proposiciones:

- La valoración de los estudiantes al utilizar el SHA será positiva.
- La valoración de los estudiantes respecto a los contenidos suministrados por el sistema para su aprendizaje será positiva
- La valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones suministradas por el sistema será positiva.
- La valoración de los estudiantes respecto al perfil generado por el sistema para su aprendizaje será positiva.
- Los estudiantes valorarán positivamente el efecto del uso del SHA sobre su proceso de aprendizaje.
- El modelo influirá positivamente sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo.

Unidad de análisis:

El individuo se convierte en la unidad de análisis de este estudio de caso, porque se desea conocer cómo influye el modelo sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo.

Relación entre datos y los Supuestos, postulados o proposiciones:

- Se utilizarán cuestionarios y entrevistas para conocer la valoración que hacen los estudiantes acerca del uso del SHA.
- Se utilizarán cuestionarios y entrevistas para conocer la valoración de los estudiantes respecto a los contenidos suministrados por el sistema para su aprendizaje.
- Se utilizarán cuestionarios y entrevistas para conocer la valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones suministradas por el sistema.
- Se utilizarán cuestionarios y entrevistas para conocer la valoración de los estudiantes respecto al perfil generado por el sistema.
- Se utilizarán cuestionarios y entrevistas a los estudiantes para conocer el efecto del SHA sobre su proceso de aprendizaje.
- Se utilizarán cuestionarios y entrevistas para conocer la influencia del modelo en el proceso de aprendizaje de cada individuo.

Criterios para interpretar los hallazgos:

El criterio a considerar es la de valoración que hacen los estudiantes del modelo sobre su proceso de aprendizaje.

4.2.2.2 Estudio de caso piloto

El caso piloto ayuda a refinar la colección de datos con respecto al contenido de los datos y al procedimiento que debe seguirse. Además, es más formativo porque asiste al desarrollo y refinación de las preguntas en los cuestionarios y/o entrevistas (Yin 2002).

Se desarrollará un caso piloto aplicando el modelo para la gestión de dominios de contenido en SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial. La muestra del caso piloto fue de dieciséis estudiantes del curso de metodología de la investigación en el Doctorado en Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña. Para el diseño de este estudio de caso se utilizó el propuesto por Yin (2002) que tiene los siguientes pasos:

- Preguntas de investigación.
- Supuestos, postulados o proposiciones.
- Unidad o unidades de análisis.
- Relación entre datos y los Supuestos, postulados o proposiciones.

- Criterios para interpretar los hallazgos.

4.2.2.3 Análisis de los datos

Una vez que los datos son obtenidos, tratados y organizados se procede al análisis de los mismos, con la finalidad de dar sentido a la información obtenida y así dar respuesta al problema objeto de estudio.

La compatibilidad de métodos cualitativos y cuantitativos presenta discusiones, también existen recomendaciones para combinar enfoques cualitativos y cuantitativos que permitan lograr efectivamente metas determinadas.

En Philipp (2001) se sugiere hacer una primera reducción interpretativa-cualitativa de los datos iniciales, contar, ordenar por frecuencia, expresar en porcentajes. Luego comparar segmentos de datos y/o casos con procedimientos estadísticos, etc. Por último interpretar cualitativamente qué aportan los resultados nuevos para contestar las preguntas de la investigación.

En Cataldi (2005) se indica que los métodos cualitativos y cuantitativos pueden complementarse porque permiten compensar los sesgos metodológicos. En Cook y Reichardt (1986) se expresa que no existen impedimentos para combinar los atributos de los dos paradigmas cualitativo y cuantitativo, que permita al investigador obtener las fortalezas de cada uno de ellos.

En esta investigación se realizará un enfoque más cualitativo, se manipularán los datos a fin extraer el significado relevante respecto al problema objeto de

estudio. Se utilizará el análisis de contenido para descubrir el significado de los mensajes, codificando las respuestas de las preguntas abiertas del cuestionario y los resultados de las entrevistas. También, se realizará un análisis estadístico exploratorio de datos que incluye la organización, descripción, resumen de los datos y representaciones gráficas. El tamaño de las muestras para las experiencias empíricas realizadas durante esta investigación se presenta en la tabla 6:

Experiencia	Número de participantes
Doctorado (Caso Piloto)	16
Licenciatura en Computación	26
Doctorado	7

Tabla 6. Experiencias empíricas.

Debido a que número de participantes en cada experiencia es pequeño, se realizará más énfasis en un análisis cualitativo de los datos recolectados, mediante las entrevistas y preguntas abiertas del cuestionario.

4.2.2.4 Instrumentos para recolectar los datos

En esta investigación se realizaron estudios de encuestas que tienen una finalidad descriptiva específica y concreta. Se utilizaron como instrumento de recogida de datos el cuestionario y la entrevista. Estos instrumentos son

convenientes para la descripción y predicción de un fenómeno educativo, son eficientes para una primera aproximación a la realidad o para estudios exploratorios (Bisquerra 2004). Según Colin (2002) el cuestionario y la entrevista se utilizan para descubrir lo que ellos piensan, sienten o creen respecto al fenómeno estudiado.

4.2.2.5 Plan

El plan indica las necesidades, responsables y las fechas en las cuales se deben llevar a cabo las actividades que permitan cumplir con el objetivo de la investigación.

Fase	Requerimiento	Actividades	Responsable	Fecha
Marco del Trabajo	Estudiar el estado del arte. Realizar trabajos	Buscar en las bases de datos indexadas Realización de trabajos: BL, Evaluación en Tiempo Real y SHA.	Investigador	Enero 2005- Dic-2007
	Estudiar la situación actual	Investigar sobre la situación actual del Doctorado.	Investigador	Enero-Febrero 2005
Modelo	Elaborar modelo	Definir y diseñar el modelo.	Investigador	Marzo – Mayo 2005
Sistema	Realizar las Especificaciones	Delimitar el sistema.	Investigador	Junio 2005
	Realizar el Análisis	Determinar los elementos que intervienen en el sistema.	Investigador	Julio 2005
	Realizar el Diseño	Proponer soluciones para la implementación.	Investigador	Septiembre-diciembre 2005

Fase	Requerimiento	Actividades	Responsable	Fecha
	Realizar la Implementación	Traducir en lenguaje de programación el diseño.	Programador	Enero-Junio 2006
	Realizar las Pruebas	Detectar fallos y corregirlos	Investigador Programador	Julio 2006
Contenidos y evaluaciones	Solicitar contenidos a expertos	Hacer seguimiento a los expertos.	Investigador Investigadores del doctorado	Abril-Julio 2006
	Cargar repositorios de contenidos y evaluaciones	Incorporar la metadata de los contenidos en el sistema.	Investigador	Agosto-Septiembre 2006
Instrumentos	Elaboración y Validación	Conformar grupo Familiarizar grupo en la investigación Coordinar grupo Elaborar instrumentos.	Grupo Multidisciplinario. Investigador	Mayo-Julio 2006
Trabajo Empírico (Caso Piloto)	Utilizar el sistema. Recolectar datos para la investigación	Realizar manual de información del sistema. Convocar los integrantes de la muestra. Enviar instrumentos a los integrantes de la muestra.	Investigador Estudiantes de Doctorado	Octubre 2006-Enero 2007
Refinar Instrumentos	Ajustar instrumentos	Elaborar instrumentos definitivos	Investigador	Febrero 2007
Trabajo Empírico (Estudio de caso múltiple)	Utilizar el sistema. Recolectar datos para la investigación	Solicitar contenidos a experto. Cargar repositorio de contenidos y evaluaciones. Realizar manual de información del sistema. Convocar los integrantes de la muestra. Enviar instrumentos a los integrantes de la muestra.	Investigador Estudiantes de Grado Experto	Marzo-Julio 2007

Fase	Requerimiento	Actividades	Responsable	Fecha
		Solicitar nuevos contenidos y evaluaciones a investigadores.		
	Utilizar el sistema.	Cargar repositorio de contenidos y evaluaciones.	Investigador	
	Recolectar datos para la investigación	Realizar manual de información del sistema.	Estudiantes de Doctorado	Mayo 2007- Enero 2008
		Convocar los integrantes de la muestra.		
		Enviar instrumentos a los integrantes de la muestra		

Tabla 7. Plan de Trabajo de la Investigación.

4.2.2.6 Fiabilidad y validez

La fiabilidad se refiere a la exactitud y consistencia del instrumento cuando se aplica varias veces. La validez indica el grado en que el instrumento mide lo que realmente se desea medir.

En un estudio reportado en Mendoza et al. (1978) referenciado en Vega (1996) indica que la validez de contenido se confirmó considerando la bibliografía existente para elaborar los ítems y la opinión de profesionales expertos en el tema.

En Morales et al. (2003) se refiere a la validez de contenido, indicando que permite mostrar si los reactivos del instrumento ejemplifican la categoría, de la

cual se desea realizar conclusiones posteriormente. Para ello sugieren formular las categorías y definirlas, posteriormente solicitar a expertos que clasifiquen los reactivos en las categorías donde creen que deben estar. Esta prueba es utilizada para comprobar si el instrumento, en apariencia, mide lo que pretende medir. También, proponen comprobar que los reactivos que se utilizan en el instrumento tengan una redacción comprensible, a esto lo denominan revisión de la claridad.

La validez de contenido de esta investigación fue realizada mediante expertos que clasificaron los reactivos en las categorías y así conseguir que el instrumento mida realmente lo que pretende medir.

En esta investigación, en cuanto a la fiabilidad de la escala el objetivo es que los estudiantes respondan a la escala propuesta dando su valoración u opinión acerca del modelo y sus implicaciones en el proceso de aprendizaje. En esta investigación no se crea una escala, por lo tanto, la fiabilidad se estudiará con el análisis de contenido, que permitirá analizar el por qué cada estudiante ha respondido a cada reactivo.

4.2.3 Implementación

4.2.3.1 Modelo

La implementación del modelo para la gestión de dominios de contenido en SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial se detalla en el capítulo 3 de esta memoria.

4.2.3.2 Instrumentos

Para elaborar los instrumentos utilizados en esta investigación se consideró la bibliografía existente sobre el tema, de esta forma se diseñó la propuesta inicial de los reactivos⁴³.

El cuestionario inicial fue desarrollado para el caso piloto, contenía preguntas mixtas. De esta experiencia se analizaron las respuestas de las preguntas abiertas, dando origen a nuevas preguntas para un segundo instrumento.

Posteriormente, se convocó a un equipo multidisciplinario de expertos para realizar la validez de apariencia o contenido⁴⁴ y la revisión de claridad⁴⁵ de los instrumentos. El equipo estaba formado por: tres Ingenieros, tres Licenciados en Informática y dos Educadores. La formación de este equipo permitió incorporar diversos puntos de vista durante el diseño de los instrumentos. Los integrantes de este equipo se encontraban en diferentes países: Venezuela,

⁴³ Ítems que conforman las categorías.

⁴⁴ Muestra si los reactivos del instrumento ejemplifican la categoría, de la cual se desea realizar conclusiones posteriormente.

⁴⁵ Permite conocer si los reactivos tienen una redacción comprensible.

USA y España, debido a esta dispersión geográfica se utilizaron las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para la interacción. A continuación se describe el proceso llevado a cabo por el equipo y el investigador para diseñar los instrumentos:

1. El investigador:
 - a. Informó al equipo de trabajo de los objetivos de la investigación.
 - b. Familiarizó al equipo de trabajo con la teoría y *software* del SHA.
 - c. Preparó un papel de trabajo que contenía una propuesta de las categorías⁴⁶ y reactivos del instrumento. Esto se realizó considerando la bibliografía existente sobre la investigación y el análisis del cuestionario inicial.
2. Cada miembro del equipo decidió en base a su experiencia y la información suministrada por el investigador cuales serían las categorías y reactivos que permitirían explorar el problema a investigar. Para ello utilizaron como base a esta actividad el papel de trabajo elaborado por el investigador.
 - a. Para elaborar los reactivos se consideró:
 - i. Redacción: Se debe formular en forma de opinión cuando se trata de escalas de actitudes. Otras veces se redacta en

⁴⁶ Es una construcción teórica analítica, de atributos sobre hechos observables (Heana et al. 2000).

forma de conductas o rasgos personales. Además, deben ser redactados con claridad y evitar las ambigüedades

- ii. Relevancia: Deben ser relevantes y estar relacionados con lo que se desea medir.
 - b. Para la redacción de las respuestas, cuando son escalas de actitudes se suelen expresar con el grado de acuerdo o desacuerdo con el contenido del ítem (Chiva et al. 2001).
3. Cuando los reactivos fueron redactados se procedió a reconsiderar el título de las categorías. Es importante señalar que el grupo eliminó, insertó y modificó reactivos del papel de trabajo.
4. Para realizar la validez de contenido se llevaron a cabo las siguientes actividades:
 - a. Se mezclaron los reactivos y cada miembro del grupo colocó los reactivos en la categoría que mejor representa.
 - b. Con los reactivos que se colocaron en otra categoría diferente a la inicial, se realizó su respectiva justificación, explicando la motivación del cambio.
5. Para la revisión de claridad el investigador solicitó al equipo multidisciplinario calificar cada reactivo, según la siguiente escala: (1) De acuerdo con la redacción, (2) Indiferente (3) En desacuerdo con la

redacción. En caso de estar en desacuerdo, se pidió la nueva redacción y sus comentarios.

Los instrumentos se presentan en los anexos.

4.2.3.3 Sistema

El SHA es uno de los componentes del modelo para la gestión de dominios de contenido. Los detalles del diseño e implementación del sistema se encuentran en el capítulo 3.

4.2.3.4 Caso Piloto

El caso piloto fue diseñado con una muestra de dieciséis estudiantes de la asignatura Metodología de la Investigación, en el Doctorado Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña. Los estudiantes estaban en diferentes países: Portugal, Venezuela y España.

En el caso piloto se realizaron las siguientes actividades:

1. Los estudiantes utilizaron la modalidad síncrona. Tenían las sesiones con el profesor dónde conocían del tema objeto de estudio mediante la explicación del profesor. La interacción entre los estudiantes y el profesor se llevaba a cabo mediante el *chat* y video conferencia. En otra sesión posterior, los estudiantes eran evaluados mediante el uso de una

herramienta que permitía la evaluación en tiempo real (Fabregas et al. 2005).

2. Posteriormente, los estudiantes en modalidad asíncrona profundizaban el tema objeto de estudio mediante la utilización del SHA. Cada estudiante, recibía del sistema un plan de trabajo acorde a su perfil, que contenía los contenidos que permitían profundizar sobre el tema y cumplir con los objetivos de aprendizaje. Al utilizar el sistema, los estudiantes debían presentar dos tipos de evaluaciones: Evaluación A, sobre conocimientos de los contenidos y evaluación B, sobre su percepción del proceso de aprendizaje.
3. Los estudiantes respondieron a un cuestionario que contenía preguntas mixtas (abiertas y cerradas).

4.2.4 Ejecución

En esta sección se realiza el estudio de acuerdo al plan y se recogen los datos requeridos para su posterior análisis. A continuación serán presentadas cada fase del plan de trabajo detallando las actividades realizadas.

4.2.4.1 Marco de Trabajo

Yin (1994) referenciado en Rovira (2004) propone definir un marco teórico preliminar sobre el tema investigado a partir de los conocimientos previos disponibles en la literatura científica, indica que es necesario hacer la revisión

teórica antes de iniciar la recolección de los datos porque ayudará en el diseño de la investigación y en el análisis de los resultados. En esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- **Búsqueda en las bases de datos indexadas:** Se realizó la búsqueda de la información relacionada con el tema SHA en las bases de datos indexadas, en el lapso de tiempo 1996-2007. En los gráficos 1, 2 y 3 se muestran los resultados de esas búsquedas. Se ha realizado un análisis por autores que más publican en el área y países dónde se llevan a cabo investigaciones sobre los SHA.



Gráfico 1. Publicaciones en SHA.

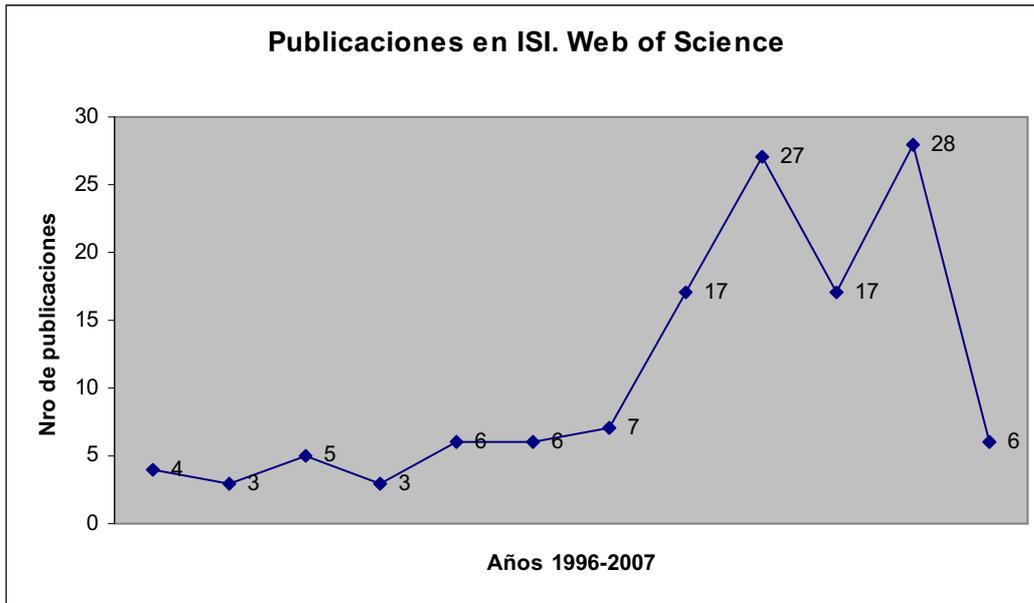


Gráfico 2. Publicaciones en SHA. Versión 2.

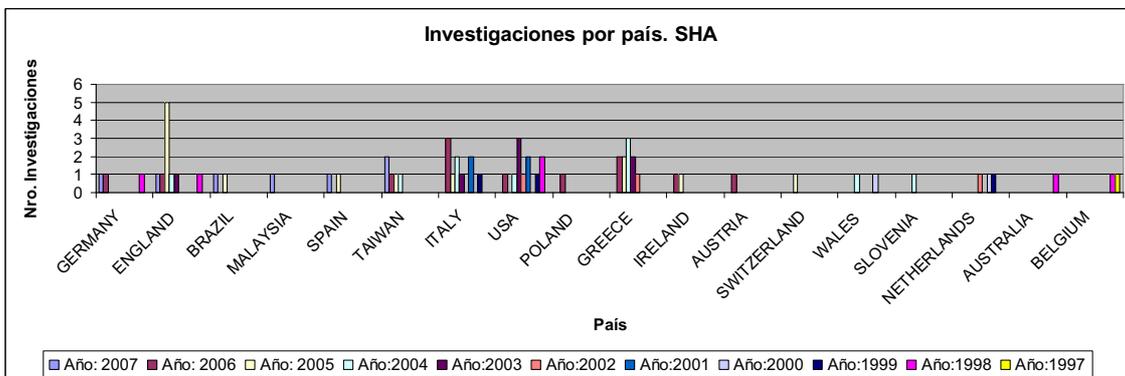


Gráfico 3. Publicaciones en SHA por país.

- Realización de trabajos relacionados con elementos del modelo, tales como BL y evaluación. Estos trabajos ayudaron a conocer más profundamente estos elementos y su incidencia en el proceso de aprendizaje, en definitiva,

aportaron ideas y nociones para llevar a cabo la presente investigación. A continuación se presentan:

- Efecto del BL sobre el rendimiento y motivación de los estudiantes: Se ha realizado la búsqueda bibliográfica correspondiente. El objetivo del trabajo fue explorar el efecto que tiene el grado de presencia que se requiere de los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre el rendimiento y el interés por la materia objeto de aprendizaje, utilizando como estrategia didáctica el método de casos de estudio, como una particularidad del aprendizaje basado en problemas (*problem based learning*). También se explora el rol que desempeña el docente cuando se desarrolla el proceso de enseñanza con niveles de presencia alto, medio y bajo. Para llevar a término la experiencia se creó un entorno virtual *ad hoc*. Los resultados sugirieron que: a) Los grupos de estudiantes asociados a los niveles de presencia medio y bajo obtienen un mejor rendimiento. b) La motivación percibida de los estudiantes evoluciona positivamente en todos los grupos experimentales; en el caso del nivel de presencia medio el incremento de la motivación es mayor. c) La dedicación del docente es diferente para los tres niveles de presencia, superando la planificada para los niveles medio y bajo. Los detalles de esta investigación se pueden ver en Monguet et al. (2006)

- *Assessing Real Time Evaluation Practices in Different Learning Environments:* Se ha realizado la búsqueda bibliográfica correspondiente. El objetivo del trabajo fue explorar el efecto de la evaluación en tiempo real en un ambiente BL. Esta evaluación permite la supervisión personalizada del aprendizaje. Los estudiantes pueden estar geográficamente separados y realizar las evaluaciones utilizando una herramienta que fue creada para tal fin, en modalidad síncrona. El profesor provee *feedback* en tiempo real, que permite explicar aquellos contenidos que han sido confusos a los estudiantes. Además el estudiante puede contrastar su comprensión de los contenidos. Los resultados de la investigación sugieren que el sistema permite mejorar el proceso de aprendizaje. Los detalles de este trabajo se pueden ver en Fabregas et al. (2005)

- *Cognitive implications of using an artifact for real-time evaluations and lectures in a graduate level course:* Se ha realizado la búsqueda bibliográfica correspondiente. El objetivo del trabajo fue conocer la percepción de los estudiantes acerca del uso del artefacto para *real-time evaluations and lectures (ARTEL)*. También conocer las implicaciones de la distribución de la cognición. Los resultados indicaron que *ARTEL* tuvo un impacto positivo sobre la cognición durante las sesiones de evaluación porque los

estudiantes reciben inmediatamente la retroalimentación sobre su proceso de aprendizaje. Los detalles de esta investigación se pueden ver en Ferruzca (2007)

- Estudio de la situación actual: La situación del doctorado antes de la implementación del modelo se obtiene mediante la investigación realizada por Ferruzca (2008). Para la presente investigación se resalta sobre todo lo relacionado con la interacción síncrona y los contenidos. En la tabla 8, se ilustra la percepción del estado de la interacción de los estudiantes con los artefactos en la siguiente escala:

1 Muy de acuerdo, 2 De acuerdo, 3 Ni de acuerdo Ni desacuerdo, 4 Desacuerdo, 5 Muy desacuerdo.

	1	2	3	4	5
1. El portal del doctorado es fácil de usar, puedo encontrar sin problemas lo que busco y navegar sin dificultades por la Web.	6.6%	40%	20%	26.8%	6.6%
2. Es fácil apreciar la importancia de cada contenido en el portal del Doctorado.	6.6%	46.6%	13.3%	26.8%	6.6%
3. Los contenidos y servicios que ofrece la zona de estudios del DIM son los que yo necesito.	13.3%	26.8%	46.6%	13.3%	0%
4. Creo que conozco y entiendo lo suficiente la estructura de la "Zona de Estudios" en el portal de Internet del programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia.	6.6%	60%	13.3%	20%	0%
5. El grado de comunicación que tengo con las personas del doctorado a través del Foro en la Zona de estudios es:	0%	6.6%	13.3%	26.8%	53.3%
6. Mi conocimiento del material bibliográfico publicado en la sección APUNTES de la zona de estudios es.....	0%	20%	46.6%	33.3%	0%

	1	2	3	4	5
7. Creo que la comunicación que tengo con mis compañeros, tutores y coordinadores a través del E-mail del Aula Virtual del Doctorado es:	0%	13.3%	26.8%	33.3%	26.8%

Tabla 8. Percepción del estado de la interacción de los estudiantes con los artefactos, extraído de Ferruzca (2008).

Ferruzca concluye con la información que recolecta de los estudiantes de la siguiente forma: “...existía una actitud desfavorable sobre el material bibliográfico publicado aquí porque no les parecía interesantes. Además, los estudiantes no podían publicar contenidos.”

“...los estudiantes sugirieron que para mejorar la experiencia de interacción con el portal se tenía que: actualizar los contenidos cuidando que se relacionen con los temas de interés para el colectivo, mejorar la legibilidad de los textos e implementar herramientas que permitan una comunicación síncrona mediante Internet.”

“...La falta de contenidos, su mala organización y el hecho de que los estudiantes no pueden publicarlos directamente son aspectos que influyen negativamente en la funcionalidad del portal. “

Esta información es considerada para mejorar la situación actual y así proponer modelo para la gestión de dominios de contenido en SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial.

4.2.4.3 Contenidos y Evaluaciones

El dominio de contenido⁴⁷ en esta investigación estuvo conformado por las líneas de investigación del Doctorado en Ingeniería Multimedia, la asignatura metodología de investigación y la asignatura Sistemas de Información. Este modelo permite el uso de otros dominios de contenidos.

Las líneas de investigación del Doctorado⁴⁸ son:

1. Diseño interactivo/ Contenidos. Algunos de los ámbitos de trabajo:

1.1. Contenidos hipermedia adaptativos.

1.2. Contenidos para el desarrollo de casos de estudio.

1.3. Autogestión de contenidos por los propios autores.

1.4. Visualización, simulación y realidad aumentada.

1.5. Video-simulación.

⁴⁷ Se refiere a un área temática específica.

⁴⁸ Extraído de la Intranet del Doctorado en Ingeniería Multimedia (Cols) <http://e-cols.net/lineas.php>

2. Diseño interactivo/ Consultoría. Algunos de los ámbitos de trabajo:
 - 2.1. Metodologías de formación altamente participativas.
 - 2.2. Soporte a los tutores en la formación híbrida.
 - 2.3. Herramientas y métodos para la consultoría en la formación.
 - 2.4. Foros de debate.
3. Diseño interactivo/ Monitorización. Algunos de los ámbitos de trabajo:
 - 3.1. Herramientas y técnicas para la evaluación en tiempo real.
 - 3.2. Monitorización del progreso del estudiante en entornos altamente participativos.
 - 3.3. Influencia de la evaluación previa en la motivación y el rendimiento.
 - 3.4. Soporte a terapias mediante dispositivos móviles.
4. Diseño interactivo/ Procesos. Algunos de los ámbitos de trabajo:
 - 4.1. Aprendizaje basado en proyectos.
 - 4.2. Interacción en grupos transdisciplinarios de trabajo.
 - 4.3. Flujos de trabajo en la formación.
5. Diseño interactivo/ Modelos. Algunos de los ámbitos de trabajo:

5.1. Modelización de espacios virtuales.

5.2. Modelos y agentes en el ámbito del *e-learning*.

5.3. Modelos y agentes en el ámbito de la e-salud.

5.4. Revisión y validación de modelos teóricos.

El dominio de contenidos de la asignatura Metodología de la Investigación abarca:

1. Ámbito de Investigación.
2. Investigación basada en encuesta.
3. Investigación experimental.
4. Investigación quasi-experimental.
5. Investigación prospectiva (Delphi).
6. Estudio de caso.
7. Documentación científica.

El dominio de contenidos de la asignatura Sistemas de Información abarca:

1. El área de Interfaz Humano-Computador.
2. Disciplinas relacionadas.

3. Psicología del usuario.
4. Aspectos a considerar en el diseño de interfaz.
5. Modelos empleados en el diseño interfaces de usuario, metáfora.
6. Lineamientos para el diseño de interfaz.
7. Usabilidad en la interfaz usuario.
8. Método Diseño de interfaz.
9. Método evaluación Interfaz.
10. Técnicas de Interacción. Interfaces *Web*.

Los contenidos y evaluaciones que conforman el repositorio de contenidos y de evaluaciones del Doctorado se obtuvieron mediante el trabajo colaborativo de los investigadores tutelados, que forman parte del programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia, en conjunto con los profesores del mismo programa.

El procedimiento seguido para esta etapa consistió en solicitar a los estudiantes tutelados activos del programa doctoral la cantidad de cinco papers que sean de importancia en su investigación. Además, se solicitó toda la metadata que corresponde a los contenidos y por cada documento tres preguntas de tipo cerrada, cada una con cuatro opciones de respuesta, indicando la opción verdadera.

El trabajo colaborativo llevado a cabo por los investigadores (tutelados y profesores) fue coordinado por el investigador⁴⁹. La modalidad BL estuvo presente en esta etapa. Se utilizaron las TIC para realizar la interacción entre los miembros del grupo, dado a que se encontraban geográficamente en diferentes países: Colombia, México, Venezuela, Portugal y España. Es importante resaltar que los estudiantes ubicados en Barcelona además de utilizar las TIC también se comunicaron “cara a cara” con el investigador para aclarar dudas.

El aporte de esta etapa a la investigación es relevante porque se conjugan experiencias de las líneas de investigación del Doctorado con los conocimientos de los estudiantes tutelados que provienen de diferentes disciplinas (informática, electrónica, diseño, ingeniería, educación, etc.) y sus correspondientes investigaciones en el Doctorado, asesoradas por el profesor tutor. Además, en el Doctorado en Ingeniería Multimedia se incentiva la formación de recursos humanos de alto nivel, que aporten conocimiento científico como base para el desarrollo y la innovación en el ámbito de la ingeniería multimedia; investigando en un entorno interdisciplinario y desarrollando proyectos con un alto índice de innovación. Por último, tener información no supone poseer conocimiento, pero es preciso gestionar de forma conveniente la información para obtener el conocimiento. Todo esto permitirá generar nuevos conocimientos y aportes a la comunidad científica.

⁴⁹ Se refiere a la persona que lleva a cabo esta investigación (Francisca Grimón Mejías)

4.2.4.4 Instrumentos

Los instrumentos que fueron descritos en la sección 4.3.3.2, y su aplicación en los estudios de caso de esta investigación se especifican en la tabla 9.

Experiencia	Instrumentos
Caso Piloto:	Cuestionario 1
Doctorado (1) ⁵⁰	Evaluación Tipo B
Caso Múltiple:	
Sistema de Información	Cuestionario 2 Entrevista 1 Evaluación Tipo B
Doctorado (2) ⁵¹	Cuestionario 2 Entrevista 1 Entrevista 2 Evaluación Tipo B

Tabla 9. Experiencia/Instrumentos.

Caso Piloto

En esta sección se detalla sobre la muestra y los componentes que conforman el estudio de caso.

Participantes

La muestra estuvo formada por dieciséis estudiantes del curso Metodología de la Investigación (curso 2006-2007), del Doctorado en Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña, que estudian en un formato de BL y residen en diferentes países: España, Portugal y Venezuela.

⁵⁰ Se refiere a las dos experiencias realizadas en el Doctorado en diferente tiempo, curso 2006-2007.

⁵¹ Experiencia realizadas en el Doctorado en diferente tiempo, curso 2007-2008.

Se utilizará el estudio de caso, propuesto por Yin (2002), que consta de cinco componentes:

1. Preguntas de la investigación:

- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes al utilizar el SHA?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a los contenidos aportados por el Sistema?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones sobre los contenidos que le realizará el Sistema?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a su perfil, generado por el Sistema?
- ¿Considerarán los estudiantes que el uso del SHA tiene un efecto positivo sobre su proceso de aprendizaje?
- ¿Cómo influirá el modelo sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo?

2. Supuestos, postulados o proposiciones:

- La valoración de los estudiantes al utilizar el SHA será positiva.
- La valoración de los estudiantes respecto a los contenidos suministrados por el sistema para su aprendizaje será positiva

- La valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones suministradas por el sistema será positiva.
- La valoración de los estudiantes respecto al perfil generado por el sistema para su aprendizaje será positiva.
- Los estudiantes valorarán positivamente el efecto del uso del SHA sobre su proceso de aprendizaje.
- El modelo influirá positivamente sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo.

3. Unidad de análisis:

El individuo se convierte en la unidad de análisis de este estudio de caso, porque se desea conocer cómo influye el modelo sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo.

4. Relación entre datos y los supuestos, postulados o proposiciones:

- Se utilizará un cuestionario para conocer la valoración que hacen los estudiantes acerca del uso del SHA.
- Se utilizará un cuestionario y la evaluación tipo B para conocer la valoración de los estudiantes respecto a los contenidos suministrados por el sistema para su aprendizaje.

- Se utilizará un cuestionario para conocer la valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones suministradas por el sistema.
- Se utilizará un cuestionario para conocer la valoración de los estudiantes respecto al perfil generado por el sistema.
- Se utilizará un cuestionario y la evaluación tipo B para conocer el efecto del SHA sobre su proceso de aprendizaje.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron aplicados en diferentes momentos de la experiencia. En la tabla 10 se muestran los instrumentos.

Título	Objetivo	Frecuencia	Muestra
Datos personales	Determinar el perfil inicial del estudiante	Al inicio de la interacción con el sistema	16
Cuestionario 1 (<i>on-line</i>)	Conocer la percepción del estudiante acerca del Sistema, en cuanto a: contenido, evaluación, plan de trabajo, perfil e impacto en su proceso de aprendizaje	Al finalizar la evaluación Tipo A.	16
Evaluación Tipo B	Conocer la percepción del estudiante sobre su proceso de aprendizaje	Al finalizar un plan de trabajo	16

Tabla 10. Instrumentos de recolección de datos.

5. Criterios para interpretar los hallazgos:

El criterio a considerar es la de valoración que hacen los estudiantes del modelo sobre su proceso de aprendizaje.

En este caso piloto, con el cuestionario 1⁵² se realizaron preguntas mixtas, cerradas (dicotómicas) y abiertas. Las preguntas abiertas se basaron en preguntar el ¿por qué? a su selección dicotómica. Esto permitió profundizar en aspectos de importancia dentro de la investigación y refinar los instrumentos, es decir, se agregaron nuevas preguntas para realizar los próximos ensayos (caso múltiple). La refinación del cuestionario fue validada por el grupo de expertos.

Supuestos, postulados o proposiciones fueron confirmados mediante la recolección de los datos.

En la tabla 11 se muestran los resultados en cuanto a la valoración que hacen los estudiantes respecto a contenidos, evaluación y el sistema en general. Se puede observar que los estudiantes están de acuerdo en que los contenidos presentados se ajustan para lograr el objetivo de aprendizaje. El 66% indica que ha comprendido excelentemente los contenidos mostrados por el sistema de acuerdo con su perfil. Un 77,8 % de los estudiantes dicen que es excelente el impacto del sistema en su proceso de enseñanza-aprendizaje. Un 66,7% de los estudiantes valoran como buena la calidad de las preguntas que realiza el sistema para evaluar los conocimientos. Finalmente, un 66,7% de los estudiantes perciben como excelente el sistema de contenidos adaptativos.

⁵² En el anexo 1 se puede observar el cuestionario.

	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo
¿El contenido presentado es el adecuado para lograr el objetivo de aprendizaje.?	100%	0%	0%	0%	0%
¿Cuál ha sido el grado de comprensión de los contenidos.?	66%	34%	0%	0%	0%
¿Qué impacto tiene el uso del Sistema en su proceso de enseñanza aprendizaje.?	77,8%	22,2%	0%	0%	0%
Valoraría la calidad de las preguntas, de la evaluación sobre los conocimientos:	11,1%	66,7%	22,2%	0%	0%
¿Cuál es su valoración del Sistema.?	66,7%	33,3%	0%	0%	0%

Tabla 11. Resultados del Cuestionario *On-line*. Contenidos, evaluación y el sistema en general.

En la tabla 12 se presentan los resultados relacionados con el plan de trabajo y el perfil del usuario⁵³ generado por el sistema. Un 100% de los estudiantes están de acuerdo con el plan de trabajo presentado y su concordancia para satisfacer los objetivos de aprendizaje. El 90% de los estudiantes indican que el plan de trabajo presentado por el sistema está acorde a su perfil. Por último, a un 100% de los estudiantes le ha sido fácil entender el plan de trabajo asignado por el sistema.

⁵³ En esta investigación son sinónimos perfil de usuario y perfil del estudiante.

	Si	No
¿El contenido presentado en el plan de trabajo se ajusta a los objetivos de aprendizaje?	100%	0%
¿El tema abordado en el contenido ha resultado interesante?	100%	0%
¿Su perfil de usuario generado por el Sistema está acorde al plan de trabajo presentado?	90%	10%
¿La evaluación de conocimientos se ajusta al contenido?	90%	10%
¿Le ha sido fácil entender la presentación del plan de trabajo asignado por el Sistema?	100%	0%

Tabla 12. Resultados del Cuestionario *On-line*. Plan de Trabajo y el perfil del usuario.

En la tabla 13 se presentan los resultados de la evaluación tipo B, en cuanto a la percepción del estudiante sobre su proceso de aprendizaje.

	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Poco de acuerdo	Totalmente en desacuerdo
Satisfacción respecto al contenido leído en esta actividad.	63 %	37 %	0%	0%	0%
El contenido presentado se ajusta al tema tratado.	85 %	15 %	0%	0%	0%
Los contenidos atienden a sus inquietudes en este tema.	85 %	10 %	5%	0%	0%
Compresión de los contenidos.	66 %	34 %	0%	0%	0%
Se han conseguido los objetivos previstos por Usted para esta actividad.	62 %	38 %	0%	0%	0%
Esta actividad ha contribuido a	90 %	10 %	0%	0%	0%

	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Poco de acuerdo	Totalmente en desacuerdo
mejorar su conocimiento.					
El tiempo dedicado a esta actividad ha sido acorde a lo programado en el curso.	80 %	20 %	0%	0%	0%

Tabla 13. Resultados de la Evaluación Tipo B.

4.2.4.6 Estudio de caso múltiple

Está constituido por los casos de la Licenciatura en Computación y Doctorado, se replica el estudio de caso sobre muestras diferentes para obtener pruebas y mejorar la validez externa de la investigación.

Estudio de caso de la Licenciatura en Computación:

Participantes

La muestra estuvo formada por veintiséis estudiantes de un curso de Sistemas de Información, de la carrera Licenciatura en Computación de la Universidad de Carabobo, Venezuela. El ambiente de formación fue BL. La entrevista se realizó a catorce estudiantes, el criterio de selección fue por su disponibilidad de tiempo para el día y hora de la entrevista.

Se utilizará el estudio de caso, propuesto por Yin (2002), que consta de cinco componentes:

1. Preguntas de la investigación:

- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes al utilizar el SHA?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a los contenidos aportados por el Sistema?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones sobre los contenidos que le realizará el Sistema?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a su perfil, generado por el Sistema?
- ¿Considerarán los estudiantes que el uso del SHA tiene un efecto positivo sobre su proceso de aprendizaje?
- ¿Cómo influirá el modelo sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo?

2. Supuestos, postulados o proposiciones:

- La valoración de los estudiantes al utilizar el SHA será positiva.
- La valoración de los estudiantes respecto a los contenidos suministrados por el sistema para su aprendizaje será positiva

- La valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones suministradas por el sistema será positiva.
- La valoración de los estudiantes respecto al perfil generado por el sistema para su aprendizaje será positiva.
- Los estudiantes valorarán positivamente el efecto del uso del sistema hipermedia adaptativo sobre su proceso de aprendizaje.
- El modelo influirá positivamente sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo.

3. Unidad de análisis:

El individuo se convierte en la unidad de análisis de este estudio de caso, porque se desea conocer cómo influye el modelo sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo.

4. Relación entre datos y los supuestos, postulados o proposiciones:

- Se utilizará un cuestionario y entrevista para conocer la valoración que hacen los estudiantes acerca del uso del SHA.
- Se utilizará un cuestionario, entrevista y la evaluación tipo B para conocer la valoración de los estudiantes respecto a los contenidos suministrados por el sistema para su aprendizaje.

- Se utilizará un cuestionario y entrevista para conocer la valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones suministradas por el sistema.
- Se utilizará un cuestionario y entrevista para conocer la valoración de los estudiantes respecto al perfil generado por el sistema.
- Se utilizará un cuestionario, entrevista y la evaluación tipo B para conocer el efecto del SHA sobre su proceso de aprendizaje.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron aplicados en diferentes momentos de la experiencia. En la tabla 14 se muestran los instrumentos.

Título	Objetivo	Frecuencia	Muestra
Datos personales	Determinar el perfil inicial del estudiante.	Al inicio de la interacción con el sistema.	26
Cuestionario 2	Conocer la percepción del estudiante acerca del Sistema, en cuanto a: contenido, evaluación, plan de trabajo, perfil e impacto en su proceso de aprendizaje.	Al finalizar la evaluación Tipo A.	26
Entrevista	Conocer la percepción del estudiante acerca del Sistema, en cuanto a: contenido, evaluación, plan de trabajo, perfil e impacto en su proceso de aprendizaje.	Al finalizar la experiencia.	14
Evaluación Tipo B	Conocer la percepción del estudiante sobre su proceso de aprendizaje.	Al finalizar un plan de trabajo.	26

Tabla 14. Instrumentos de recolección de datos.

5. Criterios para interpretar los hallazgos:

Se deben aplicar criterios que permitan validar el modelo a nivel de los estudiantes. El criterio a considerar es la de utilidad del modelo sobre proceso de aprendizaje de cada estudiante.

Desde la tabla 15 hasta las 19 se presentan los resultados en cuanto a la valoración que hacen los estudiantes respecto a contenidos, evaluación, plan de trabajo y perfil del estudiante generado por el sistema. Los siguientes resultados están basados en los datos obtenidos mediante el cuestionario 2.

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy desacuerdo
Los contenidos fueron adecuados para lograr los objetivos de aprendizaje.	23,07%	61,54%	11,54%	3,85%	0,00%
Los contenidos me permitieron profundizar en el tema objeto de estudio.	19,24%	46,15%	15,38%	19,23%	0,00%
Los contenidos han sido útiles en mi formación.	46,15%	42,31%	7,69%	3,85%	0,00%

Tabla 15. Resultados del cuestionario 2 sobre contenidos.

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy desacuerdo
La evaluación de conocimientos se ajusta al contenido.	69,23%	26,92%	0,00%	3,85%	0,00%
Las preguntas de la evaluación de conocimientos son fáciles de entender.	84,62%	15,38%	0,00%	0,00%	0,00%
Las evaluaciones dadas por el sistema han estado acorde a mi perfil.	53,85%	34,61%	7,69%	3,85%	0,00%

Tabla 16. Resultados del cuestionario 2 sobre evaluaciones.

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy desacuerdo
La presentación del Plan de Trabajo me ha sido fácil de entender.	65,38%	23,08%	11,54%	0,00%	0,00%
El Plan de trabajo mostrado por el sistema es intuitivo.	11,54%	53,85%	23,08%	11,53%	0,00%
El Plan de trabajo generado por el sistema está acorde con mi perfil.	26,92%	30,77%	38,46%	3,85%	0,00%

Tabla 17. Resultados del cuestionario 2 sobre Plan de Trabajo.

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy desacuerdo
Los contenidos se ajustaron a mi perfil.	25,00%	54,17%	16,67%	4,16%	0,00%
El perfil generado por el sistema me proporcionó contenidos útiles.	23,08%	50,00%	19,23%	7,69%	0,00%
El perfil generado por el sistema se adaptó a mis necesidades de aprendizaje.	30,77%	42,31%	23,08%	3,84%	0,00%

Tabla 18. Resultados del cuestionario 2 sobre Perfil del Estudiante.

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy desacuerdo
La utilización del sistema trajo mejoras en mi aprendizaje.	33,33%	58,33%	8,34%	0,00%	0,00%
El uso del sistema me ha permitido aprender de forma personalizada.	25,00%	62,50%	8,33%	4,17%	0,00%
Me ha motivado a mejorar la forma en que aprendo.	29,17%	45,83%	20,83%	4,17%	0,00%
He disminuido el tiempo en la búsqueda de contenidos.	54,55%	31,82%	9,09%	4,54%	0,00%
He aprendido más.	54,55%	9,09%	36,36%	0,00%	0,00%

He aprendido mejor.	34,78%	34,78%	26,09%	4,35%	0,00%
---------------------	--------	--------	--------	-------	-------

Tabla 19. Resultados del cuestionario 2 sobre el Aprendizaje.

Los resultados de la entrevista estructurada (parte estructurada cerrada) se muestran en los siguientes gráficos. En el análisis de contenido se detallará el por qué a estas respuestas de la entrevista (parte abierta).

En el gráfico 4, un 64% de los estudiantes indican que los contenidos mostrados para su formación fueron excelentes y un 36% percibe que son buenos.

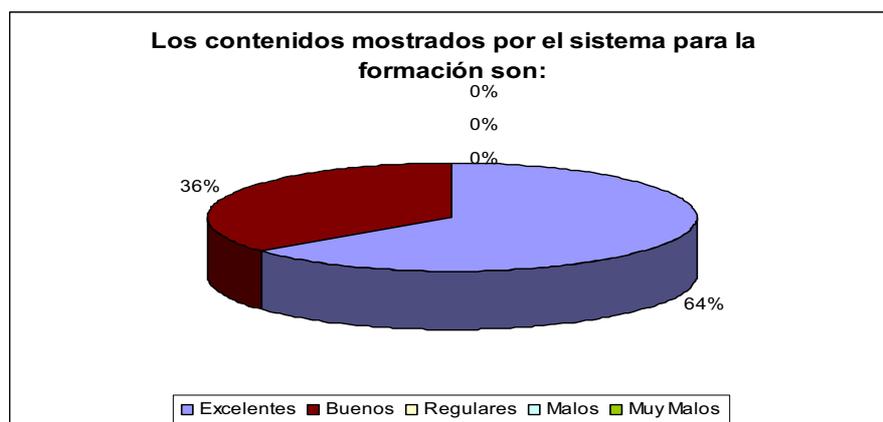


Gráfico 4. Contenidos.

En el gráfico 5, se visualiza los resultados de la entrevista respecto a las evaluaciones de conocimientos que deben realizar los estudiantes al utilizar el SHA, un 35% de los estudiantes opinan que son excelentes, un 36% que son buenas y un 29% las han percibido regulares.

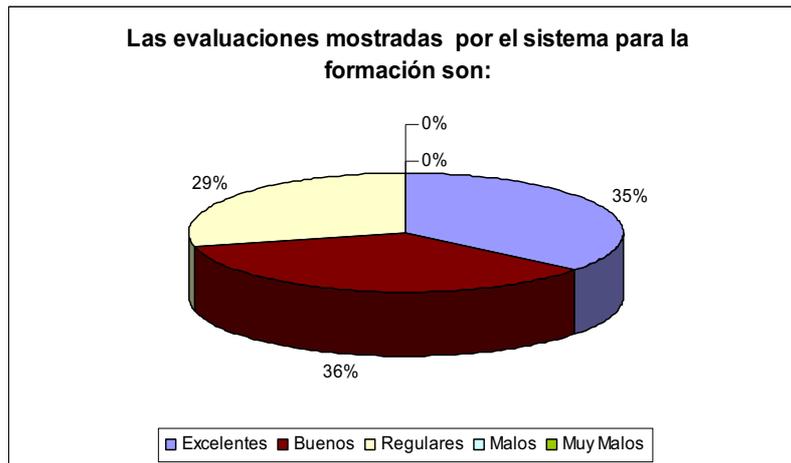


Gráfico 5. Evaluaciones.

El gráfico 6, representa la opinión de los estudiantes referente al plan de trabajo generado por el SHA. Este plan de trabajo provee información acerca de los contenidos recomendados por el sistema a los estudiantes según su perfil. Un 35% de los estudiantes opina que es excelente, un 36% que es bueno y un 29% lo ha percibido regular.

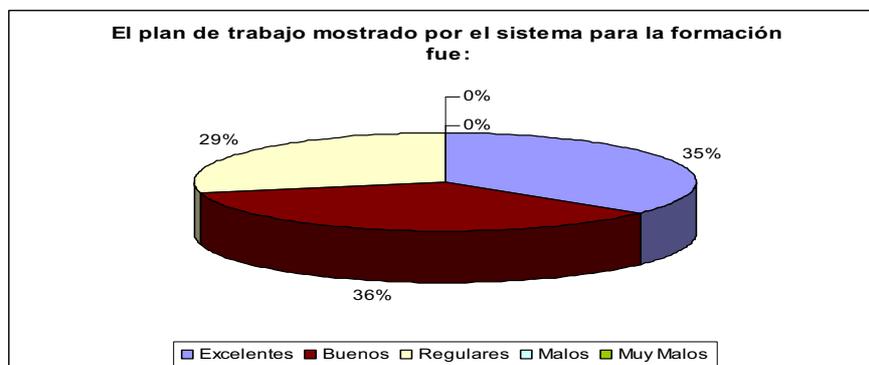


Gráfico 6. Plan de Trabajo.

La gráfica 7 muestra las opiniones emitidas por los estudiantes en relación al perfil generado por el SHA para su formación. Los resultados indican que un 50% ha manifestado excelente, el 36% resalto que fue bueno y un 14% indica regular.

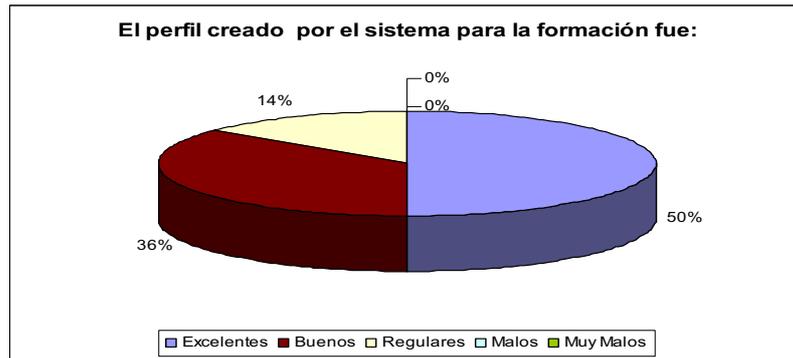


Gráfico 7. Perfil del estudiante.

Para finalizar el gráfico 8 expresa la percepción que tiene los estudiantes en cuanto su proceso de aprendizaje utilizando el SHA, un 50% ha manifestado que fue excelente, el 36% resalto que fue bueno y un 14% indica que ha resultado regular.

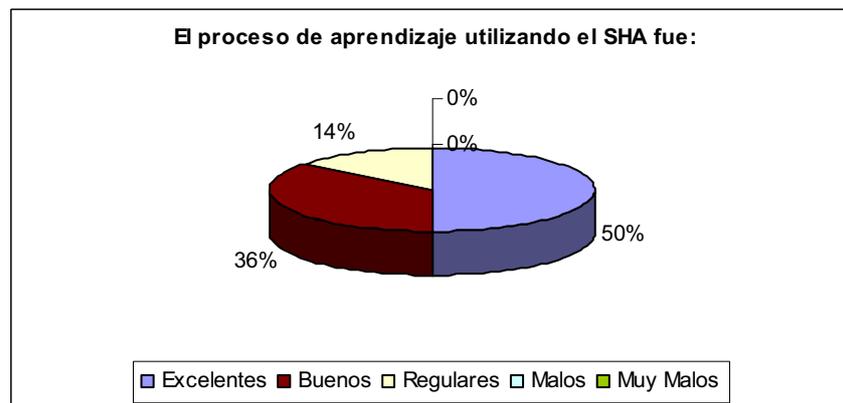


Gráfico 8. Aprendizaje.

En la tabla 20 semuestra los resultados de la evaluación tipo B realizada por los estudiantes.

	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Poco de acuerdo	Totalmente en desacuerdo
Satisfacción respecto al contenido leído en esta actividad.	27,18 %	60,23 %	10,34 %	2,25 %	0,00%
El contenido presentado se ajusta al tema tratado.	18,24 %	47,12 %	14,34 %	20,30 %	0,00%
Los contenidos atienden a sus inquietudes en este tema.	22,15 %	42,17 %	17,52 %	18,16 %	0,00%
Compresión de los contenidos.	66,15 %	33,85 %	0,00%	0,00%	0,00%
Se han conseguido los objetivos previstos por Usted para esta actividad.	58,25 %	30,16 %	11,59 %	0,00%	0,00%
Esta actividad ha contribuido a mejorar su conocimiento.	53,56 %	32,83 %	9,15 %	4,46 %	0,00%
El tiempo dedicado a esta actividad ha sido acorde a lo programado en el curso.	78 %	21,18 %	0,00%	0,82 %	0,00%

Tabla 20. Resultados Evaluación Tipo B.

Estudio de caso del Doctorado:

Participantes

La muestra estuvo formada por siete estudiantes del curso Metodología de la Investigación (2007-2008), del Doctorado en Ingeniería Multimedia de la

Universidad Politécnica de Cataluña, que estudian en modalidad de BL y residen en diferentes países: España, Portugal y Venezuela. Se realizaron dos entrevistas, la primera a mitad del curso y la segunda al final del mismo. Las entrevistas se realizaron a la totalidad de los estudiantes. Se utilizaron las TIC ya que los estudiantes para el momento de la entrevista se encontraban en diferentes países: México, Venezuela, Portugal y España.

Se utilizará el estudio de caso, propuesto por Yin (2002) que consta de cinco componentes:

1. Preguntas de la investigación:

- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes al utilizar el SHA?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a los contenidos aportados por el Sistema?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones sobre los contenidos que le realizará el Sistema?
- ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a su perfil, generado por el Sistema?
- ¿Considerarán los estudiantes que el uso del SHA tiene un efecto positivo sobre su proceso de aprendizaje?
- ¿Cómo influirá el modelo sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo?

2. Supuestos, postulados o proposiciones:

- La valoración de los estudiantes al utilizar el SHA será positiva. La valoración de los estudiantes respecto a los contenidos suministrados por el sistema para su aprendizaje será positiva.
- La valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones suministradas por el sistema será positiva.
- La valoración de los estudiantes respecto al perfil generado por el sistema para su aprendizaje será positiva.
- Los estudiantes valorarán positivamente el efecto del uso del sistema hipermedia adaptativo sobre su proceso de aprendizaje.
- El modelo influirá positivamente sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo.

3. Unidad de análisis:

El individuo se convierte en la unidad de análisis de este estudio de caso, porque se desea conocer cómo influye el modelo sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo.

4. Relación entre datos y los supuestos, postulados o proposiciones:

- Se utilizará un cuestionario y entrevista para conocer la valoración que hacen los estudiantes acerca del uso del SHA.

- Se utilizará un cuestionario, entrevista y la evaluación tipo B para conocer la valoración de los estudiantes respecto a los contenidos suministrados por el sistema para su aprendizaje.
- Se utilizará un cuestionario y entrevista para conocer la valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones suministradas por el sistema.
- Se utilizará un cuestionario y entrevista para conocer la valoración de los estudiantes respecto al perfil generado por el sistema.
- Se utilizará un cuestionario, entrevista y la evaluación tipo B para conocer el efecto del sistema hipermedia adaptativo sobre su proceso de aprendizaje.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron aplicados en diferentes momentos de la experiencia. En la tabla 21 se muestran los instrumentos.

Título	Objetivo	Frecuencia	Muestra
Datos personales	Determinar el perfil inicial del estudiante.	Al inicio de la interacción con el sistema.	07
Cuestionario 2	Conocer la percepción del estudiante acerca del Sistema, en cuanto a: contenido, evaluación, plan de trabajo, perfil e impacto en su proceso de aprendizaje.	Al finalizar la evaluación Tipo A.	07
Entrevista 1	Conocer la percepción del estudiante acerca del Sistema, en cuanto	A mitad del curso.	07

Título	Objetivo	Frecuencia	Muestra
	a: contenido, evaluación, plan de trabajo, perfil e impacto en su proceso de aprendizaje.		
Entrevista 2	Conocer la percepción del estudiante acerca del Sistema, en cuanto a: contenido, evaluación, plan de trabajo, perfil e impacto en su proceso de aprendizaje.	Al finalizar el curso.	
Evaluación Tipo B	Conocer la percepción del estudiante sobre su proceso de aprendizaje.	Al finalizar un plan de trabajo.	07

Tabla 21. Instrumentos de recolección de datos.

5. Criterios para interpretar los hallazgos:

Se deben aplicar criterios que permitan validar el modelo a nivel de los estudiantes. El criterio a considerar es la de utilidad del modelo sobre proceso de aprendizaje de cada estudiante.

Desde las tabla 22 hasta la 26 se presentan los resultados en cuanto a la valoración que hacen los estudiantes respecto a contenidos, evaluación, plan de trabajo y perfil del estudiante generado por el sistema. Los siguientes resultados están basados en los datos obtenidos mediante el cuestionario 2.

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy desacuerdo
Los contenidos fueron adecuados para lograr los objetivos de aprendizaje.	42,86%	42,86%	0,00%	14,28%	0,00%
Los contenidos me permitieron profundizar en el tema objeto de estudio.	42,86%	42,86%	0,00%	14,28%	0,00%
Los contenidos han sido útiles en mi formación.	57,15%	28,57%	0,00%	14,28%	0,00%

Tabla 22. Contenidos.

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy desacuerdo
La presentación del Plan de Trabajo me ha sido fácil de entender.	57,15%	28,57%	0,00%	14,28%	0,00%
El Plan de trabajo mostrado por el sistema es intuitivo.	28,57%	28,57%	28,57%	14,28%	0,00%
El Plan de trabajo generado por el sistema está acorde con mi perfil.	0,00%	71,44%	14,28%	14,28%	0,00%

Tabla 23. Plan de Trabajo.

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy desacuerdo
La evaluación de conocimientos se ajusta al contenido.	14,28%	71.44%	0,00%	14,28%	0,00%
Las preguntas de la evaluación de conocimientos son fáciles de entender.	14,28%	71.44%	0,00%	14,28%	0,00%
Las evaluaciones dadas por el sistema han estado acorde a mi perfil.	0,00%	71.44%	14,28%	14,28%	0,00%

Tabla 24. Evaluaciones.

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy desacuerdo
La utilización del sistema trajo mejoras en mi aprendizaje.	71.44%	14.28%	0,00%	14.28%	0,00%
El uso del sistema me ha permitido aprender de forma personalizada.	42,86%	42,86%	0,00%	14.28%	0,00%
Me ha motivado a mejorar la forma en que aprendo.	57.14%	28,57%	0,00%	14.28%	0,00%
He disminuido el tiempo en la búsqueda de contenidos.	42,86%	42,86%	0,00%	14.28%	0,00%

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy desacuerdo
He aprendido más.	14.28%	42,86%	14.28%	28,57%	0,00%
He aprendido mejor.	28,57%	57.15%	0,00%	14.28%	0,00%

Tabla 25. Aprendizaje.

	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Poco de acuerdo	Totalmente en desacuerdo
Satisfacción respecto al contenido leído en esta actividad.	42.86%	42.86%	0,00%	14.28%	0,00%
El contenido presentado se ajusta al tema tratado.	57,15%	28.57%	0,00%	14.28%	0,00%
Los contenidos atienden a sus inquietudes en este tema.	42.86%	42.86%	0,00%	14.28%	0,00%
Comprensión de los contenidos.	85.72%	14.28%	0,00%	0,00%	0,00%
Se han conseguido los objetivos previstos por Usted para esta actividad.	57,15%	28.57%	0,00%	14.28%	0,00%

	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Poco de acuerdo	Totalmente en desacuerdo
Esta actividad ha contribuido a mejorar su conocimiento.	85.72%	0,00%	14.28%	0,00%	0,00%
El tiempo dedicado a está actividad ha sido acorde a lo programado en el curso.	85.72%	14.28%	0,00%	0,00%	0,00%

Tabla 26. Resultados Evaluación Tipo B.

Los resultados de la entrevista 1 estructurada (parte estructurada cerrada) se muestran en los gráficos 9 al 13.

En el análisis de contenido se detallará el por qué a estas respuestas de la entrevista (parte abierta).

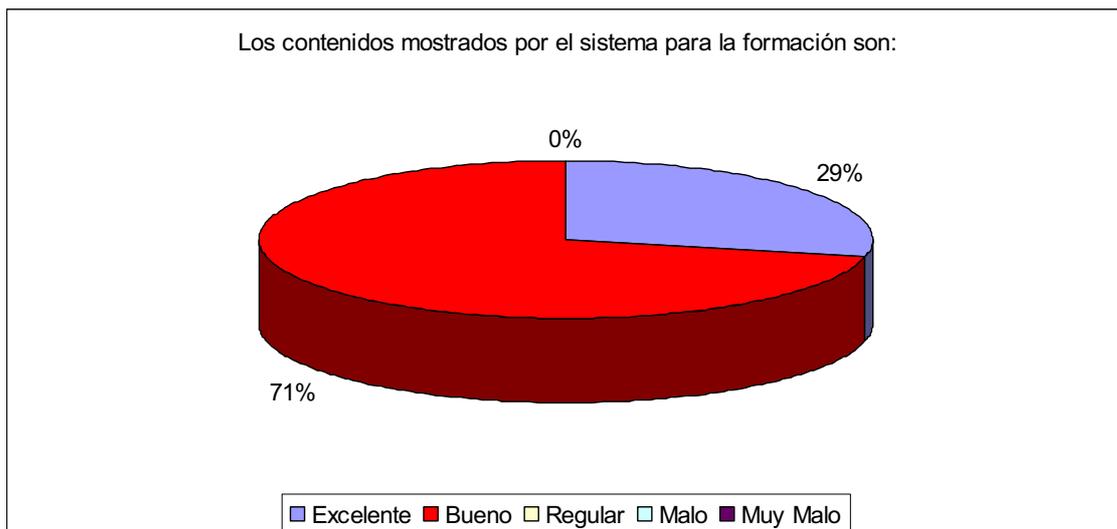


Gráfico 9. Contenidos.

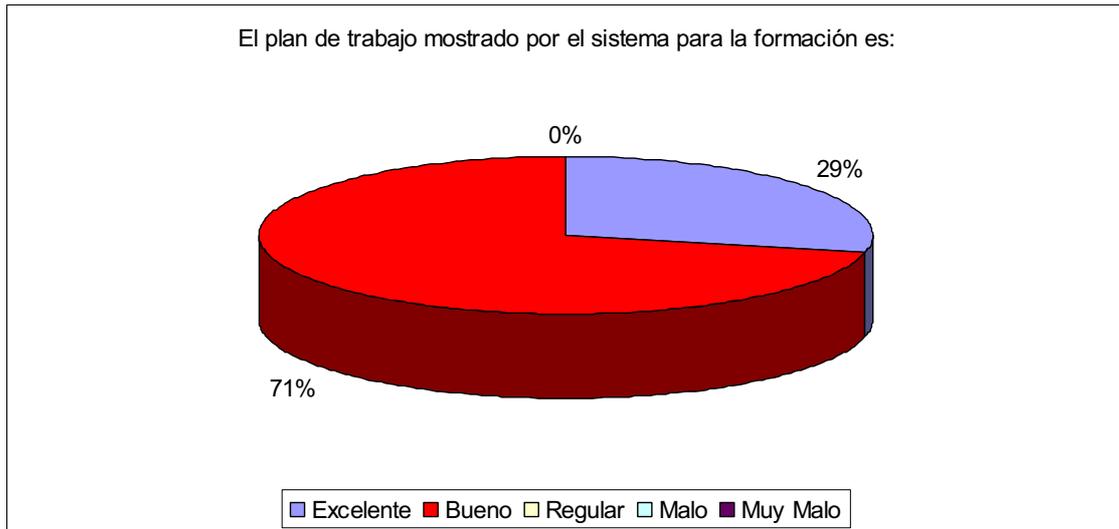


Gráfico 10. Plan de Trabajo.

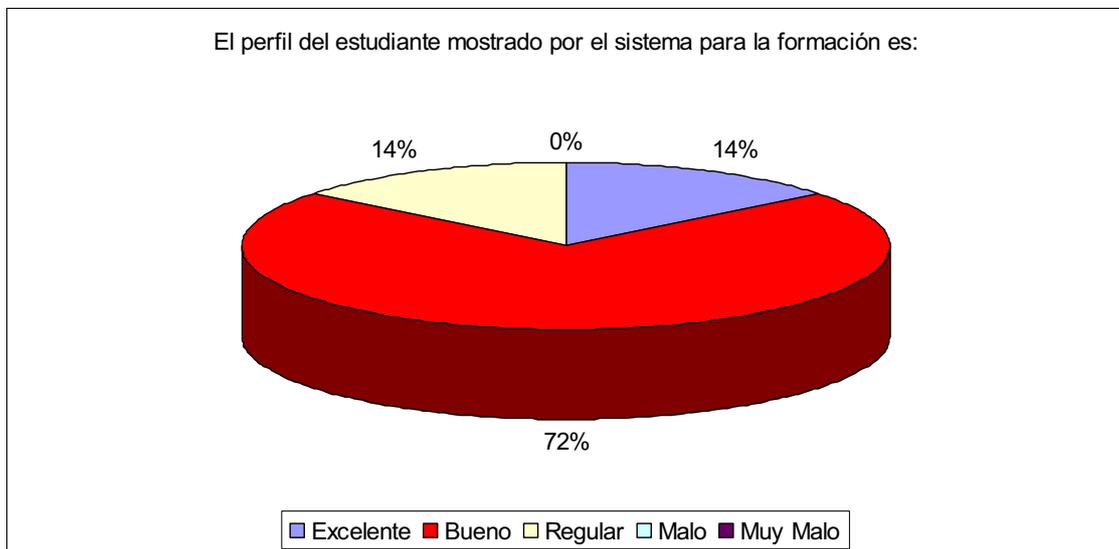


Gráfico 11. Perfil del estudiante.

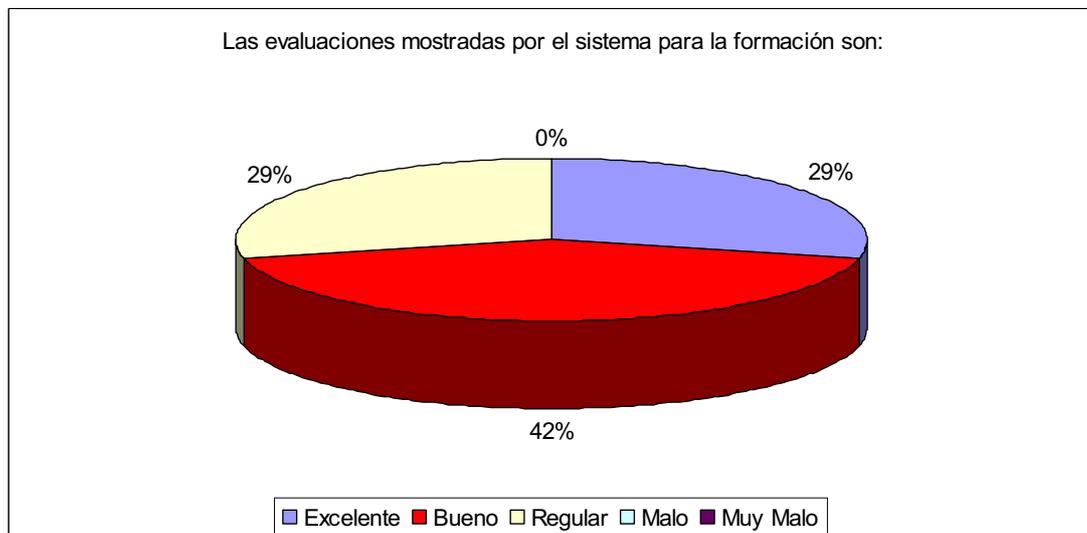


Gráfico 12. Evaluaciones.

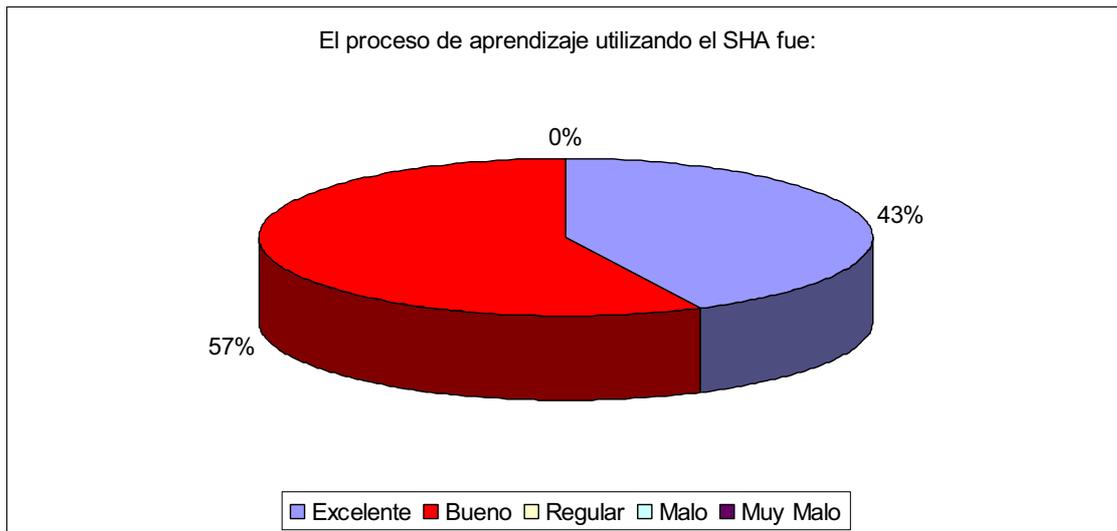


Gráfico 13. Aprendizaje.

Los resultados de la entrevista 2 (parte estructurada cerrada) se muestran en los gráficos 14 al 20.

En el análisis de contenido se detallará el por qué a estas respuestas de la entrevista (parte abierta)

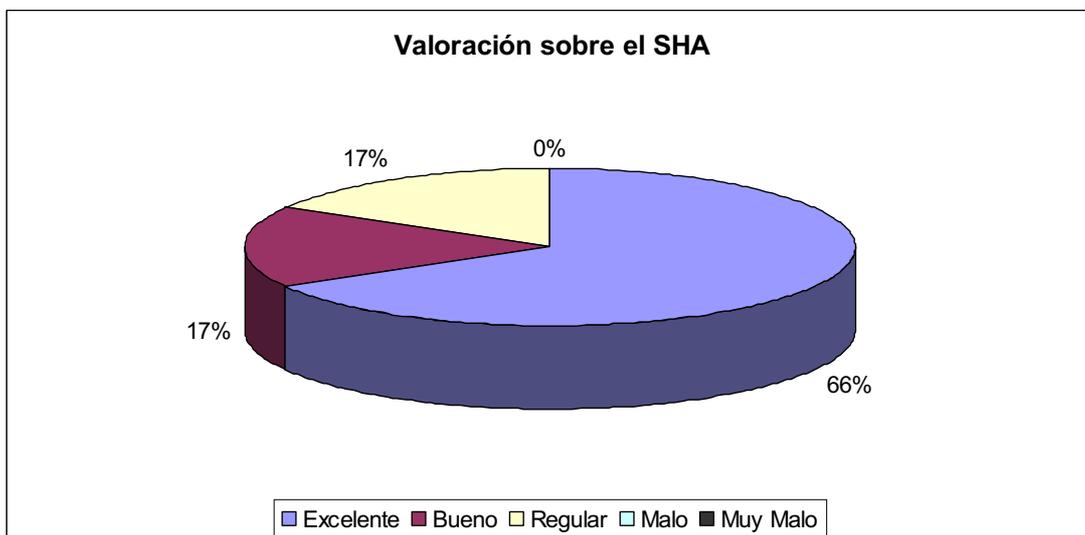


Gráfico 14. SHA.

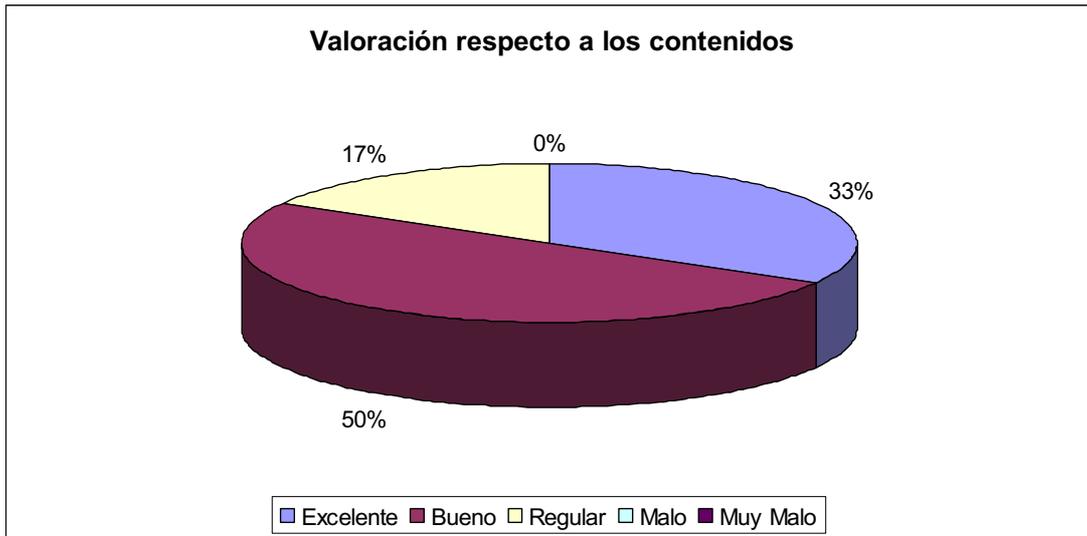


Gráfico 15. Contenidos.

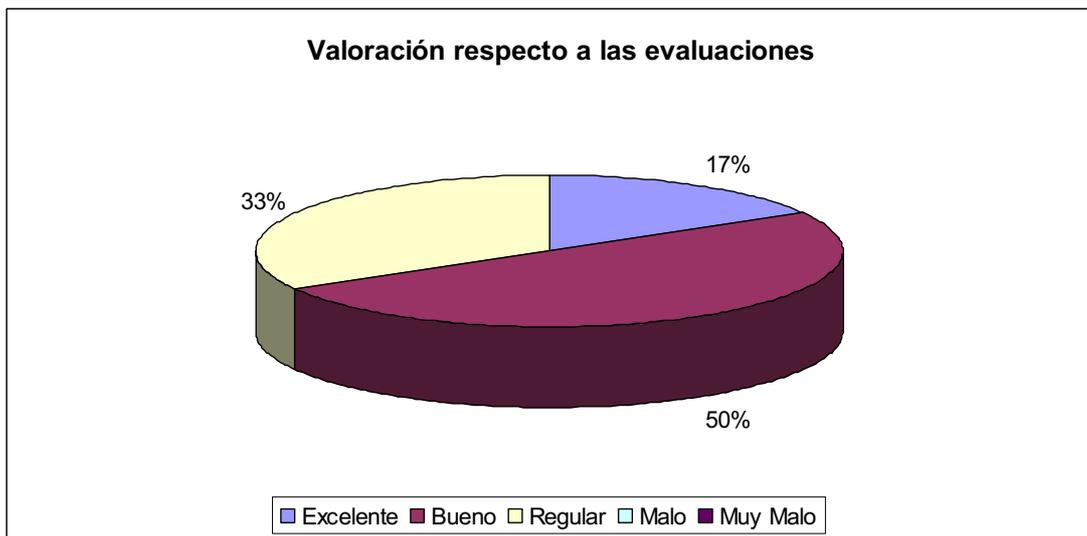


Gráfico 16. Evaluaciones.

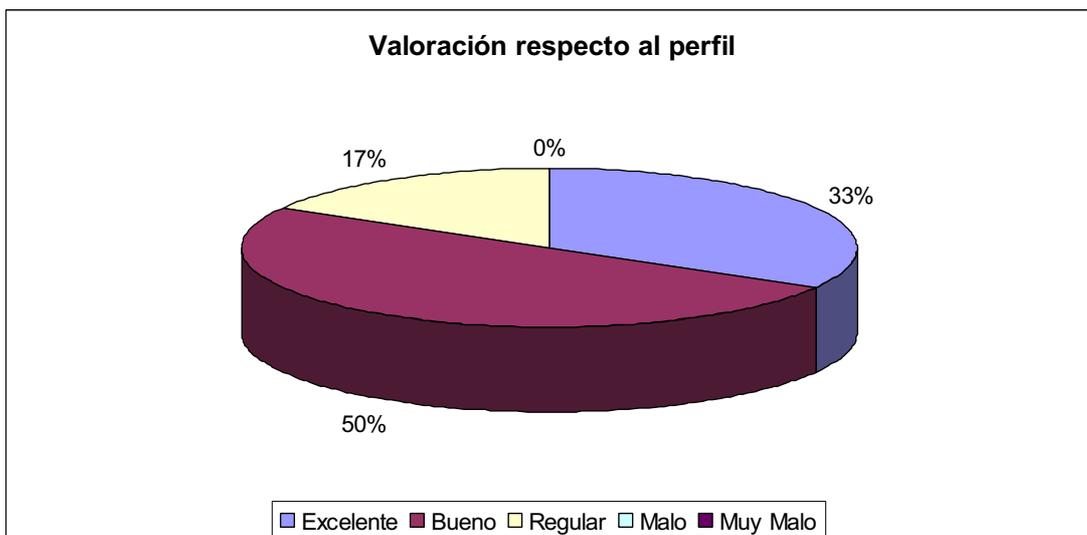


Gráfico 17. Perfil.

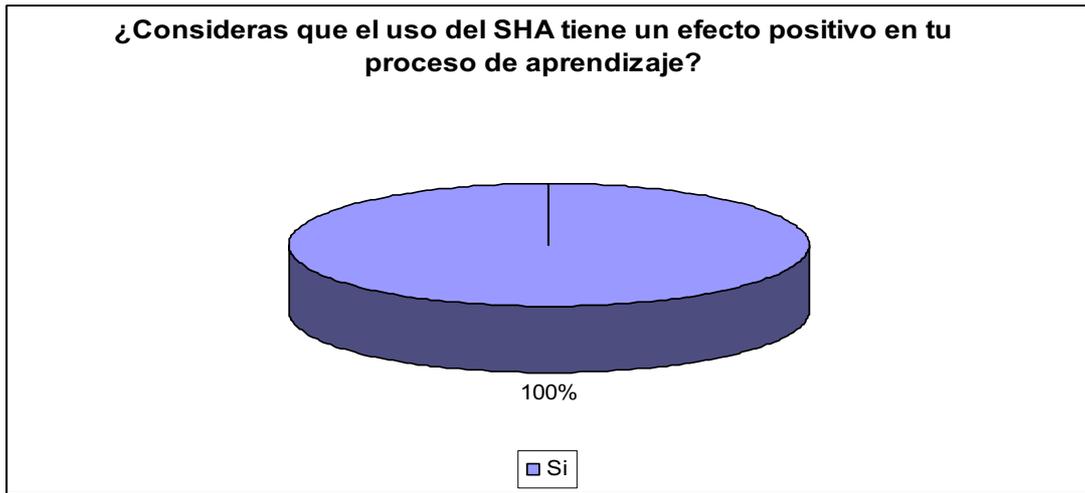


Gráfico 18. Efecto del SHA sobre el aprendizaje.

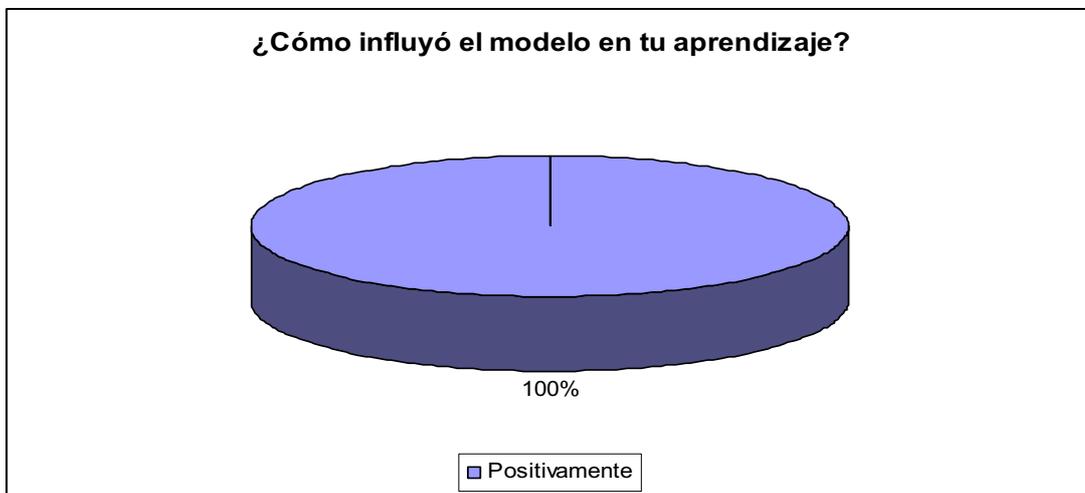


Gráfico 19. Influencia del modelo sobre el aprendizaje.



Gráfico 20. Escenarios.

4.2.5 Análisis

Se realizará un análisis cualitativo de los datos obtenidos mediante el cuestionario con preguntas abiertas y de las entrevistas. Las tablas 27 y 28 muestran el resumen de las experiencias empíricas realizadas en esta investigación.

Caso	Muestra	Entrevista (E)	Cuestionario Preguntas Abiertas (CPA)	Años	Curso
1	16		X	2006-2007	Metodología de la Investigación
2	14	X		2007	Sistemas de Información
3 ⁵⁴	7	X		2007-2008	Metodología de la Investigación
	7	X			

Tabla 27. Resumen de los casos.

Años	Total Instrumentos Analizados		Unidades de Información	Categorías	Temas
	(E)	(CPA)			
2006-2007		16	137	4	3
2007	14		146	6	5
2007-2008	07		124	6	5
	07		110	8	6

Tabla 28. Resumen de las unidades de información, categorías y temas.

⁵⁴ En este caso de estudio se realizaron dos entrevistas (Entrevista1 y Entrevista2), en diferentes tiempos. La muestra de estudiantes es la misma.

4.2.5.1 Caso Piloto

En las tablas 29, 30 y 31 se presentan los datos para realizar el análisis de contenido del cuestionario con preguntas abiertas, realizado a los estudiantes del curso de Doctorado de Ingeniería de Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña, en la asignatura Metodología de la Investigación. Según Mendoza (1978) referenciado en Vega (1996) se ha realizado el análisis de contenido, tabulando las unidades de información, las categorías y los temas.

Unidades de Información	Frecuencia	Orientación	Fuente
Clasificación de los contenidos.	5	5+	Cuestionario
Relación del contenido con el tema.	14	14+	
Los contenidos y la innovación.	2	2+	
Los contenidos del plan de trabajo acordes a los objetivos.	12	12+	
Los contenidos permiten un nuevo aprendizaje	6	6+	
Los contenidos permiten descubrir nuevos elementos del tema.	3	3+	
Los contenidos satisfacen las preferencias.	16	16+	
Los contenidos dan una visión de tendencias en tecnologías.	2	2+	
Los contenidos son fáciles de comprender.	2	2+	
El perfil del estudiante concuerda con el plan de trabajo.	16	15+ 1-	
Fácil comprensión de las preguntas de la evaluación.	16	14+ 2-	
Correspondencia entre preguntas y contenido.	16	14+ 2-	
El plan de trabajo es fácil de entender.	16	15+ 1-	
El plan de trabajo es intuitivo.	6	6+	
La presentación del plan de trabajo es	5	5+	

Unidades de Información	Frecuencia	Orientación	Fuente
sencilla.			

Tabla 29. Unidades de Información.

Categorías	Unidades de Información		Categorías		Fuente
	Positivas	Negativas	Frecuencia	Orientación	
Contenidos.	62	0	62	+	Cuestionario
Plan de Trabajo.	26	1	27	+	
Evaluaciones.	28	4	32	+	
Perfil del estudiante.	15	1	16	+	

Tabla 30. Categorías.

Tema	Categoría	Unidades de Información por categorías	Índice de Frecuencia	Índice de Orientación
Modelo de Contenido	Contenidos	62	45,26%	100% +
Modelo de adaptación	Plan de Trabajo	27	19,71%	96,30% +
Modelo de Usuario	Perfil del estudiante	16	35,03%	66,67% +
	Evaluaciones	32		

Tabla 31. Temas.

Para realizar el análisis de contenido de las preguntas abiertas del cuestionario se extrajeron las unidades de análisis, luego se agruparon en categorías y por último en temas. En el tema sobre modelo de contenidos, se tienen 62 unidades de información por categoría con un índice de frecuencia del 45,26%, indicando que las respuestas del cuestionario hacen referencia a los contenidos en diferentes aspectos: los contenidos están relacionados con el tema objeto de estudio, los contenidos están acordes a los objetivos de

aprendizaje, los contenidos satisfacen las preferencias del estudiante. El índice de orientación es 100% positivo, esto denota que los respondientes manifestaron estar de acuerdo en su totalidad con los aspectos mencionados anteriormente acerca de los contenidos. En el tema modelo de adaptación, se tienen 27 unidades de información por categoría con un índice de frecuencia de 19,71%. El modelo de adaptación presenta su resultado mediante el plan de trabajo individual para cada estudiante, donde se indica los contenidos adecuados a cada perfil que permiten satisfacer los objetivos de aprendizaje. Las respuestas de la entrevista respecto al plan de trabajo indican que es fácil de entender, es intuitivo y su presentación es sencilla de comprender. El índice de orientación es 96,30% positivo, esto denota que los estudiantes manifestaron estar de acuerdo con los aspectos mencionados anteriormente acerca del plan de trabajo. Por último, se tiene el tema modelo del usuario, conformado por dos categorías: perfil del estudiante y evaluaciones con 16 y 32 unidades de información por categoría respectivamente. El índice de frecuencia es de 35,03%, esto es el porcentaje en que se repiten las unidades de información en estas categorías, en relación al número total de unidades de información. Las unidades de información para esta categoría asocian el perfil del estudiante con el plan de trabajo, exponen la fácil comprensión de las preguntas de la evaluación, finalmente indican el nexo existente entre las preguntas y el contenido. El índice de orientación es 66,67% positivo, esto expresa que los estudiantes están de acuerdo con los aspectos mencionados anteriormente acerca del modelo de usuario.

4.2.5.2 Caso múltiple

Caso Sistemas de Información:

En las tablas 32, 33 y 34 se presentan los datos para realizar el análisis de contenido de la entrevista realizada al grupo de estudiantes de la asignatura Sistemas de información, de la carrera Licenciatura en Computación de la Universidad de Carabobo, se ha tabulado las unidades de información, las categorías y los temas.

Unidades de Información	Frecuencia	Orientación	Fuente
Contenidos útiles para la formación	11	11+	Entrevista
Contenidos adaptados al tema estudiado	14	14+	
Diversidad de contenidos	7	5+ 2-	
Plan de trabajo acorde al perfil	14	14+	
Plan de trabajo con presentación sencilla	8	8+	
Perfil adaptado a las características del estudiante	12	10+ 2-	
El perfil generado por el sistema está acorde a los contenidos suministrados	14	14+	
Evaluación entonada con el perfil	14	14+	
Preguntas de la evaluación conformes al objetivo de aprendizaje	9	9+	
El SHA permite guardar el conocimiento de cada estudiante	2	2+	
El SHA ayuda en el aprendizaje	6	6+	
EL SHA permite aprender más	8	8+	
EL SHA permite profundizar en los temas objeto de estudio.	5	5+	
Preferencia a recibir clases con el profesor bien sea cara a cara o de forma síncrona y posteriormente reforzar el contenido del curso utilizando el SHA.	10	10+	

Unidades de Información	Frecuencia	Orientación	Fuente
Interacción con el Ser Humano y su motivación, no interactuar solamente con el SHA.	8	8+	
Preferencia a esclarecer dudas con el Profesor y recibir la formación con el SHA	4	4+	

Tabla 32. Unidades de Información.

Categorías	Unidades de Información		Categorías		Fuente
	Positivas	Negativas	Frecuencia	Orientación	
Contenidos	30	2	32	+	Entrevista
Plan de Trabajo	22	0	22	+	
Evaluaciones	23	0	23	+	
Perfil del estudiante	24	2	26	+	
Sistema	21	0	21	+	
Modalidad	22	0	22	+	

Tabla 33. Categorías.

Tema	Categoría	Unidades de Información por categorías	Índice de Frecuencia	Índice de Orientación
Modelo de Contenido	Contenidos	32	21,92%	93,76% +
Modelo de adaptación	Plan de Trabajo	22	15,07%	100% +
Modelo de Usuario	Perfil del estudiante	26	33,56%	53,06%+

Tema	Categoría	Unidades de Información por categorías	Índice de Frecuencia	Índice de Orientación
	Evaluaciones	23		
SHA	Sistema	21	14,38%	100%
BL	Modalidad	22	15,07%	100%

Tabla 34. Temas.

Para realizar el análisis de contenido de la entrevista se extrajeron las unidades de análisis, luego se agruparon en categorías y por último en temas. En el tema sobre modelo de contenidos, se tienen 32 unidades de información con un índice de frecuencia del 21,92%. Las respuestas de la entrevista hacen referencia a los contenidos en diferentes aspectos: contenidos útiles para la formación, contenidos adaptados al tema estudiado, diversidad de contenidos para estudiar y cumplir con los objetivos de aprendizaje. El índice de orientación es 93,76% positivo, esto denota que los estudiantes manifestaron estar de acuerdo con los aspectos mencionados anteriormente acerca de los contenidos. En cuanto al tema modelo de adaptación, se obtuvieron 22 categorías con un índice de frecuencia de 15,07%, con respuesta referidas a la concordancia del perfil del estudiante y el plan de trabajo; también a la forma sencilla en que se presenta dicho plan. El índice de orientación fue del 100% positivo, reflejando que la totalidad de los entrevistados estuvo de acuerdo con la relación existente entre el perfil y el plan, así como también su forma de presentación. Para el tema modelo de usuario se tienen dos categorías: Perfil del estudiante y evaluaciones, con 26 y 23 unidades de información respectivamente. El índice de frecuencia es del 33,56%, con respuestas

basadas sobre lo acertado del perfil generado por el sistema en relación a las características de cada estudiante. Los estudiantes resaltaron en sus respuestas que el perfil generado por el sistema hace referencia a cada uno de los contenidos que le son suministrados para cumplir con el objetivo de aprendizaje. En cuanto a la evaluación, las respuestas de la entrevista reflejan que las preguntas de conocimientos sobre los contenidos satisfacen los objetivos estudiados. El índice de orientación fue del 53,06% positivo en relación al número total de unidades de información para este tema. El tema sobre SHA tiene la categoría sistema con 21 unidades de información y un índice de frecuencia del 14,38%. Las respuestas estuvieron relacionadas con que el sistema ayuda en el aprendizaje, permite guardar el conocimiento, profundizar y aprender más sobre los temas objeto de estudio. El índice de orientación para este tema fue del 100% positivo, indicando mayoritariamente la percepción positiva que tienen los estudiantes sobre sistema. Finalmente, para el tema BL, se tiene la categoría modalidad, con 22 unidades de información, un índice de frecuencia del 15,07% con respuestas que demuestran la preferencia que tienen los estudiantes por la combinación Profesor y SHA. Lo importante que es tener interacción con el Profesor de forma cara-cara o síncrona y con el sistema de forma asíncrona. El índice de orientación para este tema fue del 100% positivo, indicando todos los estudiantes tienen una impresión positiva sobre la modalidad de estudio en BL.

Caso Metodología de la Investigación. Entrevista 1

En la tablas 35, 36 y 37 se presentan los datos para realizar el análisis de contenido de la entrevista 1 realizada al grupo de estudiantes de la asignatura

Metodología de la Investigación del programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña (curso 2007-2008). Se ha tabulado las unidades de información, las categorías y los temas.

Unidades de Información	Frecuencia	Orientación	Fuente
Los contenidos concuerdan con el perfil	7	6+ 1-	Entrevista1
Los contenidos viene dados de forma directa y filtrados de acuerdo al perfil	4	4+	
Los contenidos se ajustan a las necesidades del estudiante	5	5 +	
Los contenidos están bien dosificados	2	2+	
Los contenidos ayudan en el aprendizaje	3	3+	
Los contenidos tienen calidad	2	2+	
El plan de trabajo provee una guía directa para la navegación	5	5+	
El plan de trabajo permite ahorrar tiempo en la búsqueda de contenidos	6	6+	
El plan de trabajo establece un orden en los contenidos: comunes y específicos	3	3+	
El plan de trabajo es un índice para el estudio	2	2+	
El plan de trabajo es adaptativo	3	3+	
El plan de trabajo filtra los contenidos a estudiar	7	7+	
El plan de trabajo provee indicaciones valiosas acerca del camino a seguir, lectura y trabajo a desarrollar	5	5+	
El perfil está ajustado a los contenidos que suministra el sistema	5	5+	
La creación del perfil facilita la búsqueda de contenidos	4	4+	
El perfil está acorde a los contenidos	7	7+	
El perfil satisface las preferencias	4	4+	
Las evaluaciones están relacionadas con los contenidos	5	5+	

Unidades de Información	Frecuencia	Orientación	Fuente
Las preguntas de las evaluaciones son claras y sencillas	6	4+ 2-	Entrevista1
Complejidad de las evaluaciones	3	1+ 2-	
El sistema permite acoplar las necesidades de cada estudiante al tiempo dedicado para el aprendizaje.	5	5+	
El sistema provee los contenidos apropiados para nutrir el conocimiento	2	2+	
El sistema facilita el aprendizaje	4	4+	
El sistema hace que el aprendizaje sea más significativo	3	3+	
El sistema permite el auto estudio y la disciplina	4	4+	
El sistema se adapta al estudiante	4	4+	
El sistema sugiere un plan de trabajo ajustado a las necesidades del estudiante.	2	2+	
Preferencia de interactuar con el profesor por su experiencia en el tema y el SHA para complementar.	5	5+	
Preferencia porque el profesor introduzca el tema y luego indagar en el SHA	7	7+	

Tabla 35. Unidades de Información.

Categorías	Unidades de Información		Frecuencia	Categorías Orientación	Fuente
	Positivas	Negativas			
Contenidos	22	1	23	+	Entrevista 1
Plan de Trabajo	31	0	31	+	
Evaluaciones	10	4	14	+	
Perfil del estudiante	20	0	20	+	
Sistema	24	0	24	+	
Modalidad	12	0	12	+	

Tabla 36. Categorías.

Tema	Categoría	Unidades de Información por categorías	Índice de Frecuencia	Índice de Orientación
Modelo de Contenido	Contenidos	23	18,55%	95,65% +
Modelo de adaptación	Plan de trabajo	31	25,00%	100% +
Modelo de Usuario	Perfil del estudiante	20	27,42%	58,82% +
	Evaluaciones	14		
SHA	Sistema	24	19,35%	100% +
BL	Modalidad	12	9,68%	100% +

Tabla 37. Temas.

Para realizar el análisis de contenido de la entrevista se extrajeron las unidades de análisis, luego se agruparon en categorías y por último en temas. En el tema sobre modelo de contenidos, se tienen 23 unidades de información con un índice de frecuencia del 18,55%. Las respuestas de la entrevista hacen referencia a los contenidos en diferentes aspectos: los contenidos están dados de forma directa y se han filtrado de acuerdo al perfil, ajustándose a las necesidades del estudiante. Los contenidos están bien dosificados en cuanto a cantidad y nivel de complejidad, ayudando al aprendizaje. El índice de orientación es 95,65% positivo, esto denota que los estudiantes manifestaron estar de acuerdo con los aspectos mencionados anteriormente acerca de los contenidos. En cuanto al tema modelo de adaptación, se obtuvieron 31 categorías con un índice de frecuencia de 25%, las respuestas están referidas al ahorro que representa en tiempo para el estudiante la adaptación que

permite una guía directa para la navegación en los contenidos, siendo el plan de trabajo un índice para guiar el estudio y filtrando los contenidos que cada estudiante debe conocer para cumplir con los objetivos de aprendizaje. El índice de orientación fue del 100% positivo, reflejando que la totalidad de los entrevistados estuvo de acuerdo con la adaptación que realizó el sistema al proponerle un plan de trabajo idóneo para estudiar los contenidos. Para el tema modelo de usuario se tienen dos categorías: Perfil del usuario y evaluaciones, con 20 y 14 unidades de información respectivamente. El índice de frecuencia es del 27,42%, con respuestas que indican la concordancia entre el perfil con los contenidos y las evaluaciones. Además, indican que el perfil creado por el sistema facilita la búsqueda de contenidos. En cuanto a las evaluaciones algunas respuestas manifiestan que deben ser más complejas y por otro lado otros expresan que son sencillas y claras de entender. El índice de orientación fue del 58,82% positivo en relación al número total de unidades de información para este tema. El tema sobre SHA tiene la categoría sistema con 24 unidades de información y un índice de frecuencia del 19,35%. Las respuestas estuvieron relacionadas las necesidades del estudiante y el tiempo que dedica a su formación, estando estos dos elementos en concordancia. Otras respuestas expresaban que el sistema facilita el aprendizaje de los temas objeto de estudio, hace que el aprendizaje sea más significativo, permite el auto estudio y la disciplina que el estudiante lleva durante su proceso de formación. De forma general opinan que el sistema provee los contenidos adecuados para nutrir el conocimiento.

El índice de orientación para este tema fue del 100% positivo, indicando mayoritariamente la percepción positiva que tienen los estudiantes sobre

sistema. Por último, para el tema BL, se tiene la categoría modalidad, con 12 unidades de información, un índice de frecuencia del 9,68% con respuestas que demuestran la preferencia que tienen los estudiantes por la combinación entre los medios asíncronos con el profesor y el sistema de forma asíncrona. Es importante destacar respuestas que indican lo importante que es el Profesor con su experiencia y guía para introducir el tema que posteriormente será profundizado por parte del estudiante al utilizar el sistema. El índice de orientación para este tema fue del 100% positivo, indicando todos los estudiantes tienen una impresión positiva sobre la modalidad de estudio en BL.

Caso Metodología de la Investigación. Entrevista 2.

En las tablas 38, 39 y 40 se presentan los datos para realizar el análisis de contenido de la entrevista 2 realizada al grupo de estudiantes de la asignatura Metodología de la Investigación del programa de Doctorado en Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña (curso 2007-2008). Se ha tabulado las unidades de información, las categorías y los temas.

Unidades de Información	Frecuencia	Orientación	Fuente
El SHA es una herramienta de apoyo y complementaria para el proceso de aprendizaje	4	4+	
El SHA cubre las necesidades del estudiante	7	7+	
El SHA sugiere caminos y ayudas para estudiar e investigar	3	3+	
El SHA es una guía conductora en el aprendizaje	2	2+	
Variedad de contenidos	5	3+ 2-	
Amplio criterio de contenidos	3	3+	

Unidades de Información	Frecuencia	Orientación	Fuente
El contenido se adapta a las necesidades del estudiante	6	6+	Entrevista 2
El perfil generado por el sistema provee al estudiante de contenidos ajustados a sus necesidades	5	5+	
El perfil coincide con las preferencias del estudiantes y con lo objetivos del tema tratado	5	5+	
Las evaluaciones están relacionadas con el perfil	7	7+	
Clara redacción de las evaluaciones	5	2+ 3-	
Las evaluaciones ayudan a comprender los contenidos	3	3+	
El plan de trabajo presenta la adaptación del sistema	5	5+	
El plan de trabajo es una guía	3	3+	
El SHA tiene un efecto positivo sobre el aprendizaje porque fomenta el propio ritmo de estudio	5	5+	
El SHA tiene un efecto positivo sobre el aprendizaje porque no hay presión sobre el estudiante	2	2+	
El SHA tiene un efecto positivo sobre el aprendizaje porque permite ser autodidacta	4	4+	
El SHA tiene un efecto positivo sobre el aprendizaje porque es una herramienta que complementa y consolida el aprendizaje	3	3+	
El SHA tiene un efecto positivo sobre el aprendizaje porque existen contenidos y caminos que guían el aprendizaje	2	2+	
El SHA tiene un efecto positivo sobre el aprendizaje porque tiene contenidos que presentan interés y permiten agregar conocimiento	2	2+	
El modelo influye en el aprendizaje porque ayuda a ampliar el panorama de conocimiento en el estudiante	3	3+	
El modelo influye en el aprendizaje porque permite involucrar más al estudiante en su aprendizaje	4	4+	
El modelo influye en el aprendizaje porque permite manejar al estudiante su propio ritmo	6	6+	

Unidades de Información	Frecuencia	Orientación	Fuente
de aprendizaje			
El modelo influye en el aprendizaje porque es una estrategia que encaja perfecto al modelo <i>e-learning</i>	2	2+	
El modelo influye en el aprendizaje porque permite introducirse en el tema mediante un profesor y posteriormente profundizarlo con el uso del SHA	4	4+	
La modalidad (Profesor + SHA) es un buen escenario para el aprendizaje porque el profesor permite aclarar dudas y el SHA profundizar en el tema	3	3+	
La modalidad (Profesor + SHA) es un buen escenario para el aprendizaje porque son el complemento ideal para el aprendizaje	3	3+	
La modalidad (Profesor + SHA) es un buen escenario para el aprendizaje porque el profesor expone su experiencia en el tema y el SHA permite indagar.	4	4	

Tabla 38. Unidades de Información.

Categorías	Unidades de Información		Categorías		Fuente
	Positivas	Negativas	Frecuencia	Orientación	
Contenidos	12	2	14	+	Entrevista 2
Plan de Trabajo	8	0	8	+	
Evaluaciones	12	3	15	+	
Perfil del estudiante	10	0	10	+	
Sistema	16	0	16	+	
Modalidad	10	0	10	+	
Modelo	19	0	19	+	
Efecto SHA	18	0	18	+	

Tabla 39. Categorías.

Tema	Categoría	Unidades de Información por categorías	Índice de Frecuencia	Índice de Orientación
Modelo de Contenido	Contenidos	14	12,72%	85.71%
Modelo de adaptación	Plan de Trabajo	8	7,27%	100%
Modelo de Usuario	Perfil del estudiante	10	22,73%	60%
	Evaluaciones	15		
SHA	Sistema	16	30,91%	52,94%
	Efecto	18		
BL	Modalidad	10	9,09%	100%
Modelo Investigación	Modelo	19	17,27%	100%

Tabla 40. Temas.

Para realizar el análisis de contenido de la entrevista 2 se extrajeron las unidades de análisis, luego se agruparon en categorías y por último en temas. En el tema sobre modelo de contenidos, se tienen 14 unidades de información con un índice de frecuencia del 12,72%. Las respuestas de la entrevista hacen referencia a que existe una gran variedad de contenidos con un amplio criterio para abordar el tema y los contenidos se adaptan a las necesidades del estudiante. El índice de orientación es 85.71% positivo, esto denota que los estudiantes manifestaron estar de acuerdo con los aspectos mencionados anteriormente acerca de los contenidos. En cuanto al tema modelo de adaptación, se obtuvieron 8 categorías con un índice de frecuencia de 7,27%, las respuestas indican que la adaptación viene dada por el plan de trabajo y que el constituye una guía para el proceso de aprendizaje sobre los temas

objeto de estudio. El índice de orientación fue del 100% positivo, reflejando que la totalidad de los entrevistados estuvo de acuerdo con la adaptación que realizó el sistema al proponerle un plan de trabajo idóneo para estudiar los contenidos. Para el tema modelo de usuario se tienen dos categorías: Perfil del usuario y evaluaciones, con 10 y 15 unidades de información respectivamente. El índice de frecuencia es del 22,73%, con respuestas que indican que el perfil generado por el sistema provee al estudiante de contenidos ajustados a sus necesidades, coincidiendo con sus preferencias y los objetivos a estudiar. En cuanto a las evaluaciones exponen que están relacionadas con el perfil y que ayudan a comprender los contenidos.

El índice de orientación fue del 60% positivo en relación al número total de unidades de información para este tema.

El tema sobre SHA tiene dos categorías: sistema y efecto del sistema, con 16 y 18 unidades de información respectivamente y un índice de frecuencia del 30,91%. Las respuestas exponen que el sistema es una herramienta de apoyo y complementaria para el proceso de aprendizaje, permitiendo al estudiante cubrir las necesidades en su aprendizaje. También indican que el sistema les realiza sugerencias de los caminos y ayudas para estudiar e investigar, siendo un guía conductor en su aprendizaje. Sobre los efectos que tiene el sistema en el aprendizaje, las respuestas muestran que fomentan el ritmo de estudios a cada estudiante, no ejerciendo presión y que les permite ser autodidactas. El sistema también es considerado por los estudiantes como una herramienta que complementa y consolida el aprendizaje, al proveer de contenidos y caminos que guían el aprendizaje para incrementar el conocimiento. El índice de

orientación para este tema fue del 52,94% positivo, indicando la percepción positiva que tienen los estudiantes sobre sistema y sus efectos. Por último, para el tema BL, se tiene la categoría modalidad, con 10 unidades de información, un índice de frecuencia del 9,09% con respuestas que demuestran la preferencia que tienen los estudiantes por la mezcla del profesor y el sistema adaptativo. Las respuestas indican que el profesor posee la experiencia en el tema y permite aclarar dudas, por otro lado, el sistema permite profundizar sobre el tema y es un complemento para el aprendizaje. El índice de orientación para este tema fue del 100% positivo, indicando todos los estudiantes tienen una impresión positiva sobre la modalidad de estudio en BL. Por último, el tema el modelo de la investigación tiene 19 categorías y un índice de frecuencia de 17,27%. Las respuestas manifiestan que el modelo influye en el aprendizaje porque permite involucrar más al estudiante en su propio proceso de aprendizaje, además, permite manejar al estudiante su propio ritmo de aprendizaje y es una estrategia que encaja perfecto al modelo e-learning. El índice de orientación es 100% positivo, indicando todos los estudiantes tienen una valoración positiva sobre el modelo para la gestión de dominios de contenido para los SHA en un ambiente BL en educación superior.

4.2.6 Empaquetar Resultados

El estudio realizado ha permitido conocer la percepción del modelo propuesto para la gestión de dominios de contenido para un SHA en BL para la educación superior. Los resultados de esta investigación indican que el modelo ha tenido

un buen efecto en el proceso de enseñanza aprendizaje. Basados en este hecho, los estudiantes han tenido una percepción positiva del sistema y los contenidos presentados se ajustan al perfil de cada usuario. Los resultados de los diferentes ensayos presentan un aporte a las investigaciones que se realizan referentes a la personalización de contenidos en los ambientes de formación en la modalidad BL.

En las secciones 4.2.4.5 y 4.2.4.6 se han presentados los resultados detallados del estudio de caso piloto y múltiple que envuelven los tres ensayos realizados. En esta sección se comparan los resultados de ensayos y se relacionan los resultados obtenidos con las preguntas y los supuestos de la investigación. La tabla 41 muestra una relación comparativa entre los tres ensayos, haciendo referencia a las preguntas de la investigación y a los supuestos.

Preguntas de investigación	Supuestos	Ensayo	Resultados
¿Cómo será la valoración de los estudiantes al utilizar el SHA?	La valoración de los estudiantes al utilizar el SHA será positiva.	1 ⁵⁵	66,70% Excelente 33,30 Bueno
		2 ⁵⁶	52,36 Excelente 39,12 Bueno 08,52 Regular
		3 ⁵⁷	66% Excelente 17% Bueno 17% Regular
¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a	La valoración de los estudiantes respecto a contenidos suministrados	1	100% Bueno

⁵⁵ Caso de Estudio Piloto. Asignatura: Metodología de la Investigación. Curso: 2006-2007

⁵⁶ Caso de Estudio Múltiple. Asignatura: Sistemas de Información. Curso: 2007

⁵⁷ Caso de Estudio Múltiple. Asignatura: Metodología de la Investigación. Curso: 2007-2008

Preguntas de investigación	Supuestos	Ensayo	Resultados
los contenidos aportados por el Sistema?	por el sistema para su aprendizaje será positiva	2	64,00% Excelente 36,00% Bueno
		3	33% Excelente 50% Bueno 17% Regular
¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones sobre los contenidos que le realizará el Sistema?	La valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones suministradas por el sistema será positiva.	1	11,10% Excelente 66,70% Bueno 22,20% Regular
		2	35,00% Excelente 36,00% Bueno 29,00% Regular
		3	17% Excelente 50% Bueno 33% Regular
¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a su perfil, generado por el Sistema?	La valoración de los estudiantes respecto al perfil generado por el sistema para su aprendizaje será positiva.	1	93,75% Excelente 06,25% Bueno
		2	50,00% Excelente 36,00% Bueno 14,00% Regular
		3	33% Excelente 50% Bueno 17% Regular
¿Considerarán los estudiantes que el uso del SHA tiene un efecto positivo sobre su proceso de aprendizaje?	Los estudiantes valorarán positivamente el efecto del uso del sistema hipermedia adaptativo sobre su proceso de aprendizaje.	1	100% Si
		2	100% Si
		3	100% Si
¿Cómo influirá el modelo sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo?	El modelo influirá positivamente sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo.	2	100% Positivamente
		3	100% Positivamente

Tabla 41. Comparación entre los ensayos.

En el estudio de caso múltiple, conformado por las experiencias UC⁵⁸ y UPC⁵⁹ se ha realizado en las entrevistas una pregunta relacionada con el escenario más adecuado para el proceso de aprendizaje. Para tal fin se preguntó:

¿Cuál de los escenarios sería el más adecuado para el proceso de aprendizaje?

Sólo profesor, bien sea cara-cara o de forma síncrona.

Síncrono y Asíncrono (Profesor y SHA).

Asíncrono (Sólo SHA).

Las respuestas en las dos experiencias se situaron en un 100% favorable hacia la mezcla profesor y SHA porque:

Profesor	SHA
Tiene la experiencia en el tema.	Permite profundizar en el tema.
Debe introducir el tema.	Permite a los estudiantes profundizar en el tema.
Aclara las dudas sobre el tema.	Permite complementar el tema.
Motiva a los estudiantes.	Permite reforzar los conocimientos sobre el tema.

Tabla 42. Semipresencial.

⁵⁸ Experiencia realizada con los estudiantes de la Licenciatura en Computación de la Universidad de Carabobo, Venezuela.

⁵⁹ Experiencia realizada con los estudiantes del Doctorado en Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña.

En general los estudiantes que fueron encuestados en estas dos experiencias opinan que tanto el profesor y el SHA son complementarios. Esta combinación de Profesor y SHA puede ser utilizado para la formación a lo largo de la vida. Es una estrategia que encaja muy bien con *e-learning*.

Capítulo 5.

Conclusiones

5. Conclusiones

A lo largo de esta memoria se ha descrito el estado del arte del tema investigado y el modelo para la gestión de dominios de contenido en los SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial. En la realización de este trabajo y por los resultados obtenidos, se ha llegado a una serie de conclusiones que se presentan a continuación.

5.1 Consecución de los objetivos de la investigación

El objetivo de esta investigación fue diseñar, implantar y validar un modelo para la gestión de dominios de contenido en SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial, para lo cual se ha trabajado en los ámbitos de: SHA, Evaluación y BL. A partir de la revisión de los conocimientos teóricos en dichos ámbitos y del diagnóstico en el entorno del trabajo empírico⁶⁰ se desarrolló el modelo que contribuyó a una mejora en la actividad docente.

El objetivo se ha conseguido en la medida que efectivamente se ha diseñado, implantado y validado el modelo. El modelo considera dos modalidades: síncrona y asíncrona, las cuales ofrecen ventajas a los estudiantes porque pueden tener al profesor como experto y guía en el tema. Además pueden profundizar en ese tópico utilizando el SHA, esto les permitirá seguir su propio

⁶⁰ El entorno estaba conformado por: el Doctorado en Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña y la Licenciatura en Computación de la Universidad de Carabobo.

ritmo en el aprendizaje y obtener del sistema los contenidos de forma personalizada.

El modelo de contenidos planteado en esta investigación es flexible porque permite tener varios dominios de contenido. Además, el profesor puede especificar los contenidos que son comunes y específicos para cumplir con un objetivo de aprendizaje.

Se puede expresar que los SHA y el BL permitirán abordar los nuevos desafíos educativos, en donde el estudiante asume un rol protagonista y activo, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, el estudiante adquiere un rol activo en los itinerarios de su aprendizaje. Los SHA permiten configurar un entorno educativo adecuado al estado de conocimiento en cada momento del estudiante, constituyéndose en un poderoso recurso didáctico.

Para poder realizar el trabajo empírico se ha creado una herramienta *ad hoc* que permite personalizar el espacio de aprendizaje para cada estudiante. De esta forma, se han respondido a cada una de las preguntas planteadas en la investigación.

Como conclusión a un proceso de investigación que ha combinado constantemente el estudio teórico con la aplicación de las ideas y los conocimientos a trabajos empíricos se han realizado finalmente aportaciones de carácter general reportados en los siguientes apartados:

5.1.1 Blended Learning

La aportación en el ámbito de BL, se basa en la realización de casos reales que han permitido explorar el efecto de la mezcla (semipresencialidad) en el proceso enseñanza aprendizaje, así como también observar el rendimiento y la motivación de los estudiantes al trabajar en esta modalidad. Como resultado de esta tesis se propone una metodología para poder explorar el grado de semipresencialidad que resulta más adecuado a un determinado tipo de entorno de formación (Monguet et al. 2006).

5.1.2 Evaluación

La aportación al ámbito de evaluación, se basa en la realización de casos reales que han permitido observar como los estudiantes perciben positivamente el poder contrastar la comprensión de los contenidos y recibir una retroalimentación personalizada de su aprendizaje. Como resultado de esta tesis se demostró que la retroalimentación en el proceso de evaluación es percibida positivamente por los estudiantes e incrementa el valor pedagógico de las evaluaciones (Fábregas et al. 2005).

5.1.3 Sistema Hipermedia Adaptativo

La aportación al ámbito de los SHA, se basa en la realización de casos reales que han permitido evidenciar el efecto positivo del SHA sobre el proceso de aprendizaje de cada estudiante. Como resultado de esta

tesis se propone un modelo para la gestión de dominios de contenido en SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial (Grimón et al. 2007; 2008).

5.1.4 Investigación

Aportación en el Doctorado en Ingeniería Multimedia de la Universidad Politécnica de Cataluña y en la Licenciatura en Computación de la Universidad de Carabobo, porque esta tesis ha abierto una línea de investigación entre las dos Universidades, obteniendo los siguientes productos: artículos publicados en revistas indexadas, exposiciones en congresos internacionales con su respectiva divulgación en los *proceedings* y desarrollo de proyectos de final de carrera. Además, se han comenzado otras investigaciones que tienen como base este trabajo (Grimón et al. 2006).

5.2 Aportaciones del estudio teórico

El objetivo del estudio teórico ha sido el de analizar y presentar de forma ordenada el conocimiento relevante para esta investigación. En particular interesa los conocimientos sobre los SHA y el ambiente BL en que debía centrarse esta investigación durante las fases posteriores correspondientes al trabajo empírico.

Se ha realizado una revisión de la literatura científica en el ámbito de los SHA, específicamente estudiando en profundidad los modelos que constituyen este tipo de sistemas: modelo de usuario, modelo de adaptación y modelo de contenidos.

Como resultado de la revisión se ha podido constatar, la gran importancia que tienen los SHA en el ámbito de la educación, con el objetivo de guiar al estudiante de manera personalizada en el itinerario de aprendizaje, de esta forma se puede lograr un aprendizaje más eficiente.

Se ha podido conocer mediante este estudio teórico que el acceso personalizado a la información es una demanda en las aplicaciones educativas. Los estudiantes realizan esfuerzos para encontrar los contenidos relevantes y separarlos de aquellos que no lo son. Sin una guía individual, los estudiantes incrementan las posibilidades de navegación, haciéndolos perder en el hiperespacio. Los métodos utilizados por los SHA ayudan a los estudiantes a encontrar los recursos de aprendizaje más apropiados a sus características, permitiéndole ser consciente de su proceso de aprendizaje, suministrándole una guía que le indique la secuencia de los recursos de aprendizaje que son adecuados a él. En consecuencia, los SHA orientan los pasos a seguir en el aprendizaje.

Además, se ha podido identificar el incremento de las investigaciones en este campo en los últimos años. También se ha determinado los autores que más han publicado sobre el tema y los países donde se desarrollan estas investigaciones. El autor que tiene mayores publicaciones en este campo es

Brusilovsky P. Entre los países que desarrollan más investigaciones sobre los SHA se encuentran: USA, Inglaterra, Italia y Grecia.

Respecto a la tendencia de los SHA se ha encontrado que la dirección de expansión de estos sistemas se seguirá integrando en otras aplicaciones, se desarrollarán los SHA de cuerpo abierto de contenidos y se seguirá incursionando en los SHA para dispositivos móviles. En cuanto a tecnologías, se seguirán las investigaciones en redes neuronales, algoritmos genéticos, marcos, lógica difusa, máquinas de aprendizaje y modelos bayesianos. Las arquitecturas de los SHA tienden a estar basada en componentes que permitan la reusabilidad y el uso de agentes de software.

La revisión teórica acerca de los test adaptativos, ha permitido implementarlos en este modelo. Permitiendo así medir los niveles de conocimiento que el estudiante ha adquirido. Estos test presentan la ventaja de que se hacen a la medida de cada estudiante. La interacción entre el estudiante y el sistema se basa en responder las preguntas, y permite al sistema conocer el nivel del estudiante en cada uno de los conceptos tratados en el curso.

La revisión de la literatura sobre los diferentes SHA implementados en distintos dominios, muestra una amplia gama de desarrollos tecnológicos que han servido de guía para la implementación del modelo en esta investigación. Sobre todo en lo que respecta a la forma de implementar el modelo de usuario, modelo de adaptación y modelo de contenidos.

Se ha realizado una revisión bibliográfica sobre los modelos en los SHA con el objetivo de guiar la adaptación, considerando factores relevantes relacionados

con el usuario, incluyendo herramientas de comunicación síncronas que permitan conectar estudiantes y profesores. Todos estos aportes encontrados en la documentación bibliográfica han influido en el diseño del modelo propuesto en esta investigación.

La revisión teórica sobre los SHA indica que es un campo dinámico, por lo que seguirán apareciendo nuevos enfoques y tendencias que permitan mejorar y enriquecer los desarrollos en esta área.

Respecto a la revisión de la literatura sobre el campo BL se ha encontrado diversos aspectos sobre la mezcla y su influencia en el aprendizaje. La definición de BL por los diferentes autores ha permitido abrir un abanico de posibilidades para efectuar la mezcla, permitiendo combinar: aprendizaje tradicional con técnicas basadas en *Web*, medios y herramientas empleadas en ambientes *e-learning* y un número de técnicas pedagógicas independientes del uso de la tecnología. Estas combinaciones tan abiertas indican el potencial y la riqueza del BL sobre los procesos de formación, representando una ventaja para los estudiantes.

En resumen los SHA y el *BL* permiten al estudiante convertirse en el protagonista y gestor de su aprendizaje.

5.3 Aportaciones del estudio empírico

El trabajo empírico ha servido para evaluar el modelo para la gestión de dominios de contenido en los SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial.

La propuesta de Larry et al. (2006) sobre ambientes BL adaptativos promete ricas y amplias fuentes de información acerca de cómo los estudiantes pueden obtener la información y ser guiados para lograr los resultados esperados en su aprendizaje.

El volumen de recursos educativos disponibles está cambiando rápidamente. La abundancia de recursos ha creado el problema de desorientación en los estudiantes. Entonces surge la pregunta: ¿cómo ayudar al estudiante a encontrar, organizar y usar los recursos de aprendizaje y que satisfagan sus intereses, metas, considerando sus conocimientos actuales? La respuesta es la necesidad de personalizar. Con los trabajos empíricos realizados en esta investigación se ha podido explorar cómo los estudiantes pueden obtener la información de forma personalizada y cómo pueden ser guiados para lograr los resultados esperados en su aprendizaje.

A través de las experiencias llevadas a cabo se ha podido estudiar la valoración de los estudiantes en cuanto a:

- La utilización del SHA.
- Los contenidos aportados por el SHA.

- Las evaluaciones de conocimiento sobre los contenidos.
- Perfil del estudiante generado por el SHA.
- Efecto del SHA sobre el aprendizaje.
- Influencia del modelo sobre el proceso de aprendizaje.

Respecto a la utilización del sistema, los estudiantes en su gran mayoría la valoraron entre excelente y buena. Esto se debe a que el sistema le permite profundizar en el tema objeto de estudio, aportándoles contenidos adaptados a sus intereses y necesidades de aprendizaje. También indicaron que es una herramienta de apoyo y complementaria al proceso de aprendizaje. Igualmente, valoraron la retroalimentación recibida mediante las evaluaciones de conocimiento, porque les ayuda a comprender los temas estudiados. En cuanto al perfil generado por el sistema su valoración tendió mayoritariamente entre excelente y bueno porque el perfil coincide con sus preferencias y objetivos del tema tratado.

El efecto del SHA sobre el aprendizaje fue positivo, esto fue considerado por todos los estudiantes, porque permite al estudiante llevar su propio ritmo de estudio, le permite ser autodidacta y lo consideran una herramienta que complementa y consolida su aprendizaje.

La influencia del modelo sobre el proceso de aprendizaje también fue considerado por todos los estudiantes positivamente porque permite involucrar más al estudiante en su aprendizaje. Además, le permite introducirse en el

tema mediante la explicación de un profesor y posteriormente profundizarlo con el uso del SHA.

Los SHA permiten adaptar el contenido a las necesidades de cada usuario, es por ello que los resultados señalan la necesidad de seguir realizando estudios centrados en la adaptación de contenidos. Esta investigación realiza aportes en el campo de los SHA y los resultados sugieren que ha tenido un buen efecto en el proceso de aprendizaje. Basados en este hecho, los estudiantes han tenido una percepción positiva del sistema y los contenidos presentados se ajustan al perfil de cada usuario.

Como lo expresa Marc Rosenberg (citado por Barbian 2002) “la pregunta no es si debiésemos mezclar, sino ¿cuáles son los ingredientes?”. Es por ello que los resultados señalan la necesidad de realizar estudios centrados en el efecto que las combinaciones propias del BL pueden tener sobre aprendizaje de los estudiantes. Esta investigación realiza aportes en el campo de BL y los resultados sugieren que ha tenido un buen efecto en el proceso de aprendizaje.

Los mejores resultados de esta investigación están relacionados en parte con el acierto en haber seleccionado como actividad asíncrona el uso del SHA que permite la personalización del aprendizaje. Este hecho sugiere que más allá del satisfacer los objetivos de aprendizaje, también es importante considerar los intereses, experiencias y conocimientos previos de los estudiantes, a fin de proveerles de contenidos que se adapten a sus necesidades y le permitan mejorar su proceso de aprendizaje. Tal como lo expresa Kelly y Tangney (2006), la personalización trae varios beneficios, como el incremento del

rendimiento en el aprendizaje, mayor disfrute, el aumento de la motivación y la reducción del tiempo de aprendizaje.

5.4 Investigaciones futuras

En esta tesis se ha planteado un modelo para la gestión de dominios de contenido en SHA aplicados a entornos de educación superior semipresencial. A partir de esta investigación se abren otras muchas relacionadas con diversos aspectos. A continuación se presentan de forma esquemática los ámbitos en los que se va a continuar esta línea de investigación.

Las propuestas de continuidad se han organizado según los siguientes apartados:

- Ensayos de modelos y SHA.
- Desarrollo de nuevos modelos y SHA.

5.4.1 Ensayos de modelos y SHA

Se propone realizar ensayos de este modelo y de las versiones siguientes en dispositivos móviles. La portabilidad y la ubicuidad del sistema harían necesario el desarrollo de nuevas interfaces y la realización de ensayos con usuarios en entornos empíricos nuevos.

También, se plantea ensayar este modelo y explorar el efecto que tiene en el profesor, que monitorea al estudiante y administra los contenidos al SHA. En la medida que los contenidos estén en los SHA y la tecnología permita incrementar el rendimiento del profesor en los procesos de comunicación entre los estudiantes, es razonable que el esfuerzo del profesor se oriente a la aportación y mejoría de los contenidos, a la atención personalizada de los estudiantes y a crear actividades motivadoras, entre otras cosas.

Respecto a las evaluaciones, se sugiere seguir realizando trabajos empíricos y analizar el rendimiento de los estudiantes. La combinación de la evaluación y las tecnologías juegan un rol importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación superior, incluyendo autoevaluación, tipos de exámenes y preguntas en diferentes disciplinas. El estudiante que construye su aprendizaje en modelos híbridos (síncronos y asíncronos), necesita indicadores de mejora de su progreso en las actividades realizadas. También, los docentes mediante la evaluación conocen el progreso del estudiante. La evaluación actúa de control en el proceso formativo, por lo que se requerirá de evaluaciones inteligentes que detecten errores de interpretación, cognición y rendimiento de cada estudiante.

5.4.2. Desarrollo de nuevos modelos y SHA

Agregar agentes inteligentes a los SHA, responsable de la captura de la información y de la presentación de sugerencias para mejorar la interacción, que incrementarían las opciones de ayudar al usuario en su relación con el sistema. La búsqueda de contenidos acordes a sus intereses y necesidades podría mejorarse significativamente y el agente podría actuar de forma permanente sobre el sujeto, adaptándose a la evolución futura de sus necesidades de conocimiento. En el desarrollo de los nuevos modelos de los SHA se debe considerar los algoritmos genéticos y evolutivos, redes neuronales y la simulación.

Otro aspecto a considerar en los nuevos modelos es la colaboración en la cognición y la inclusión de herramientas de interacción síncrona y asíncrona, que permitan un proceso adaptativo.

Por último, se debe considerar el reuso en los nuevos modelos de los SHA, incluyendo componentes de aprendizaje que permitan la edición, la representación y el acceso a las unidades de conocimiento que puedan ser aprovechadas por diversas aplicaciones. Para ello se debe usar estándares que contribuyan a la catalogación de las piezas de información.

Referencias

Referencias

Aguilar, G., Gómez, A. y Kaijiri, K. (2007). Learners y Knowledge: A New Personalization Factors Perspective for Adaptive Computer-based Assessment Systems. In C. Montgomerie y J. Seale (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 2143-2148.

Alfonseca, E., Rodríguez, P., Pérez, P. (2007). An approach for automatic generation of adaptive hypermedia in education with multilingual knowledge discovery techniques. *Computers y Education* (49), 495–513.

Alvarez-Cortes, V., Zayas-Perez, B., Zarate-Silva, V., Ramirez, J. (2007). Current Trends in Adaptive User Interfaces: Challenges y Applications. 312-317, *Electronics, Robotics y Automotive Mechanics Conference. Cerma*.

Arteaga, C., Fabregat, R. (2002). "Integración del aprendizaje individual y del colaborativo en un sistema hipermedia adaptativo". *Proceeding of IE2002*.

Bailey, C. (2002). An Agent-Based Framework to Support Adaptive Hypermedia. Thesis Doctor University of Southampton.

Balabanovic, M., y Shoham, Y.(1997). Fab: Content-Based, Collaborative Recommendation. *Communications of the ACM* 40(3), 66-72.

Barbian, J. (2002). Blended works: Here's proof!. *Online Learning Magazine* 6: 26-28 y 6: 30-31.

Beaumont, I. (1994). User modeling in the interactive anatomy tutoring system ANATOMTUTOR. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 4 (1), 21-45.

Bechhofer, S., Yesilada, Y., Horan, B., Goble C. (2006). Knowledge-Driven Hyperlinks: Linking in the Wild. V. Wade, H. Ashman and B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 1–10.

Becker, H. (1979). Observación y estudios de casos sociales en David Sills, *Enciclopedia Internacional de las ciencias sociales*. Madrid, 384-389.

Berkovsky, S. (2006). Decentralized Mediation of User Models for a Better Personalization. V. Wade, H. Ashman, y B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 404 – 408.

Berlanga, A., y García, J. (2004). *Sistemas Hipermedia Adaptativos en el Ámbito de la Educación*. Technical Report. Departamento de Informática. Universidad de Salamanca.

Bisquerra, R.; Dorio, I.; Gómez, J.; Latorre, J.; Martínez, F.; Massot, I.; Mateo, J.; Sabariego, M.; Sans, A.; Torrado, M., & Vilà, R. (Eds.). (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: Editorial La Muralla, S.A.

Blackboard Inc. (2002). Blackboard Course Management System 5.1, Blackboard Inc. <http://www.blackboard.com/>. Consultado el 21 Octubre 2007.

Böcker, H. D., Hohl, H., y Schwab, T. (1990). Hypadapter: Individualizing hypertext. In: D. Diaper (ed.) *INTERACT'90. (Proceedings of IFIP TC13 Third International Conference on Human-Computer Interaction, 27-31)* 931-936.

Bollin, A., Mittermeir, R., y Wohlfahrt, R. (2002). Component-based Content Development for E-Learning Systems. In: M. Driscoll y T. C. Reeves (eds.) *Proceedings of World Conference on E-Learning, E-Learn, AACE*, 1206-1209.

Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I. (1999). *El Lenguaje Unificado de Modelado*. Addison Wesley. Madrid. España.

Botella, F., Lazcorreta, E., González, P., Fernández, A., Gascueña, J. (2006a). Sistema adaptativo a la docencia y aprendizaje basado en practicas. XV Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos JISBD 2006 José Riquelme - Pere Botella (Eds). CIMNE, Barcelona,

Botella, F., Lazcorreta, E., González, P., Fernández, A. (2006b). Sistema de refuerzo del aprendizaje basado en cuestiones adaptadas al alumno. Centro de Investigación Operativa. Universidad Miguel Hernández de Elche.

Boyle, C. y Encarnacion, A. O. (1994). MetaDoc: an adaptive hypertext reading system. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 4 (1), 1-19.

Boyle, C. y Teh, S. (1993). Multimedia intelligent documentation: Metadoc V. In: *Proceedings of 11th annual international conference on Systems documentation*, 5 - 8, 21 - 27.

Brusilovsky, P., y Millán, E. (2007). User Models for Adaptive Hypermedia y Adaptive Educational Systems. The Adaptive Web, *Lecture Notes in Computer Science*, 4321, 3 – 53. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Brusilovsky, P., y Henze, N. (2007). Open Corpus Adaptive Educational Hypermedia. P. Brusilovsky, A. Kobsa, y W. Nejdl (Eds.): The Adaptive Web, *Lecture Notes in Computer Science* 4321, 671 – 696. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Brusilovsky, P. Sosnovsky, S., y Yudelso, M. (2006). Addictive Links: The Motivational Value of Adaptive Link Annotation in Educational Hypermedia. V. Wade, H. Ashman, y B. Smyth (Eds.): AH 2006, *Lecture Notes in Computer Science* 4018, 51 – 60. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Brusilovsky, P., Sosnovsky, S., y Shcherbinina, O. (2005). User Modeling in a Distributed E-Learning Architecture. L. Ardissono, P. Brna, y A. Mitrovic (Eds.): UM 2005, *LNAI* 3538, 387 – 391. Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Brusilovsky, P. (2004a) Adaptive Educational Hypermedia: From generation to generation. *Proceedings of 4th Hellenic Conference on ICT in Education* 19-33.

Brusilovsky, P. (2004b) KnowledgeTree: A distributed architecture for adaptive e-learning. In: *Proceedings of The Thirteenth International World Wide Web Conference, WWW 2004*, 17-22 May 2004, ACM Press, 104-113.

Brusilovsky, P., Chavan, G., y Farzan, R. (2004a). Social adaptive navigation support for open corpus electronic textbooks. *Lecture Notes in Computer Science*, 3137, 24-33. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Brusilovsky, P., Sosnovsky, S., y Yudelson, M. (2004b) Adaptive Hypermedia Services for E-Learning. *In: Proceedings of Workshop on Applying Adaptive Hypermedia Techniques to Service Oriented Environments at the Third International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH'2004)*, 470-479.

Brusilovsky, P. (2003). A component-based distributed architecture for adaptive Web-based education. In: U. Hoppe, F. Vardejo and J. Kay (eds.) *Artificial Intelligence in Education: Shaping the Future of Learning through Intelligent Technologies*. 386-388

Brusilovsky P., Nijhawan H. (2002). A Framework for Adaptive E-Learning Based on Distributed Re-usable Learning Activities, In *Proceeding of the World Conference on E-Learning*, 154-161.

Brusilovsky, P. (2001). Adaptive Hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 11: 87-110. Kluwer Academic Publishers.

Brusilovsky, P. (2000). Adaptive Hypermedia: From Intelligent Tutoring Systems to Web-Based Education. G. Gauthier, C. Frasson, K. VanLehn (Eds.): *ITS 2000, Lecture Notes in Computer Science*, 1839, 1-7 2000. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Brusilovsky, P. y De Bra, P. (1998a). *Proceedings of the Second Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia at Ninth ACM International Hypertext Conference Hypertext '98*, Computer Science Report 98/12.

Brusilovsky, P. y Pesin, L. (1998b). Adaptive navigation support in educational hypermedia: An evaluation of the ISIS-Tutor. *Journal of Computing and Information Technology* 6 (1), 27-38

Brusilovsky, P., Eklund, J., y Schwarz, E. (1998a). Web-based education for all: A tool for developing adaptive courseware. *Computer Networks and ISDN Systems, Proceedings of Seventh International World Wide Web Conference*, 14-18 30 (1-7), 291-300.

Brusilovsky, P., Kobsa, A. y Vassileva, J. (eds.). (1998b). *Adaptive Hypertext y Hypermedia*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Brusilovsky, P., Fink, J. y Kay, J. (eds.). (1997). *Proceedings of the Workshop 'Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web'* at 6th International Conference on User Modeling, UM97.

Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. In P. Brusilovsky y J. Vassileva (eds.), *User Modeling y User-Adapted Interaction* 6 (2-3), Special Issue on Adaptive Hypertext y Hypermedia, 87-129.

Brusilovsky P., Schwarz E. y Weber G. (1996). ELM-ART: An Intelligent Tutoring System on World Wide Web. *Proceeding of Third International*

Conference on Intelligent Tutoring Systems ITS-96, Lecture Notes in Computer Science, 1086, Springer Verlag, 261-269.

Brusilovsky, P. (1994) Adaptive Hypermedia: An Attempt to Analyze and Generalize. In *Workshop on Adaptive hypertext and hypermedia at UM'94*.

Brusilovsky, P., Pesin, L., y Zyryanov, M. (1993). Towards an adaptive hypermedia component for an intelligent learning environment. In: L. J. Bass, J. Gornostaev y C. Unger (eds.) *Human-Computer Interaction. Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 753, (*Proceedings of 3rd International Conference on Human-Computer Interaction, EWHCI'93*) Springer-Verlag, 348-358.

Brusilovsky, P. (1992a). A framework for intelligent knowledge sequencing and task sequencing. In: C. Frasson, G. Gauthier and G. McCalla (eds.) *Intelligent Tutoring Systems. Proceedings of Second International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS'92*, 499-506.

Brusilovsky, P. (1992b). Intelligent Tutor, environment and Manual for Introductory Programming. *Educational and Training Technology International* 29 (1), 26-34.

Brusilovsky, P. L. y Gorskaya-Belova, T. B. (1992). An environment for physical geography teaching. *Computers and Education* 18 (1-3), Special Issue on Computers Educ., 85-88.

Burgos, D., Tattersall, C., Koper, R. (2007). How to represent adaptation in eLearning with IMS Learning Design. *Interactive Learning Environments*, Volume 15, Issue, 161 – 170.

Cabrero, J., y Loscertales, F. (1996): "Elaboración de un sistema categorial de análisis de contenido para analizar la imagen del profesor y la enseñanza en la prensa", *Bordón*, 48, 4, 375-392.

Callan, J., Smeaton, A., Beaulieu, M., Borlund, P., Brusilovsky, P., Chalmers, M., et al. (2001). Personalization y Recommender Systems in Digital Libraries. Proceedings of the 2nd DELOS Workshop on Personalization y Recommender Systems in Digital Libraries.

Carmagnola, F., Cena, F., Gena, G., Torre, I. (2006). UbiquiTo-S: A Preliminary Step Toward Semantic Adaptive Web Services. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, *Lecture Notes in Computer Science*, 4018, 249 – 253.

Carmona, C., Bueno, D., Guzman, E., y Conejo, R. (2002) SIGUE: Making Web Courses Adaptive. In: P. De Bra, P. Brusilovsky y R. Conejo (eds.) Proceedings of Second International Conference on Adaptive Hypermedia y Adaptive Web-Based Systems (AH'2002) Proceedings, Málaga, Spain, May 29-31 2002, 376-379.

Carro, R. (2002). Adaptive Hypermedia in Education: New Considerations and Trends. *Proceedings of the 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics y Informatics*. Vol. 2, 452-458.

Carro, R. (2001). Un mecanismo basado en tareas y reglas para la creación de sistemas hipermedia adaptativos: aplicación a la educación a través de Internet. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

Carro, R., Pulido E. y Rodríguez P. (1999). TANGOW: Task-based Adaptive learner Guidance on the WWW. *Proceedings of Second Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the WorldWideWeb*. Computer Science Report 99-07, 49-57.

Castells, P., Macías, J.: “Un sistema de presentación dinámica hipermedia para representaciones personalizadas del conocimiento”. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. Vol. 16, 25-34. 2002

Cataldi, Z. (2005). El aporte de la tecnología informática al aprendizaje basado en problemas usando modelos de trabajo interactivos. Universidad de Sevilla.

Colin, R. *Real World Research: A Resource for Social Scientists y Practitioner-Researchers*. 2002. 2da edición. Blackwell Publishing.

Colineau, N., Paris, C., y Wilkinson, R. (2006). Towards Measuring the Cost of Changing Adaptive Hypermedia Systems. V. Wade, H. Ashman, y B. Smyth (Eds.): AH 2006, *Lecture Notes in Computer Science*, 4018, 259 – 263.

Conejo, R., Guzman, E., y Millán, E. (2004) SIETTE: A Web-based tool for adaptive teaching. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 14 (1), 29-61.

Conlan, O., O’Keeffe, I., y Tallon, S. (2006). Combining Adaptive Hypermedia Techniques and Ontology Reasoning to Produce Dynamic Personalized News Services. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, *Lecture Notes in Computer Science*, 4018, 81 – 90.

Conlan, O., Dagger, D., y Wade, V. (2002a). Towards a standards-based approach to e-Learning personalization using reusable learning objects. In: M. Driscoll y T. C. Reeves (eds.) *Proceedings of World Conference on E-Learning, E-Learn 2002*, Montreal, Canada, October 15-19 2002, AACE, 210-217.

Conlan, O., Wade, V., Gargan, M., Hockemeyer, C., y Albert, D. (2002b). An architecture for integrating adaptive hypermedia services with open learning environments. In: P. Barker y S. Rebelsky (eds.) *Proceedings of EDMEDIA’2002 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 344-350.

Cook, T. y Reichardt, Ch. (1986) *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Madrid Morata.

Cristea, A., Calvi, L. (2003). The three Layers of Adaptation Granularity. UM’03, 4-14.

Chedrawy, Z., Raza, S. (2006). An Adaptive Personalized Recommendation Strategy Featuring Context Sensitive Content Adaptation. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, *LNCS* 4018, 61 – 70.

Chen, Y. (2007). Use Feedback and Fuzzy Self-Organizing Map to improve adaptive e-learning model. In C. Montgomerie y J. Seale (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 3474-3480.

Chia, F., Hung, L., Shih, T. (2003). A New Courseware Diagram for Quantitative Measurement of Distance Learning Courses. *Journal of Information Science and Engineering* 19, 989-1014.

Chiva, G., Ballesteros, P., Garcia B., Minguez, V. (2001). Construcción y validación de un instrumentos para conocer la actitud hacia la salud dental. *Electronic Journal of dental research (EJDR)* (6) Artículo 24.

De Bra, P., Aerts, A. Berden, B., Rousseau, B., Santic, T., Smits, D., Stash, N. (2003). AHA The Adaptive Hypermedia Architecture. ACM, 26-30.

De Bra, P., Aerts, A., Smits, D., Stash, N. (2002). AHA! Version 2.0, more adaptation flexibility for authors. In: *World Conference on e-Learning in Corporate, Government, Healthcare&Higher Education*, 240–246.

De Bra, P. y Ruiter, J.-P. (2001). AHA! Adaptive hypermedia for all. In: W. Fowler y J. Hasebrook (eds.) *Proceedings of WebNet'2001, World Conference of the WWW y Internet, 23-27 2001*, AACE, 262-268.

De Bra, P. (1999). Design Issues in Adaptive Web-Site Development. *Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Systems and User Modelling on the WWW at the 7th International Conference on User Modeling*, 29-39.

De Bra, P., Brusilovsky, P., Houben, G. (1999a). Adaptive Hypermedia: From Systems to Framework. *ACM Computing Surveys (CSUR)*. Volume 31, (4), pp 12.

De Bra, P., Houben, G. y Wu, H. (1999b). AHAM: A Dexter –based Reference Model for Adaptive Hipermedia. *Proceedings Zesde Interdisciplinaire Conferentie Informatiewetenschap*, pp 77-88.

De Bra, P. (1998). Adaptive Hipermedia on the Web: Methods, Technology y Applications. *Proceedings de AACE WebNet'98 Conference*, 220-225.

De Bra, P. y Calvi, L. (1998). AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture. In P. Brusilovsky y M. Milosavljevic (eds.), *The New Review of Hypermedia y Multimedia* 4, Special Issue on Adaptivity y user modeling in hypermedia systems, 115-139.

De La Passardiere, B. y Dufresne, A. (1992). Adaptive navigational tools for educational hypermedia. In: I. Tomek (ed.) *Computer Assisted Learning*. (Proceedings of ICCAL'92, 4-th International Conference on Computers and Learning, 17-20, 555-567.

Driscoll, M. (2002) Blended Learning: let's get beyond the hype, *E-learning*, 1 March. <http://elearningmag.com/ltimagazine>. Consultado el 15 de Marzo de 2007.

Dolog, P., Gavriiloaie, R., Nejd, W., y Brase, J. (2003) Integrating Adaptive Hypermedia Techniques y Open RDF-Based Environments. In: *Proceedings of The Twelfth International World Wide Web Conference*, 88-98.

Fábregas, J., Ferruzca, M., Ferruzca, M., Ferruzca, F., Grimón, J. M., Monguet, M., Sampieri, M. (2005). Assessing Real Time Evaluation Practices in Different Learning Environments. *Recent Research Developments in Learning Technologies*, pp 54-58.

Fan, H., y Scott, M. (2006). What Is Personalization? Perspectives on the Design and Implementation of Personalization in Information Systems. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce* 16(3-4), 179–202.

Farzan, R., Brusilovsky, P. (2006). Social Navigation Support in a Course Recommendation System. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 91 – 100.

Ferruzca, M. (2008). Estudio teórico y evidencia empírica de la aplicación del marco teórico de “Cognición Distribuida” en la gestión de sistemas de formación e- *Learning*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña.

Ferruzca, M., Grimón, F., Fabregas, Monguet, J., Sampieri, M. (2007). Cognitive implications of using an artifact for real-time evaluations y lectures in a graduate level course. *ED-Media 2007. World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia y Telecommunications*, pp 3257-3264.

Freimut, B., Punter, T., Biffel, S., Ciolkowski, M. (2002). State-of-the-Art in Empirical Studies. Virtuelles Software Engineering Kompetenzzentrum.

Freyne, J., Smyth, B. Cooperating Search Communities. V. Wade, H. Ashman, y B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 101–110 2006. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.

Frias-Martinez, E. Magoulasb,G., Chen, S. Macredie, R. (2005). Modeling human behavior in user-adaptive systems: Recent advances using soft computing techniques. *Expert Systems with Applications* 29, 320–329

Gaudioso, E. (2002). Contribuciones al Modelado del Usuario en Entornos Adaptativos de Aprendizaje y Colaboración a través de Internet mediante técnicas de Aprendizaje Automático. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid.

Glass, R. (1997). Pilot Studies: What, Why and How, *Journal of Systems and Software*, 36(1), 85-97.

Gonzalez, C., Suthers, M., y Escamilla de los Santos, J. (2003). Coaching web-based collaborative learning based on problem solution differences and participation. In P. Brusilovsky y C. Peylo (eds.), *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 13 (2-4), Special Issue on Special Issue on Adaptive y Intelligent Web-based Educational Systems, 263-299.

Grimón, F., Monguet, J., Fabregas. (2008). Experience with an Adaptive Hypermedia System in a Blended-Learning Environment. *Proceeding ED-MEDIA. World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*.

<http://www.aace.org/conf/edmedia/sessions/index.cfm/fuseaction/PaperDetails?>

CFID=5058239&CFTOKEN=83273759&presentation_id=35593. Consultado el 15 Febrero 2008.

Grimón, F., Monguet, J., Fabregas, J., Guigni, M. (2007). Early Study of an Adaptative Content System. *Proceeding ED-MEDIA, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 3265-3268.

Grimón, F. Herrera, M., Delgado, D., Giugni, G. (2006). Fortalecimiento de las Unidades de Investigación en la Universidad de Carabobo. Caso de Estudio: Convenio Universidad Politécnica de Cataluña – Universidad de Carabobo. *Revista Docencia Universitaria*. Vol VII, nº 2, 25-35.

Gutiérrez, J. y Pérez, T. (2001). Sistemas de Interacción Persona – Computador. En M. Ortega y J. Bravo (Ed.), *Sistemas Hipermedia adaptativos*. 159 – 179. España: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Guzmán, E., Conejo, R., y García-Hervás, E. (2005). An Authoring Environment for Adaptive Testing. *Educational Technology y Society*, 8 (3), 66-76.

Guba, E., y Lincoln, Y. (1985). Effective evaluation: Improving the usefulness of evaluation results through responsive y naturalistic approaches. San Francisco. Jossey-Bass.

Haiyan F., y Marshall S. What Is Personalization?. (2006). Perspectives on the Design and Implementation of Personalization in Information Systems. *Journal of Oganizational Computing and Electronic Commerce*, 16 (3 y 4), 179–202.

Halvey, M., Keane, M., Smyth, B. (2006). Temporal Rules for Predicting User Navigation in the Mobile Web. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 111 – 120.

Hamel J. (1992). The Case Method in Sociology. *New Theoretical and Methodological*. Current Sociology nro 40, pp 1-7.

Henze, N. y Nejd, W. (2001). Adaptation in open corpus hypermedia. In P. Brusilovsky y C. Peylo (eds.), *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 12 (4), Special Issue on Special Issue on Adaptive y Intelligent Web-based Educational Systems, 325-350.

Henze, N. (2000). Adaptive Hyperbooks: Adaptation for Project-Based Learning Resources. Tesis Doctoral. Universitat Hannover.

Henze, N. y Nejd, W. (1999). Adaptivity in the KBS Hyperbook System. In: P. Brusilovsky, P. D. Bra and A. Kobsa (eds.) *Proceedings of Second Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web*, Published as Computer Science Report, No. 99-07, 67-74.

Hernández, S.; Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (Eds.). (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill – Interamericana Editores, S.A. de C.V. Hollan, J., Hutchins, E., & Kirsch, D. (2000). Distributed Cognition: Toward a New Foundation for HCI Research. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 17, 174– 196.

Herrera, M. (2007). Modelación del rendimiento estudiantil en ambientes de aprendizaje basados en *blended learning* y el método de casos de estudio. Proyecto de Tesis. Universidad Politécnica de Cataluña.

Hofmann, J. (2001). *Blended Learning Case Study*. Consultado el 1 de Marzo de 2007. www.learningcircuits.org/2001/apr2001/hofmann.html.

Howard, L., Remenyi, Z., Pap, G. (2006). Adaptive Blended Learning Environments. *9th International Conference on Engineering Education*. http://www.isis.vanderbilt.edu/projects/VaNTH/papers/icee_2006_p1.pdf.

Consultado el 20 de Enero de 2007.

Hsu, M. (2008). A personalized English learning recommender system for ESL students. *Expert Systems with Applications* 34, 683–688.

Huang, M., Huang, H., Chen, M. (2007). Constructing a personalized e-learning system based on genetic algorithm and case-based reasoning approach *Expert Systems with Applications* 33, 551–564.

Hwang, G. (2007). Gray Forecast Approach for Developing Distance Learning and Diagnostic Systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews*, Vol. 37, No. 1.

Ileana, P., Valle, R., Marúnez-González, A., Rojas-Ramírez, J. (2000). Aprendizaje basado en Problemas: Validación de un Instrumento de Evaluación. *Anales de la Facultad de Medicina*. Vol. 61. N° 3.

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/Anales/v61_n3/Aprend_Bas_Prob.htm.

Consultado el 10 de Marzo de 2006.

Jacquot, C., Bourda, Y., Popineau, F., Delteil, A. Reynaud, C. (2006). GLAM: A Generic Layered Adaptation Model for Adaptive Hypermedia Systems. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 131–140.

Kaplan, C., Fenwick, J., y Chen, J. (1993). Adaptive hypertext navigation based on user goals y context. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 3 (3), Special Issue on User models and user-adapt. *Interact*, 193-220.

Karagiannidis, C., Sampson, D., y Cardinali, F. (2002). An architecture for Web-based e-Learning promoting re-usable adaptive educational e-content. *Educational Technology y Society* 5 (4).

Kayama, M. y Okamoto, T. (1999). Hy-SOM: The semantic map framework applied on an example case of navigation. In: G. Cumming, T. Okamoto and L. Gomez (eds.) *Advanced Research in Computers y Communications in Education*. Artificial Intelligence and Applications, Vol. 2, *Proceedings of ICCE'99, 7th International Conference on Computers in Education*, , 4-7 November, 252-259.

Kelly, D., y Tangney, B. (2006). Adapting to intelligence profile in an adaptive educational system. *Interacting with Computers* Volume 18, Issue 3, 385-409.

Kerres, M. y De Witt, C. (2003). A Didactical Framework for the Design of Blended Learning Arrangements, *Journal of Educational Media*, 28(2-3), 101-113.

Kitchenham B., Dyba, T., Jorgensen, M. (2003). *Evidence-based Software Engineering for Practitioners*, BMJ, 142-145.

Kitchenham, B. (1998a.). Evaluating Software Engineering Methods y Tools – Part 9: Quantitative Case Study Methodology, *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 23(1), 24—26.

Kitchenham, B. (1998b). Evaluating Software Eng. Methods and Tools Part 10: Designing y Running a Quantitative Case Study. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 23(5), 20-22.

Kitchenham, B. (1996). Evaluating software engineering methods y tools, part 1: The evaluation context and evaluation methods. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 21(1), 11-15.

Kitchenham, B., Pickard Pickard, L., Lawrence, S. (1995). Case Studies for Method y Tool Evaluation. *IEEE Software*. Vol 12. Issue 4, 52-62.

Kitchenham, B., S. Linkman, y D. Law. (1994). Critical Review of Quantitative Assessment. *Software Engineering Journal*, 9(2), 43--53.

Kosba, E., Dimitrova, V., Boyle, R. (2007). Adaptive feedback generation to support teachers in web-based distance education. *User Model User-Adapt Inter* 17,379-413.

Llamosa, R., Guarín, I., Moreno, G., Baldiris, S. (2002). Sistema Hipermedia Adaptativo para la Enseñanza de los Conceptos Básicos de la Programación Orientada a Objetos. *Proceeding infoUYClei*. ISBN 9974-7704-1-6.

Lamarca, M. Hipertexto: El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen. http://www.hipertexto.info/documentos/web_semantica.htm.

Consultado el 15 de Abril de 2008.

Latorre, A. Del Rincón, D. y Arnal, J. (1996) Bases metodológicas de la investigación educativa. Barcelona: Hurtado ediciones.

Landry, R. (1998). L'analyse de contenu. Recherche sociale. De la problématique à la collecte des données. Benoit Gauthier (Editor). Sillery, p.p 329-356.

L'écuyer, R.(1987). L'analyse de contenu: notions et etapes». En: Les méthodes de recherche qualitatives. Jean-Pierre Deslauriers (Editor). Sillery. p.p. 49-65.

Lee, W., Kang, S., Lim, S., Shin, M., Kim, Y. (2007). Adaptive Hierarchical Surrogate for Searching Web with Mobile Devices. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 53, No. 2.

Lin, N., Chang, W., Shih, T. (2005). Courseware Development Using Influence Diagrams Supporting e-Learning Specifications. *Journal of Information Science and Engineering*, 21, 985-1005.

López N, Migueis J, Pichon E. (1998). Integrar UML en los proyectos. Ediciones Gestión 2000. Barcelona. España, 43-46.

López_Aranguren, E. (1986). El análisis de contenido. En: El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación. Compilación de Manuel García Ferrando, Jesús Ibañez y Francisco Alvira. Alianza Editorial. Madrid, p.p. 365-396.

Martin, B., Mitrovic, A. (2006). The Effect of Adapting Feedback Generality in ITS. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 192–202.

Mayer, R., Quellet, F. (1991). Méthodologie de recherche pour les intervenants sociaux. Boucherville. Gaëtan Morin Editeur. Montreal-Paris-Casablanca. p. 73-502.

Mayntz, R; Holm, K.; Hübner,P. (1980) Introducción a los métodos de la sociología empírica, Alianza Editorial. Madrid. 309 páginas.

Mayring, P. (2001). Combinación e integración de análisis cualitativo y cuantitativo. Journal FQS, Vol. 2, No. 1. <http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/1-01/1-01mayring-s.htm>. Consultado el 2 de mayo de 2007.

Medina, N., Molina, F., García, L. (2006). An Author Tool Based on SEMHP for the Creation and Evolution of Adaptive Hypermedia Systems. *ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 155. Workshop proceedings of the sixth international conference on Web engineering*. Article No. 12.

Medina, N.; García, L.; Parets, J. (2002). Taxonomía de Sistemas Hipermedia Adaptativos. Taller en sistemas hipermedia colaborativos y adaptativos. *VII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos*.

Medina, N., Molina, F., García, L., Rodríguez, M^a J. (2002b). SEM-HP: Un Modelo para el Desarrollo de Sistemas Hipermedia Adaptativos. *Actas del Coline02*. <http://giig.ugr.es/~mgea/coline02/Articulos/nmedina.pdf>. Consultado el 30 de abril de 2006.

Mendoza, R., Sagrera, I., Vega, A. (1978). Bases Psicológicas y Pedagógicas de la prevención del abuso de las drogas a través de la educación. Universidad de Barcelona.

Merriam, S. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education. Revised and Expanded from I Case Study Research in Education*. Jossey-Bass Publishers. 2da Edition. USA.

Milosavljevic, M. (1997). Augmenting the user's knowledge via comparison. In: A. Jameson, C. Paris and C. Tasso (eds.): *Proceedings of 6th International Conference on User Modeling, UM97*, 119-130.

Morales P, Urosa B, Blanco A. (2003). Construcción de escalas de actitudes tipo Likert. *Cuadernos de Estadística* 26. Editorial la Muralla. Madrid. España, pp 50-57.

Mödritscher, F., Gütl, C., García, V., y Maurer, H. (2004). Why do Standards in the Field of E-Learning not fully support Learner-centred Aspects of Adaptivity?

In: L. Cantoni y C. McLoughlin (eds.) *Proceedings of ED-MEDIA'2004 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia y Telecommunications*, AACE, 2034-2039.

Monguet, J., Fábregas, J., Delgado, D., Grimón, F., Herrera, M. (2006). Efecto del Blended Learning sobre el rendimiento y la motivación de los estudiantes. *Journal Interciencia.*, Vol. 31 N° 3, 190-196.

Muntean, C. y McManis, J. (2004). End-User Quality of Experience Layer for Adaptive Hypermedia Systems. *3rd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems*, 87-96.

Nichols, M. (2003). A theory for eLearning. *Journal of Educational Technology and Society*. Volume 6 Number 2, 1-10.

Niño, M. (2003). Modelo de especificación de conocimiento para Educación en línea a través de estilos de aprendizaje, Sistemas Tutoriales Inteligentes y planificación estratégica de la educación. Tesis de Maestría. Universidad Industrial de Santander.

Nodenot, T., Marquesuzaa, C., Laforcade, P., Sallaberry, C. (2004). Model based Engineering of Learning Situations for Adaptive Web Based Educational Systems. International World Wide Web Conference Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters, 94-103.

Oliver, M., y Trigell, K. (2005). Can 'Blended Learning' Be Redeemed?. *E-Learning*, Volume 2, Number 1, pp 17-26.

Parcus, N. (2001). Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems Reference Model, Modeling Techniques and Development Process. Thesis Doctor. Universität Manchen.

Pan, S., Lee, J. (2006). EDAADE: An Adaptive Recommendation System for Comparison and Analysis of Architectural Precedents. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 370 – 373.

Papanikolaou, K. A., Grigoriadou, M., Magoulas, G. D. y Kornilakis, H. (2003). Personalizing the Interaction in aWeb-based EducationalHypermedia System: the case of INSPIRE. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 13, 213-267.

Papanikolaou, K. A., Grigoriadou, M., Magoulas, G. D. y Kornilakis, H. (2002). Towards New Forms of Knowledge Communication: The Adaptive Dimension of a Web-based Learning Environment. *Computers and Education*, 39, 333-360.

Paredes, P., y Rodríguez, P. (2004). A Mixed Approach to Modelling Learning Styles in Adaptive Educational Hypermedia. *Advanced Technology for Learning*, 1 (4), 210–215.

Paterno F. y Mancini C. (1999). Designing Web Interfaces Adaptable to Different Types of Use. *Proceedings of the Workshop Museumsand the Web*. <http://www.acrhimuse.com>. Consultado el 22 de mayo de 2006.

Pérez, D., Alfonseca, E., Rodríguez, P. (2006). On the Dynamic Adaptation of Computer Assisted Assessment of Free-Text Answers. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 374–377.

Perkowitz, M., Etzioni, O. (2000). Adaptive web sites. *Communications of the ACM*, 43(8), 152–158.

Pilar da Silva, D., Durm, R. V., Duval, E., y Olivie, H. (1998). Concepts and documents for adaptive educational hypermedia: a model y a prototype. In: P. Brusilovsky y P. De Bra (eds.). *Proceedings of Second Adaptive Hypertext y Hypermedia Workshop at the Ninth ACM International Hypertext Conference Hypertext'98*. Published as Computing Science Reports, No. 98/12, 35-43.

Plate, C., Basselin, N., Kröner, A., Schneider, M., Baldes, S., Dimitrova, V., Jameson, A. (2006). Recommendation: New Functions for Augmented Memories. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 141–150.

Popescul, A., Ungar, L. H., Pennock, D. M., Lawrence, S. (2001). Probabilistic Models for Unified Collaborative and Content-Based Recommendation in Sparse-Data Environments. *Proceedings of the Seventeenth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI-01)*, 437-444.

Raad, H., Causse, B. (2002). Modelling of an Adaptive Hypermedia System Based on Active Rules. Springer Verlag, 149-157.

Raymond, D., Kanenishi, K., Matsuura, K., Baudin, V., Gayraud, T., Yano, Y., y Diaz, M. (2005). A Model for Content and Communication Management in Synchronous Learning. *Educational Technology y Society*, 8 (3), 187-205.

Reigeluth, C., y Frick, T. (1999). Formative research: A methodology for creating and improving design theories, en C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories y models: A new paradigm of instructional theory*, 5-29. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.

Roger C., y Chip C. (1995). Engines for education. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.

Romero, C., Ventura, V., Hervás, C., De Bra, P. (2006). An Authoring Tool for Building Both Mobile Adaptable Tests and Web-Based Adaptive or Classic Tests. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 203 – 212.

Rovira, C. Codina, L., Marcos, M., Palma, M. (2004). Información y documentación digital. Institut Universitari de Lingüística aplicada. Universitat Pompeu Fabra. Barcelona.

Sanz, S., Vadillo, J., Pérez, T. (2006). General Architecture to an Adaptive Hypermedia System Current Developments in Technology-Assisted Education. Edited by A. Méndez-Vilas, A. Solano Martín, J.A. Mesa González and J. Mesa González Published by FORMATEX, Spain, Vol. II, 735-1404.

Schank, R. y Cleary, C. (1995). *Engines for education*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.

Seefelder de Assis, P., Schwabe, D., Arraes, D. (2006). ASHDM – Model-Driven Adaptation and Meta-adaptation. V. Wade, H. Ashman, and B. Smyth (Eds.): AH 2006, LNCS 4018, 213 – 222.

Seefelder de Assis, P., y Schwabe, D. (2004a). A Semantic Meta-model for Adaptive Hypermedia System. *Proceeding AH 2004*, 360–365.

Seefelder de Assis, P., y Schwabe, D. (2004b). A General Meta-model for Adaptive Hypermedia Systems. *Proceeding AH 2004*, 433–436.

Singh, H. (2003) Building Effective Blended Learning Programs. *Educational Technology*, 43, 51-54.

Singh H., y Reed C. (2001). Achieving Success with Blended Learning. *ASTD State of the Industry Report*, American Society for Training y Development, 1-12.

Sirvente, A. (2004). MeDHiME, un puente de comunicación entre programadores y docentes para producir materiales educativos navegables, *EduTec*, 1- 11.

Sosnovsky, S., Brusilovsky, P., y Shcherbinina, O. (2004). QuizGuide: Increasing the Educational Value of Individualized Self-Assessment Quizzes with Adaptive Navigation Support. In: *Proceedings of World Conference on E-Learning, E-Learn*, 1806-1813.

Specht, M., Kravcik, M., Klemke, R., Pesin, L., y Hüttenhain, R. (2002a). Adaptive Learning Environment (ALE) for Teaching and Learning in WINDS. In: *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 2347, Proceedings of Second International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH'2002), 572-581.

Specht, M. (2000). ACE - Adaptive Courseware Environment. *Lecture Notes In Computer Science; Vol. 1892 Proceedings of the International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, 380 – 383.

Specht, M., Weber, G., Heitmeyer, S., y Schöch, V. (1997). AST: Adaptive WWW Courseware for Statistics. In: P. Brusilovsky, J. Fink y J. Kay (eds.) *Proceedings of Workshop Adaptive Systems y User Modeling on the World Wide Web at 6th International Conference on User Modeling, UM97*, 91-95.

Steinacker, A., Seeberg, C., Rechenberger, K., Fischer, S., y Steinmetz, R. (1999). Dynamically generated tables of contents as guided tours in adaptive hypermedia systems. In: *Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM'99 - 11th World Conference on Educational Multimedia y Hypermedia y World Conference on Educational Telecommunications*, 640-645.

Valiathan, P. (2002). *Blended Learning Models*.

www.learningcircuits.com/2002/aug2002/valiathan.html. Consultado el 12 de Julio de 2007.

Vélez, J. (2007). *Arquitectura para la Integración de las Dimensiones de Adaptación en un Sistema Hipermedia Adaptativo*. Proyecto de Investigación. Universitat de Girona.

Vega, A. (1996). ¿Los medios de comunicación educan sobre las drogas?. *Revista Comunicar*. Nro. 6, 115-120.

Vrieze, P., Bommel, P., Weide, T. (2004). *A Generic Adaptivity Model in Adaptive Hypermedia*, AH 2004, 344–347.

Wade, V., Ashman, H., Smyth, B. (2006). *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, 4th International Conference, AH 2006*. Proceedings. Series [Lecture Notes in Computer Science](#). Vol. 4018.

Wahlster, W. y Kobsa, A. (1989). User models in dialog systems. In Kobsa, A. and Wahlster, W., editors, *User Models in Dialog Systems*, 4–34.

WebCT. (2002). *WebCT Course Management System 3.8*, WebCT, Inc., Lynnfield, MA. <http://www.webct.com>. Consultado el 18 de Enero de 2006.

Weber, G. y Brusilovsky, P. (2001). ELM-ART: An adaptive versatile system for Web-based instruction. In P. Brusilovsky and C. Peylo (eds.), *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 12 (4), Special Issue on Adaptive y Intelligent Web-based Educational Systems, 351-384.

Weber, G. y Specht, M. (1997). User modeling and adaptive navigation support in WWW based tutoring systems. In: A. Jameson, C. Paris and C. Tasso (eds.)

User Modeling. Proceedings of 6th International Conference on User Modeling, 289-300.

Weibelzahl, S. (2002). Evaluation of Adaptive Systems. Pedagogical University Freiburg. Doctoral Thesis.

Williams S. (2003). Clerical Medical Feed Back on Blended Learning. *Indust.Comm. Training* 35, 22-25.

Wu, H. A reference architecture for adaptive hypermedia applications. (2002). Eindhoven, Netherlands. ISBN 90-386-0572-2

Wu, H., De Kort, E., De Bra, P. (2001). *Design Issues for General-Purpose Adaptive Hypermedia Systems*. In: *Proceedings of the ACM Conference on Hypertext y Hypermedia*, 141-150.

Wu, H., De Bra, P., Aerts, A., Houben, G. (2000). Adaptation Control in Adaptive Hypermedia Systems. *Proceedings of the International Conference on Adaptive Hypermedia y Adaptive Web-Based Systems, LNCS 1892*, 250-259.

Weber, G., Brusilovsky, P. (2001). ELM-ART: An Adaptive Versatile System for Web-based Instruction. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12, 351-384.

Whitelock, D. y Jelfs, A. (2003). Editorial: Journal of Educational Media Special Issue on Blended Learning, *Journal of Educational Media*, 28(2-3), 99-100.

Wu, H. , Houben, G., De Bra, P. (1998). *AHAM: A Reference Model to Support Adaptive Hypermedia Authoring. Proceedings of InfWet 98.*

Yacuzzi, E. (2006). El estudio de caso como metodología de investigación teoría, mecanismos causales, *UCEMA Publicaciones*.
<http://www.cema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/296.pdf>

Consultado el 21 de julio del 2007

Yin, R. (2002). *Case Study Research, Design and Methods*. 3rd ed. Newbury Park, Sage Publications.

Yin, R. (1994). *Case Study Research: Design y Methods”* , 2nd ed. Newbury Park, Sage Publications.

Yin, R. (1993). *Case Study Research: Design y Methods*. Sage Publications, Newberry Park. 2 Silverman, J. *Interpreting Qualitative Data*.

Zelkowitz M., y Wallace,D. (1998). Experimental models for validating Technology, in: *IEEE Computer*, 31 (5), 23-31.

Zelkowitz, M., Wallace, D. (1998). Culture conflicts in software engineering technology transfer. *Proceedings of the 23rd NASA Goddard Space Flight Center Software Engineering Workshop*.

Anexos

Anexos

1. Instrumentos para la recolección de datos

Cuestionario 1



Este instrumento está dirigido a los estudiantes que han realizado este curso con la finalidad de conocer su percepción acerca del primer prototipo del SHA (SHA), en cuanto a: contenido, evaluación e impacto en su proceso de enseñanza/aprendizaje.

Instrucciones: Favor suministrar los datos aquí solicitados una vez culminada la etapa de evaluación de conocimientos (evaluación tipo A).

Todos los campos son obligatorios

Nombre y Apellido:		<input type="text"/>
<p>1. ¿El contenido presentado en el plan de trabajo se ajusta a los objetivos de aprendizaje?</p>		
Si	<input type="radio"/> No	<input type="radio"/>

¿Por qué?

2. ¿El contenido presentado es el adecuado para lograr el objetivo de aprendizaje?

Excelente Bueno Regular Malo Muy malo

¿Por qué?

3. ¿El tema abordado en el paper ha resultado interesante?

Si No

¿Por qué?

4. ¿Cuál ha sido el grado de comprensión del paper?

Excelente Bueno Regular Malo Muy Malo

5. ¿Qué impacto tiene el uso del SHA en su proceso de enseñanza aprendizaje?

Excelente Bueno Regular Malo Muy Malo

6. ¿Su perfil de usuario generado por el SHA está acorde al plan de trabajo presentado por el SHA?

Si No

¿Por qué?

7. La evaluación de conocimientos se ajusta al contenido del paper?

Si No

¿Por qué?

8. Valoraría la calidad de las preguntas, de la evaluación sobre los conocimientos, como:

Excelente Bueno Regular Malo Muy Malo

9. ¿Le ha sido fácil entender la presentación del plan de trabajo asignado por el SHA?

Si

No

¿Por qué?

10. ¿Cuál es su valoración del SHA utilizado?

Excelente Bueno Regular Malo Muy Malo

Observaciones Generales: (campo opcional)

Enviar

Borrar datos

Cuestionario 2

Objetivo: Este instrumento está dirigido a los estudiantes inscritos en la asignatura “Sistemas de Información”, con la finalidad de conocer su opinión acerca del uso del SHA respecto a: Contenidos, Plan de Trabajo, Perfil del Estudiante, Evaluaciones y Aprendizaje.

Instrucciones: Marcar con X en la columna de su preferencia según la siguiente escala:

- (1) Muy acuerdo (2) De acuerdo (3) Indeciso
- (4) En desacuerdo (5) Muy desacuerdo

1	2	3	4	5

Categoría I: Contenidos

- 1.- Los contenidos fueron adecuados para lograr los objetivos de aprendizaje
- 2.- Los contenidos me permitieron profundizar en el tema objeto de estudio
- 3.- Los contenidos han sido útiles en mi formación

Categoría II: Plan de Trabajo

- 1.- La presentación del Plan de Trabajo me ha sido fácil de entender
- 2.- El Plan de trabajo mostrado por el sistema es intuitivo
- 3.- El Plan de trabajo generado por el sistema está acorde con mi perfil*

Categoría III: Perfil del Estudiante

- 1.- Los contenidos se ajustaron a mi perfil
- 2.- El perfil generado por el sistema me proporcionó contenidos útiles
- 3.- El perfil generado por el sistema se adaptó a mis necesidades de aprendizaje

Categoría IV: Evaluaciones

- 1.- La evaluación de conocimientos se ajusta al contenido
- 2.- Las preguntas de la evaluación de conocimientos son fáciles de entender
- 3.- Las evaluaciones dadas por el sistema han estado acorde a mi perfil

Categoría V: Aprendizaje

- 1.- La utilización del sistema me facilitó el aprendizaje
- 2.- El uso del sistema me ha permitido aprender de forma personalizada
- 3.- Comparado con el sistema tradicional de aprendizaje (cara a cara) el uso del sistema adaptativo:
 - 3.1- Me ha motivado en mi aprendizaje
 - 3.2- He disminuido el tiempo en la búsqueda de contenidos
 - 3.3- He aprendido más
 - 3.4- He aprendido mejor

* El perfil se refiere a las condiciones particulares de cada estudiante en cuanto a conocimientos, experiencia académica/investigación/actividad laboral, habilidades en tecnología, interés/preferencias en el curso objeto de estudio y progreso en el curso. El sistema genera tu perfil mediante la información que suministraste al momento en que ingresaste a la herramienta y los conocimientos previos. Tu perfil se actualiza con las evaluaciones que realizas durante el curso

Entrevista 1

Objetivo: Está dirigida a una muestra de los estudiantes inscritos en la asignatura "Sistemas de Información", con la finalidad de conocer su opinión acerca del uso del Sistema Hipermedia Adaptativo respecto a: Contenidos, Plan de Trabajo, Perfil del Estudiante, Evaluaciones y Aprendizaje.

Instrucciones: Indicar su preferencia según la siguiente escala:

(1) Excelente(s) (2) Bueno(s) (3) Regular(es) (4) Malo(s) (5) Muy malo(s)

Categoría I: Contenidos

Según su opinión, los contenidos mostrados por el sistema para su formación son:

¿Por qué?

Puede indicar otros aspectos que le parecen interesantes en esta categoría.

Categoría II: Plan de Trabajo

Según su opinión, el plan de trabajo mostrado por el sistema para su formación fue:

¿Por qué?

Puede indicar otros aspectos que le parecen interesantes en esta categoría.

Categoría III: Perfil del Estudiante

Según su opinión, el perfil* creado por el sistema para su formación fue:

¿Por qué?

Puede indicar otros aspectos que le parecen interesantes en esta categoría.

Categoría IV: Evaluaciones

Según su opinión, las evaluaciones mostradas por el sistema para su formación son:

¿Por qué?

Puede indicar otros aspectos que le parecen interesantes en esta categoría.

Categoría V: Aprendizaje

Según su opinión, su proceso de aprendizaje utilizando el sistema hipermedia adaptativo fue:

¿Por qué?

Puede indicar otros aspectos que le parecen interesantes en esta categoría.

La valoración respecto al sistema hipermedia adaptativo fue:

¿Por qué?

Considerando los siguientes escenarios:

Síncrono (Sólo profesor),

Síncrono y Asíncrono (Profesor y SHA)

Asíncrono (Sólo SHA).

* El perfil se refiere a las condiciones particulares de cada estudiante en cuanto a conocimientos, experiencia académica/investigación/actividad laboral, habilidades en tecnología, interés/preferencias en el curso objeto de estudio y progreso en el curso. El sistema genera tu perfil mediante la información que suministraste al momento en que ingresaste a la herramienta y los conocimientos previos. Tu perfil se actualiza con las evaluaciones que realizas durante el curso

Entrevista 2

Objetivo: Está dirigida a una muestra de los estudiantes inscritos en la asignatura

“Metodología de la Investigación”, con la finalidad de conocer su opinión acerca del uso del Sistema Hipermedia Adaptativo respecto a: Contenidos, Plan de Trabajo, Perfil del Estudiante, Evaluaciones y Aprendizaje. También desea conocer la opinión acerca del modelo propuesto.

1.- ¿Cuál es tu valoración sobre el uso del SHA?

Excelente, Bueno, Regular, Malo, Muy malo

¿Por qué?

2.- ¿Cuál es tu valoración respecto a los contenidos?

Excelente, Bueno, Regular, Malo, Muy malo

¿Por qué?

3.- ¿Cuál es tu valoración respecto a la evaluación?

Excelente, Bueno, Regular, Malo, Muy malo

¿Por qué?

4.- ¿Cuál es tu valoración respecto al perfil generado?

Excelente, Bueno, Regular, Malo, Muy malo

¿Por qué?

5.- ¿Cuál es tu valoración respecto al plan de trabajo?

Excelente, Bueno, Regular, Malo, Muy malo

¿Por qué?

6.- ¿Considera que el uso del SHA tiene un efecto positivo en tu proceso de aprendizaje?

Si No

¿Por qué?

7.- ¿Cómo influyó el modelo en tu aprendizaje?

Positivamente Negativamente

¿Por qué?

8.- ¿Cuál de los escenarios sería el más adecuado para el proceso de aprendizaje:

Síncrono (Sólo profesor),

Síncrono y Asíncrono (Profesor y SHA)

Asíncrono (Sólo SHA).

¿Por qué?

2 Especificaciones de los paquetes para el desarrollo del SHA

Especificación de Paquetes Nombre del paquete:	de	Evaluación
Descripción:		Organiza las clases que conforman el paquete Evaluación, presentando las clases y sus relaciones. En cada clase se destacan sus atributos y operaciones.
Clases:		
	Asignatura	Contiene información de la asignatura
	Estudiante	Define propiedades del objeto estudiante
	Plan de Trabajo	Presenta información de los contenidos adaptados al perfil
	Evaluación Tipo B	Contiene información para realizar la auto evaluación
	Evaluación Tipo A	Contiene información para realizar la evaluación sobre los contenidos
	R_Evaluación	Aplica las reglas de evaluación
	Pregunta Tipo B	Contiene las preguntas de la auto evaluación
	Preguntas Tipo A	Contiene las preguntas para evaluar los conocimientos.
	Perfil_E	Posee información sobre el perfil del estudiante
	R_Adaptación	Aplica las reglas de adaptación
	Contenido_A	Define propiedades del objeto contenido
Diagrama		Ver figura 16.

Tabla 43. Especificaciones del paquete Evaluación.

Nombre del paquete:	Perfil Usuario	
Descripción:	Organiza las clases que conforman el paquete Perfil, presentando las clases y sus relaciones. En cada clase se destacan sus atributos y operaciones.	
Clases:	Estudiante	Define propiedades del objeto estudiante
	Plan de Trabajo	Presenta información de los contenidos adaptados al perfil
	Perfil_E	Posee información sobre el perfil del estudiante
	R_Adaptación	Aplica las reglas de adaptación
Diagrama	Ver figura 17.	

Tabla 44. Especificaciones del paquete Perfil.

Nombre del paquete:	Adaptación	
Descripción:	Organiza las clases que conforman el paquete Adaptación, presentando las clases y sus relaciones. En cada clase se destacan sus atributos y operaciones.	
Clases:	Estudiante	Define propiedades del objeto estudiante
	R_Evaluación	Aplica las reglas de evaluación
	R_Adaptación	Aplica las reglas de adaptación
Diagrama	Ver figura 18.	

Tabla 45. Especificaciones del paquete Adaptación.

Nombre del paquete:	Contenido	
Descripción:	Organiza las clases que conforman el paquete Contenido, presentando las clases y sus relaciones. En cada clase se destacan sus atributos y operaciones.	
Clases:	Asignatura	Contiene información de la asignatura
	Plan de Trabajo	Presenta información de los contenidos adaptados al perfil
	Evaluación Tipo A	Contiene información para realizar la evaluación sobre los contenidos
	R_Adaptación	Aplica las reglas de adaptación
	Contenido_A	Define propiedades del objeto contenido
Diagrama	Ver figura 19.	

Tabla 46. Especificaciones del paquete Contenido.

Nombre del paquete:	Gestión	
Descripción:	Organiza las clases que conforman el paquete Gestión, presentando las clases y sus relaciones. En cada clase se destacan sus atributos y operaciones.	
Clases:	Estudiante	Define propiedades del objeto estudiante
	Plan de Trabajo	Presenta información de los contenidos adaptados al perfil
	Aprendizaje_H	Contiene información histórica sobre el aprendizaje del estudiante.
	Perfil_E	Posee información sobre el perfil del estudiante
	Contenido_A	Define propiedades del objeto contenido
Diagrama	Ver figura 20.	

Tabla 47. Especificaciones del paquete Contenido.