

Tesis Doctoral

Universidad de Salamanca

Departamento de Teoría e Historia de la Educación



METHADIS: METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS HIPERMEDIA
ADAPTATIVOS
PARA EL APRENDIZAJE, BASADA EN ESTILOS DE APRENDIZAJE Y ESTILOS
COGNITIVOS

Doctoranda

MARCELA ISABEL PRIETO FERRARO

Directores

DOCTOR D. FRANCISCO JOSÉ GARCÍA PEÑALVO

DOCTORA Da. BEGOÑA GROS SALVAT

OCTUBRE, 2006

TESIS DOCTORAL

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
DEPARTAMENTO TEORÍA E HISTORIA DE LA EDUCACIÓN



**METHADIS: Metodología para el diseño de Sistemas
Hipermedia Adaptativos
para el aprendizaje, basada en Estilos de Aprendizaje y Estilos
Cognitivos**

Doctoranda

MARCELA ISABEL PRIETO FERRARO

DIRECTORES

**DR. D. FRANCISCO JOSÉ GARCÍA PEÑALVO
Y DRA. DOÑA BEGOÑA GROS SALVAT**

Presentada en el
Departamento de Teoría e Historia de la Educación
Facultad de Educación
Universidad de Salamanca

Los Directores de la Tesis

La Doctoranda

Dr. D. Francisco José García Peñalvo
Dra. Doña Begoña Gros Salvat

Marcela Isabel Prieto Ferraro

Octubre, 2006

RESUMEN

El diseño de Sistemas Hipermedia Adaptativos para el aprendizaje involucra considerar diversos aspectos, tanto pedagógicos como técnicos.

Los Sistemas Hipermedia Adaptativos para el aprendizaje basados en estilos de aprendizaje o en estilos cognitivos han utilizado en su diseño distintos modelos y teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos para basar su adaptación. Sin embargo, no se han usado o hecho explícitos criterios para definir cuáles teorías de estilos de aprendizaje o de estilos cognitivos son las más apropiadas para determinados contextos de aprendizaje, como tampoco qué estrategias instruccionales son las más adecuadas, en primer término, para el objetivo de aprendizaje definido.

Con el fin de sistematizar la tarea de diseño de este tipo de sistemas, se ha desarrollado una metodología de diseño de Sistemas Hipermedia Adaptativos para el aprendizaje basados en estilos de aprendizaje y en estilos cognitivos, que en función de un objetivo de aprendizaje y mediante una secuencia de etapas determina las estrategias instruccionales más adecuadas al contexto de aprendizaje y a las particularidades de los diferentes usuarios.

Para concretar lo anterior, desde un punto de vista técnico, son tres los modelos que se incluyen en esta metodología de diseño: el modelo del dominio, el modelo del usuario o estudiante y el modelo de adaptación o enseñanza. La relación especificada entre ellos permitirá escoger los métodos y técnicas de adaptación más adecuadas para proporcionar los contenidos, formatos de información y actividades en función de las características de los estilos de aprendizaje, y las ayudas y opciones de navegación en función de las particularidades de cada estilo cognitivo

PALABRAS CLAVES: Sistemas Hipermedia Adaptativos para el Aprendizaje, Estilos de Aprendizaje, Estilos Cognitivos, Metodología de diseño de Sistemas Hipermedia Adaptativos.

ABSTRACT

The design of Adaptive Educational Hypermedia Systems involves consideration of different aspects of both teaching and technical areas.

Adaptive Educational Hypermedia Systems based on learning styles and cognitive styles have employed the use of various models and theories concerning learning styles and cognitive styles on which to base their application. Nevertheless, explicit criteria have not been used to define which theories of learning style or cognitive style are the most appropriate for given learning contexts, nor which are the most appropriate instructional strategies, fundamentally, for a defined learning goal.

In order to systematize the task of designing these types of systems, a methodology has been designed for Adaptive Hypermedia Systems for learning based on learning styles and cognitive styles as a function of a learning goal, which through a sequence of steps, determines the most appropriate instructional strategies within the learning context, and based on the specific characteristics of the different users.

From the technical perspective, the preceding has been materialized in the form of three models applied to the design methodology, including the domain model, the user (or student) model, and the adaptive (or teaching) model. The relations specified among these models allows choosing the methods and techniques for the most appropriate adaptation for delivering contents, information formats, and activities, as a function of the characteristics of learning styles, and the aids and options for navigation as a function of the specifics of each cognitive style.

Keywords: Adaptive Educational Hypermedia Systems, Learning styles, Cognitive styles, Methodology for the design of Adaptive Hypermedia Systems.

Dedicatoria

A Helmut, mi amor y compañero de sueños, por su infinito cariño, generosidad, apoyo y paciencia.

Agradecimientos

A mis queridos padres por su permanente apoyo, ayuda y cariño.

Al Dr. Francisco José García Peñalvo y a la Dra. Begoña Gros Salvat, quiénes como directores de esta tesis doctoral me ayudaron de manera constante a ampliar mis conocimientos y me guiaron y apoyaron de manera permanente en la realización de este trabajo, como también en las publicaciones que se efectuaron a partir del mismo.

A mis amigas y amigos que, desde la distancia, me acompañaron en el difícil proceso de estar lejos de mi país.

A mis amigas y amigos, Elías, Rosa, Hernán, Alex, Carla y María Paz, que en la fría Salamanca hicieron más cálida nuestra permanencia.

Tabla de contenidos

	Página
1. Introducción	
1.1. Introducción.....	3
1.2. Planteamiento del problema	6
1.2.1. Desorientación de los estudiantes.....	7
1.2.2. Fatiga cognitiva	7
1.2.3. Utilización de una única estrategia de enseñanza.....	8
1.2.4. La adaptación como una forma de revertir estas limitaciones.....	8
1.3. Hipótesis y objetivos de la tesis.....	11
1.3.1. Hipótesis.....	11
1.3.2. Objetivo general	12
1.3.3. Objetivos específicos.....	12
1.4. Método de trabajo.....	14
1.4.1. Diseño de la investigación.....	16
1.5. Marco de la Tesis.....	17
1.5.1. En el Grupo de Investigación	17
1.5.2. En un contexto general	18
1.6. Organización de la tesis.....	19
2. Sistemas Hipermedia Adaptativos para el Aprendizaje basados en Estilos de Aprendizaje y Estilos Cognitivos	
2.1. Introducción.....	23
2.2. Sistemas hipermedia y aprendizaje.....	23
2.2.1. Taxonomía de sistemas hipermedia y aprendizaje	25
2.2.2. Estrategias instruccionales.....	30
2.3. Sistemas hipermedia adaptativos.....	33
2.3.1. Concepto y tipos de sistemas hipermedia adaptativos.....	34
2.3.2. Modelos utilizados en el diseño y desarrollo de SHA.....	35
2.3.3. Métodos y técnicas de adaptación	58
2.3.4. Herramientas de autor.....	77
2.4. Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos	85
2.4.1. Estilos de aprendizaje y estilos cognitivos	86
2.4.2. SHA basados en estilos de aprendizaje	97
2.4.3. SHA basados en estilos cognitivos.....	99
2.5. Metodologías de diseño de sistemas hipermedia adaptativos para el aprendizaje.....	103

2.5.1. Marco de referencia para SHA para el aprendizaje	103
2.5.2. Modelo sistémico, evolutivo y semántico para desarrollo de SHA(SEM-HP).....	105
2.5.3. Metodología de diseño de SHA.....	106
2.5.4. Metodología para diseñar SHA en función de los estilos cognitivos independiente / dependiente de campo	109
2.6. Estado del arte: fortalezas y debilidades.....	112

3. METHADIS

3.1. Introducción.....	117
3.2. Una visión global de METHADIS	119
3.3. Definición de la unidad de aprendizaje	123
3.3.1. Definir el objetivo de aprendizaje.....	123
3.3.2. Definir el modelo del dominio.....	127
3.4. Selección de las teorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos	131
3.4.1. Aplicar criterios de selección a las teorías de estilos de aprendizaje.....	134
3.4.2. Aplicar criterios de selección a las teorías de estilos cognitivos	136
3.5. Adaptación para el aprendizaje.....	137
3.5.1. Definir el modelo del estudiante.....	138
3.5.2. Definir el modelo de enseñanza.....	143
3.6. Síntesis de la entradas y salidas de METHADIS.....	153

4. Diseño de un caso de estudio utilizando METHADIS

4.1. Introducción.....	159
4.2. Aplicación de METHADIS	160
4.2.1. Definición de la unidad de aprendizaje	161
4.2.2. Selección de teorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos.....	171
4.2.3. Adaptación para el aprendizaje.....	174
4.3. Presentación del prototipo desarrollado.....	181
4.3.1. Principales escenarios del prototipo del grupo experimental.....	181
4.3.2. Principales escenarios del prototipo del grupo de control	187
4.4. Próxima etapa	189

5. Diseño experimental y análisis de datos del caso de estudio

5.1. Introducción.....	193
5.2. Diseño experimental del caso de estudio.....	193
5.2.1. Materiales e instrumentos.....	194
5.2.2. Definición de población y muestra	197
5.2.3. Procedimiento.....	198
5.3. Presentación de los datos obtenidos	200

5.4. Análisis de los datos	202
5.4.1. Comparación entre las prepruebas del grupo experimental y del grupo de control...	204
5.4.2. Comparación entre la posprueba y preprueba aplicadas al grupo de control.....	206
5.4.3. Comparación entre la posprueba y preprueba aplicadas al grupo experimental	207
5.4.4. Comparación entre las pospruebas del grupo experimental y del grupo de control ..	209
5.4.5. Comparación de las diferencias entre la posprueba y preprueba entre el grupo experimental y el grupo de control	211
6. Conclusiones y proyecciones futuras	
6.1. Introducción.....	217
6.2. Conclusiones	218
6.3. Proyecciones futuras.....	222
6.4. Publicaciones.....	223
7. Apéndices	
A. Escenarios Prototipos.....	228
B. Preprueba y Posprueba.....	277
C. Acrónimos y siglas.....	279
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	285

Figuras

	Página
Figura 1. SH y aprendizaje.....	26
Figura 2. Control del aprendizaje.....	31
Figura 3. Foco del aprendizaje.....	31
Figura 4. Agrupamiento para aprende.....	31
Figura 5. Apoyo para aprender.....	32
Figura 6. Modelo del Dominio: Jerarquía de conceptos.....	48
Figura 7. Relaciones entre conceptos con valores.....	51
Figura 8. Ejemplo de una estructura conceptual y sus relaciones.....	51
Figura 9. Taxonomía de técnicas para SHA.....	60
Figura 10. Alteración de fragmentos.....	64
Figura 11. Ejemplo de dos presentaciones de un concepto particular.....	65
Figura 12. Ejemplo de múltiples variantes de fragmentos en una página.....	65
Figura 13. Ejemplo de texto expansible (<i>stretchtext</i>).....	66
Figura 14. Herramienta para diseñar la estructura conceptual.....	79
Figura 15. Definición de actividades de aprendizaje en HyCo-LD.....	81
Figura 16. <i>Interbook</i>	82
Figura 17. Edición de los atributos de un concepto.....	84
Figura 18. Opciones de curso en TANGOW.....	84
Figura 19. Representación laberíntica de las entidades del modelo del dominio y del usuario.....	104
Figura 20. Modelo SEM-HP.....	105
Figura 21. Hiperespacio no estructurado e hiperespacio estructurado jerárquicamente.....	108
Figura 22. Hiperespacio basado en conceptos.....	108
Figura 23. Más de un concepto por página web.....	108
Figura 24. Asociación de conceptos a fragmentos de una página.....	109
Figura 25. Características y patrones de aprendizaje de individuos independientes y dependientes de campo.....	110
Figura 26. Mapa de METHADIS.....	121
Figura 27. Tareas para la actividad 1: Definir el objetivo de aprendizaje.....	123
Figura 28. Tareas para la actividad 2: Definir el Modelo del Dominio y la estructura del SH.....	127
Figura 29. Tareas para la actividad 3 y la actividad 4: Seleccionar la teoría de estilos de aprendizaje y la teoría de estilos cognitivos.....	133
Figura 30. Tareas para la actividad 5: Definir el Modelo del estudiante.....	138
Figura 31. Tareas para la actividad 6: Definir el Modelo de Enseñanza.....	143
Figura 32. Subtareas para especificar las presentaciones de contenidos alternativas.....	145
Figura 33. Subtareas para especificar las opciones de navegación.....	148

Figura 34.	Mapa de METHADIS detallado	156
Figura 35.	Relaciones conceptuales entre las páginas del concepto compuesto “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet”	165
Figura 36.	Relación conceptual de la página 1, “Servicio y recurso de información”	168
Figura 37.	Relación conceptual de la página 2, “Recurso metodológico”	168
Figura 38.	Relación conceptual de la Página 3, “Medio de difusión”	169
Figura 39.	Relación conceptual de la Página 4, “Herramienta pedagógica”	169
Figura 40.	Relación conceptual de la Página 5, “Medio de construcción”	170
Figura 41.	Relación conceptual de la Página 6, “Administración curricular”	170
Figura 42.	Estructura del SH, asociando un concepto por cada página o nodo	171
Figura 43.	Pantalla inicial	181
Figura 44.	Pantalla inicial del curso para la categoría reflexivo-independiente de campo....	182
Figura 45.	“Servicio y recurso de información”- Teoría. Categoría reflexivo-independiente de campo.....	183
Figura 46.	“Servicio y recurso de información”- Ejemplos. Categoría reflexivo-independiente de campo.....	183
Figura 47.	“Servicio y recurso de información”- Preguntas. Categoría reflexivo-independiente de campo.....	184
Figura 48.	Pantalla inicial para la categoría pragmático- dependiente de campo.....	185
Figura 49.	Indicaciones para una navegación guiada. Categoría pragmático-dependiente de campo	186
Figura 50.	“Servicio y recurso de información”- Ejemplos. Categoría pragmático-dependiente de campo.....	186
Figura 51.	“Recurso metodológico”- Teoría. Categoría pragmático-dependiente de campo	187
Figura 52.	Pantalla inicial para los estudiantes del grupo de control	188
Figura 53.	“Medio de difusión”- Ejemplos. Grupo de control	188
Figura 54.	Diseño experimental	194
Figura 55.	Resultados preprueba del grupo de control y grupo experimental	205
Figura 56.	Resultados posprueba y preprueba del grupo de control.....	206
Figura 57.	Resultados posprueba y preprueba del grupo experimental.....	208
Figura 58.	Resultados obtenidos en la posprueba, por el grupo experimental y el grupo de control.....	210
Figura 59.	Valores de las diferencias entre la posprueba y preprueba, del grupo experimental y del grupo de control	212
Figura 60.	“Servicio y recurso de información” – Teoría. Grupo de Control	228
Figura 61.	“Servicio y recurso de información” – Preguntas. Grupo de Control	229
Figura 62.	“Servicio y recurso de información” – Ejemplos. Grupo de Control.....	229
Figura 63.	“Recurso Metodológico” – Teoría. Grupo de Control	230
Figura 64.	“Recurso Metodológico” – Preguntas. Grupo de Control.....	230
Figura 65.	“Recurso Metodológico” – Ejemplos. Grupo de Control	231

Figura 66.	“Medio de difusión” – Teoría. Grupo de Control	231
Figura 67.	“Medio de difusión” – Preguntas. Grupo de Control	232
Figura 68.	“Medio de difusión” – Ejemplos. Grupo de Control.....	232
Figura 69.	“Herramienta pedagógica” – Teoría. Grupo de Control	233
Figura 70.	“Herramienta pedagógica” – Preguntas. Grupo de Control	233
Figura 71.	“Herramienta pedagógica” – Ejemplos. Grupo de Control.....	234
Figura 72.	“Medio de construcción” – Teoría. Grupo de Control	234
Figura 73.	“Medio de construcción” – Preguntas. Grupo de Control.....	235
Figura 74.	“Medio de construcción” – Ejemplos. Grupo de Control	235
Figura 75.	“Administrador curricular” – Teoría. Grupo de Control.....	236
Figura 76.	“Administrador curricular” – Preguntas. Grupo de Control.....	236
Figura 77.	“Administrador curricular” – Ejemplos. Grupo de Control	237
Figura 78.	“Servicio y recurso de información” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	238
Figura 79.	“Servicio y recurso de información” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	239
Figura 80.	“Servicio y recurso de información” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	239
Figura 81.	“Recurso metodológico” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	240
Figura 82.	“Recurso metodológico” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	240
Figura 83.	“Recurso metodológico” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.....	241
Figura 84.	“Medio de difusión” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.....	241
Figura 85.	“Medio de difusión” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.....	242
Figura 86.	“Medio de difusión” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.....	242
Figura 87.	“Herramienta pedagógica” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	243
Figura 88.	“Herramienta pedagógica” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	243
Figura 89.	“Herramienta pedagógica” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	244
Figura 90.	“Medio de construcción” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	244
Figura 91.	“Medio de construcción” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	245

Figura 92. “Medio de construcción” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	245
Figura 93. “Administrador curricular” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	246
Figura 94. “Administrador curricular” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	246
Figura 95. “Administrador curricular” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental	247
Figura 96. Página inicial. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	248
Figura 97. “Servicio y recurso de información” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	248
Figura 98. “Servicio y recurso de información” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	249
Figura 99. “Servicio y recurso de información” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	249
Figura 100. “Recurso metodológico” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	250
Figura 101. “Recurso metodológico” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	250
Figura 102. “Recurso metodológico” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.....	251
Figura 103. “Medio de difusión” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.....	251
Figura 104. “Medio de difusión” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.....	252
Figura 105. “Medio de difusión” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.....	252
Figura 106. “Herramienta pedagógica” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	253
Figura 107. “Herramienta pedagógica” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	253
Figura 108. “Herramienta pedagógica” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.....	254
Figura 109. “Medio de construcción” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	254
Figura 110. “Medio de construcción” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	255
Figura 111. “Medio de construcción” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.....	255

Figura 112. “Administrador curricular” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	256
Figura 113. “Administrador curricular” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental	256
Figura 114. “Administrador curricular” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.....	257
Figura 115. “Servicio y recurso de información” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	258
Figura 116. “Servicio y recurso de información” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	259
Figura 117. “Servicio y recurso de información” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	259
Figura 118. “Recurso metodológico” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	260
Figura 119. “Recurso metodológico” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	260
Figura 120. “Recurso metodológico” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	261
Figura 121. “Medio de difusión” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.....	261
Figura 122. “Medio de difusión” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	262
Figura 123. “Medio de difusión” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	262
Figura 124. “Herramienta pedagógica” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	263
Figura 125. “Herramienta pedagógica” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	263
Figura 126. “Herramienta pedagógica” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	264
Figura 127. “Medio de construcción” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	264
Figura 128. “Medio de construcción” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	265
Figura 129. “Medio de construcción” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	265
Figura 130. “Administrador curricular” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo.....	266
Figura 131. “Administrador curricular” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	266

Figura 132. “Administrador curricular” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental	267
Figura 133. “Servicio y recurso de información” – Teoría. Categoría reflexivo – dependiente de campo. Grupo Experimental	268
Figura 134. “Servicio y recurso de información” – Ejemplos. Categoría reflexivo – dependiente de campo. Grupo Experimental	268
Figura 135. “Servicio y recurso de información” – Preguntas. Categoría reflexivo – dependiente de campo. Grupo Experimental	269
Figura 136. “Recurso metodológico” – Teoría. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.....	269
Figura 137. “Recurso metodológico” – Ejemplos. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental	270
Figura 138. “Recurso metodológico” – Preguntas. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental	270
Figura 139. “Medio de difusión” – Teoría. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.....	271
Figura 140. “Medio de difusión” – Ejemplos. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.....	271
Figura 141. “Medio de difusión” – Preguntas. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.....	272
Figura 142. “Herramienta pedagógica” – Teoría. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental	272
Figura 143. “Herramienta pedagógica” – Ejemplos. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental	273
Figura 144. “Herramienta pedagógica” – Preguntas. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental	273
Figura 145. “Medio de construcción” – Teoría. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental	274
Figura 146. “Medio de construcción” – Ejemplos. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental	274
Figura 147. “Medio de construcción” – Preguntas. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental	275

Tablas

	Página
Tabla 1. Teorías de aprendizaje y tipos de sistemas hipermedia.....	29
Tabla 2. Tipo de aprendizaje.....	30
Tabla 3. Interacciones para aprender	32
Tabla 4. Modelo del Estudiante o Usuario.....	37
Tabla 5. Modelos del Estudiante o Usuario que incluye aspectos de interacción.....	38
Tabla 6. Ejemplo de valores almacenados para un usuario.....	39
Tabla 7. Formas de representar el conocimiento de un estudiante.....	40
Tabla 8. Modelo de Interacción	43
Tabla 9. Modelo del Dominio.....	47
Tabla 10. Modelo del Entorno o Ambiente Físico.....	52
Tabla 11. Modelo de Enseñanza o de Adaptación	56
Tabla 12. Métodos y técnicas de adaptación de contenidos.....	67
Tabla 13. Métodos y técnicas de adaptación de opciones de navegación.....	75
Tabla 14. Técnicas de Adaptación de opciones de Navegación.....	76
Tabla 15. Métodos y técnicas de adaptación de la presentación.....	77
Tabla 16. Estrategias instruccionales en función de las características de cada estilo de aprendizaje.....	88
Tabla 17. Formas de procesar y percibir la información para los estilos de aprendizaje del modelo de Kolb.....	90
Tabla 18. Estilos cognitivos independiente y dependiente de campo	94
Tabla 19. Clasificaciones de comunes para el Estilo Cognitivo Analítico-Holístico.....	97
Tabla 20. Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en estilos de aprendizaje.....	98
Tabla 21. Etapas del diseño de SH y SHA para el aprendizaje.....	107
Tabla 22. Seleccionar el dominio de aprendizaje.....	124
Tabla 23. Taxonomías de aprendizaje.....	125
Tabla 24. Escoger la taxonomía del dominio de aprendizaje.....	125
Tabla 25. Definir el tipo de aprendizaje.....	126
Tabla 26. Definir el objetivo de aprendizaje.....	127
Tabla 27. Hacer una lista de conceptos o actividades.....	128
Tabla 28. Dividir los conceptos compuestos en páginas o actividades menores	128
Tabla 29. Dividir las páginas o actividades en conceptos atómicos o actividades específicas.....	129
Tabla 30. Establecer las relaciones conceptuales.....	130
Tabla 31. Definir el tipo de estructura del SH	130
Tabla 32. Definir el Modelo del Dominio.....	131
Tabla 33. Criterios para seleccionar la teoría de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos.....	132

Tabla 34.	Teorías de estilos de aprendizaje y contextos de aprendizaje	134
Tabla 35.	Aplicar criterios de selección a las teorías de estilos de aprendizaje	135
Tabla 36.	Selección de la teoría de estilos de aprendizaje	136
Tabla 37.	Aplicar criterios de selección a las teorías de estilos cognitivos.....	137
Tabla 38.	Selección de la teoría de estilos de cognitivos	137
Tabla 39.	Aplicar cuestionario para medir los estilos de aprendizaje	139
Tabla 40.	Determinar los estilos de aprendizaje	139
Tabla 41.	Aplicar test para determinar los estilos cognitivos.....	140
Tabla 42.	Determinar los estilos cognitivos.....	140
Tabla 43.	Categorías de estudiante-usuario basadas en estereotipos	141
Tabla 44.	Cantidad de categorías de estilos de aprendizaje	141
Tabla 45.	Cantidad de categorías de estilos cognitivos.....	142
Tabla 46.	Definir el Modelo del Estudiante.....	142
Tabla 47.	Seleccionar las estrategias instruccionales.....	145
Tabla 48.	Definir las presentaciones de contenidos alternativas.....	147
Tabla 49.	Definir las opciones de navegación	150
Tabla 50.	Seleccionar métodos y técnicas de adaptación de presentación de contenidos....	151
Tabla 51.	Seleccionar métodos y técnicas de adaptación de opciones de navegación	152
Tabla 52.	Qué enseñar	161
Tabla 53.	Aplicación de criterios de selección para la teoría de estilos de aprendizaje	172
Tabla 54.	Aplicación de criterios de selección para seleccionar la teoría de estilos cognitivos.....	173
Tabla 55.	Ocho categorías de estudiantes-usuarios.....	175
Tabla 56.	Cómo enseñar	176
Tabla 57.	Presentación de contenidos alternativas en función de cada estilo de aprendizaje.....	177
Tabla 58.	Estrategias instruccionales para cada estilo cognitivo	178
Tabla 59.	Estilos cognitivos, control y apoyo para el aprendizaje.....	178
Tabla 60.	Presentación de contenidos y opciones de navegación para cada categoría de estudiante	179
Tabla 61.	Métodos y técnicas de adaptación para la presentación de contenidos	180
Tabla 62.	Métodos y técnicas de adaptación para las opciones de navegación.....	180
Tabla 63.	Estilos de Aprendizaje y Estilos Cognitivos de los estudiantes del grupo experimental	200
Tabla 64.	Cantidad de estudiantes de acuerdo al Estilo de Aprendizaje y Estilo Cognitivo del grupo experimental	201
Tabla 65.	Resultados preprueba y posprueba de los estudiantes del grupo de control.....	201
Tabla 66.	Resultados preprueba y posprueba de los estudiantes del grupo experimental....	202
Tabla 67.	Resultados preprueba de los estudiantes del Grupo Experimental y del Grupo de Control	204

Tabla 68.	Datos de las prepruebas del grupo de control y del grupo experimental.....	205
Tabla 69.	Datos de la posprueba y preprueba del grupo de control	207
Tabla 70.	Datos de la posprueba y preprueba del grupo experimental	208
Tabla 71.	Resultados posprueba de los estudiantes del Grupo Experimental y Grupo de Control	209
Tabla 72.	Datos de la posprueba del grupo experimental y del grupo de control	210
Tabla 73.	Diferencias entre la posprueba y preprueba del grupo experimental y grupo de control	212
Tabla 74.	Datos de la diferencia entre posprueba y preprueba del grupo experimental y del grupo de control	213
Tabla 75.	Estilo de Aprendizaje Activo – Estilos cognitivos Independiente de campo y Dependiente de campo	237
Tabla 76.	Estilo de Aprendizaje Reflexivo – Estilos cognitivos Independiente de campo y Dependiente de campo	257
Tabla 77.	Estilo de Aprendizaje Teórico – Estilos cognitivos Independiente de campo y Dependiente de campo	275
Tabla 78.	Estilo de Aprendizaje Pragmático – Estilos cognitivos Independiente de campo y Dependiente de campo	276

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El creciente desarrollo tecnológico de las últimas décadas ha permitido disponer, en las distintas áreas del quehacer humano, de nuevas herramientas que facilitan el manejo efectivo y eficiente de la información, como son los ordenadores. Éstos poseen gran capacidad para almacenar, procesar, recuperar, recibir y transmitir datos e información.

A partir de la década de los noventa el crecimiento exponencial de la red Internet en el mundo, ha transformado radicalmente, a través de sus distintos servicios, las formas de comunicación y distribución de información. Posterior a su creación, que se basó en un protocolo único de transmisión de datos conocido como TCP/IP (*Transmission Control Protocol /Internet Protocol*) (Cerf & Kahn, 1974), nace la World Wide Web o WWW (Berners-Lee, 1999). La información se compartió inicialmente utilizando el lenguaje HTML (*HyperText Mark-up Language*) (Raggett, Le Hors & Jacobs, 1999), basado en hipertexto, sobre la base del protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) (Berners-Lee, Fielding & Frystyk, 1996), para enlazar las páginas o nodos publicados, permitiendo así que el recorrido entre páginas de información se realice a través de diversos hiperenlaces. En la actualidad existen otras tecnologías de publicación de información además del HTML en la WWW, como por ejemplo XML (*eXtensible Markup Language*) (Bray et al., 2004).

Las páginas web, el servicio más utilizado en la actualidad de esta red mundial, fueron creadas con el objetivo de ser un espacio para compartir información, a través del cual las personas se pudieran comunicar (Berners-Lee, 1999). Aguaded y Cabero (2002) plantean que éstas pueden ser utilizadas como medio de comunicación y de presentación de información, convirtiéndose así en una herramienta de gran utilidad para la formación, comercio, producción y diversión. Como medio de comunicación se caracterizan por la capacidad que poseen para establecer comunicaciones de forma local y/o remota, de manera sincrónica y/o asincrónica y soportar tanto comunicaciones bidireccionales como también multidireccionales, utilizando diversos canales. La información para ser difundida puede ser incorporada en estos medios de comunicación como

multimedia, es decir, en diferentes formatos o medios, de manera integrada (texto, imágenes, animaciones, sonido y vídeo), facilitando el acceso a una gran cantidad de información de una manera flexible, mediante enlaces hipertextuales o hipermediales, desde cualquier parte del mundo y en tiempo real (Aguaded & Cabero, 2002; Sánchez, 2001).

El empleo de estas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's) para generar sistemas hipermedia de aprendizaje, ya sean locales o remotos, es cada vez más creciente y abarca los ámbitos más diversos. Es así como han surgido innumerables herramientas que posibilitan aprendizajes autorregulados y colaborativos, existiendo distintos modos de utilización de éstas en el proceso instructivo (Majó & Marqués, 2002; Sánchez, 2001). Numerosas son las ventajas potenciales de la utilización de estos Sistemas Hipermedia (SH), en el proceso de enseñanza aprendizaje como recursos didácticos complementarios. No obstante, también poseen limitaciones o problemas que deben ser considerados.

Distintos autores plantean que a pesar del gran potencial que poseen los recursos hipermedia, basados en web, como medios didácticos destinados a favorecer el aprendizaje en algún área específica del conocimiento, no se ha traducido la aplicación de ellos, en general, en aprendizajes más efectivos (Chen & Ford, 1997; Gilbert & Han, 1999; Karagiannidis & Sampson, 2004). Esto ocurre, principalmente, porque presentan la información de una única manera, basada en una sola estrategia instruccional, sin considerar las diferentes particularidades de los distintos potenciales usuarios.

Los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA), que a partir de 1996 han tenido un desarrollo importante (Brusilovsky, 1996), son una alternativa interesante a las limitaciones y uniformidad de los SH, ya que satisfacen la necesidad de ajustarse a diversas características de sus potenciales usuarios. Éstos tienen, en general, la capacidad de adaptar de manera automática los contenidos, formatos de información y opciones de navegación a las particularidades de cada usuario.

La creación de SHA, específicamente para el ámbito educativo, basados en web, tiene el propósito de proporcionar al estudiante un entorno personalizado, en función de sus propias características, mediante el modelado, almacenamiento y actualización de éstas en el Modelo del Estudiante (Brusilovsky, 1996). Esto se implementa suministrando sólo la información que es necesaria para un usuario específico, sin necesidad de presentar una gran cantidad de información que puede serle irrelevante y abrumadora (Brusilovsky, 2001; Brusilovsky, 2003).

Los primeros SHA diseñados para actividades instruccionales consideraron niveles de conocimientos, experiencias y preferencias de los estudiantes para realizar la adaptación (Brusilovsky, 2001). Posteriormente, sólo unos pocos, han incluido otro tipo de diferencias individuales como son distintos paradigmas de estilos aprendizaje o de estilos cognitivos (Stash & De Bra, 2004), estableciendo estrategias instruccionales en función de éstos, pero sin considerar otros factores pedagógicos, como los tipos de aprendizaje involucrados.

Desde una óptica pedagógica, la incorporación de los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos como características para adaptar un SH se funda en el hecho que al hacer coincidir las formas de enseñanza con los preferentes modos de los estudiantes de aprender y las maneras de estructurar la información, se obtienen mejores resultados en el logro de los objetivos de aprendizaje planteados (Chen & Macredie, 2002; Jonassen & Grabowski, 1993). Esto es porque sujetos distintos requieren formas de enseñanza diferentes, de acuerdo a sus preferencias en relación con los entornos de aprendizaje y las maneras de representar y organizar la información nueva. Se personaliza la forma de presentar los contenidos de aprendizaje, proporcionándoles los más adecuados a sus necesidades específicas y en los formatos de información más útiles para cada uno. Se estructura la información en función de los diferentes requisitos que poseen para interactuar con recursos didácticos destinados al aprendizaje.

Las metodologías para diseñar SHA son escasas. Existen algunas de carácter general (Brusilovsky, 2003) y otras que basan la adaptación en los niveles de conocimientos de los estudiantes-usuarios (Buendía & Díaz, 2002; Medina, García & Parets, 2002a). Es por esto que

elaborar una metodología para diseñar SHA, basados en los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de los alumnos, es un aporte necesario para este ámbito. Para ello, en los siguientes apartados, se describen los problemas que motivaron el desarrollo de esta investigación y se define, de un modo específico, los aspectos que abarcará.

1.2 Planteamiento del Problema

Los SH poseen potenciales ventajas y también limitaciones, en relación con la aplicación de éstos como recursos didácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las principales ventajas, plantean Majó y Marqués (2002), de los SH se refieren a las características propias de estos medios como la capacidad para organizar la información de manera flexible, favoreciendo la libre exploración y facilitando la representación alternativa de la misma. Junto con lo anterior, el interés que demuestran los estudiantes por ellos, la capacidad de interacción, la posibilidad de aprender a partir de los errores, la facilidad para evaluar y controlar, la factibilidad de individualizar el trabajo del estudiante y la capacidad que poseen para desarrollar actividades cooperativas y colaborativas de manera sincrónica o asincrónica, a través de los servicios de comunicación de la red Internet, los convierten en recursos con un gran potencial didáctico.

A pesar de las ventajas descritas, de los recursos hipermedia como medios didácticos, se ha demostrado que el uso de éstos no ha favorecido aprendizajes más efectivos, debido fundamentalmente a ciertas limitaciones que impiden una mayor efectividad de estos entornos en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Chen & Ford, 1997; Federico, 1999; Karagiannidis & Sampson, 2004). Estas limitaciones son básicamente tres: la desorientación de algunos estudiantes al interactuar con SH basados en web, la fatiga cognitiva que experimentan algunos alumnos al recibir gran cantidad de información en distintos formatos y de manera simultánea y la utilización de una única estrategia instruccional en el diseño de ellos.

1.2.1 Desorientación de los estudiantes

Al recorrer sitios que contienen gran cantidad de información sobre los temas ofrecidos; el usuario, al tener la posibilidad de optar libremente frente a múltiples y variadas alternativas de itinerario disponibles, se desorienta en el recorrido de los contenidos (Federico, 1999). Se encuentra en una posición que le impide salir, llegar al lugar deseado, o alcanzar el objetivo inicial, con la consiguiente pérdida de tiempo y, probablemente, de interés. Alessi y Trollip (2001) distinguen dos aspectos relacionados con esta dificultad propia de los SH: **la orientación** que deben proporcionar estos sistemas a fin que el usuario sepa dónde se encuentra y dónde está la información que requiere; y **la navegación**, que a través de diversos métodos, facilita al usuario llegar donde quiere ir. Muchos sistemas, para apoyar la navegación crean hiperenlaces, tales como, palabras, iconos, imágenes o cualquier otro objeto que pueda ser accedido con el ratón. Éstos se combinan con otras técnicas como utilización de metáforas, menús, índices, tablas o mapas de contenidos. Algunos dispositivos de navegación, especialmente de carácter visual, como mapas y esquemas organizativos, pueden facilitar la orientación (Alessi & Trollip, 2001); no obstante muchas de estas opciones de navegación están basadas en el dominio de los contenidos; los estudiantes, en sus primeras etapas del proceso de aprendizaje, aún no los han adquirido y, por lo tanto, no están familiarizados con ellos (Linard & Zeiliger, 1995). El estudiante al recorrer los contenidos libremente puede encontrarse con conceptos o temas que requieren del manejo de ciertos prerrequisitos, como conceptos previos; la organización del conjunto de contenidos, sin una estructura pedagógica que lo ayude en la navegación, puede crear gran confusión.

1.2.2 Fatiga cognitiva

Una segunda limitación es la fatiga cognitiva que experimentan algunos estudiantes al recibir gran cantidad de contenidos y en variados formatos de información de manera simultánea (Sánchez, 2001). Al enfrentar una abrumadora cantidad de opciones de información, en diversos canales y formatos, se puede producir esta sobrecarga de conocimientos, perturbando la interacción del usuario con el sistema, al demandarle un gran esfuerzo para centrar su atención; se ha demostrado

que la capacidad del ser humano para memorizar en el corto plazo es bastante limitada¹. Muchas veces la misma información se propone a través de diversos medios, de manera excesiva (Berry, 2000).

1.2.3 Utilización de una única estrategia de enseñanza

Finalmente, la tercera limitación es la utilización de una única estrategia de enseñanza, basándose en el supuesto que los potenciales usuarios, los estudiantes, estén dotados de las mismas capacidades, habilidades, conocimientos, experiencias y estilos para procesar y percibir la información que se les proporciona (Okamoto, Cristea & Kayama, 2001). En general, los SH no poseen la flexibilidad suficiente, en el sentido de considerar, por ejemplo, el nivel de conocimientos del que parte cada usuario (León, 1998). A pesar de su potencialidad proveen siempre la misma página o pantalla, con idénticos contenidos, enlaces y formatos de información, sin diferenciar a la persona que lo está utilizando. No consideran ni distinguen las diferencias de conocimientos previos, intereses, necesidades, rasgos personales entre usuarios. El diseño del sistema especifica y establece los contenidos y los enlaces disponibles, no ajustándose a los requisitos de ellos (León, 1998), limitando las opciones de navegación, que están prefijadas por los autores del programa.

1.2.4 La adaptación como forma de revertir estas limitaciones

Estas limitaciones pueden revertirse si se desarrollan SHA que permitan ajustar los contenidos, los formatos de información y las opciones de navegación en función de características de los estudiantes que utilizarán estos recursos.

¹ El primer filtro en el modelo de procesamiento humano lo lleva a cabo la memoria sensorial que actúa como memoria intermedia de los estímulos recibidos a través de los sentidos (Anderson, 2000). Existe una memoria sensorial para cada canal, tantas como sentidos, pero las más conocidas son la memoria icónica, que recibe la información visual y permite mantener hasta 9 datos durante unos 250 ms, y la memoria ecoica que almacena sonidos unos 250 ms y palabras con significado 2 o más segundos. El siguiente nivel lo constituye la memoria de trabajo o a corto plazo, que es una memoria de acceso rápido (70 ms), con una rápida decaída (250 ms) y baja capacidad (7±2 ítems) (Miller, 1956).

La adaptación en SHA se ha realizado considerando algunas características de los potenciales usuarios. En el caso de SHA diseñados para favorecer aprendizajes específicos el énfasis ha estado en particularidades que afectan el desempeño en actividades de aprendizaje, como los niveles de conocimientos de los estudiantes. Algunos de estos sistemas son: ISIS-Tutor (Brusilovsky & Pesin, 1998), Interbook (Eklund & Brusilovsky, 1999) y ELM-ART (Weber & Specht, 1997).

Los estilos de aprendizaje y los estilos cognitivos se han incorporado, últimamente, sólo en algunos SHA destinados al aprendizaje como características de adaptación y de manera independiente (Stash & De Bra, 2004). Esta forma diferente de adaptación permite proporcionar la información adecuada y ajustada a las preferencias para interactuar con entornos de aprendizaje y a las formas de procesar y organizar la información.

Si bien es cierto que algunos autores utilizan indistintamente los conceptos de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, éstos son constructos diferentes. Numerosos autores establecen claras diferencias entre ellos (Curry, 1983; Gorham, 1986; Jonassen & Grabowski, 1993; Renzulli, 2001; Sadler-Smith & Riding, 1999). Los estilos de aprendizaje corresponden a las preferencias que manifiestan los propios individuos sobre sus maneras de aprender (Jonassen & Grabowski, 1993), basadas en las modalidades sensoriales, teniendo un carácter más subjetivo, pues están fundadas en sus experiencias directas de aprendizaje y en su conocimiento metacognitivo, de qué es mejor para él o ella (Renzulli, 2001). En cambio, los estilos cognitivos representan la forma habitual de un sujeto de aproximarse a la organización y representación de la información (Riding, 2001). Éstos son determinados mediante pruebas de desempeño, con una base objetiva, que reside en las propiedades estructurales del sistema cognitivo o modos característicos de cognición, siendo altamente estables y operan de manera que el sujeto no es consciente de ellos (Renzulli, 2001).

Los SHA desarrollados que han basado la adaptación en los estilos de aprendizaje o estilos cognitivos de los estudiantes, ajustan, algunos, sólo la presentación de los contenidos en función de estas características (Carver, Howard & Lane, 1999; Gilbert & Han, 1999; Wolf, 2002); otros

solamente las opciones de navegación (Mitchell, Chen & Macredie, 2004; Triantafillou, Pomportsis & Demetriadis, 2003) y otros adaptan ambas (Bajraktarevic, Hall & Fullick, 2003; Papanikolaou, Grigoriadou, Magoulas & Kornilakis, 2002; Paule et al., 2003; Peña, Marzo, de la Rosa & Fabregat, 2002). Para ello se utilizan variados métodos y diversas técnicas de adaptación, que son los que implementan las estrategias de enseñanza establecidas, basándose exclusivamente en las características descritas para cada estilo, ya sea de aprendizaje o cognitivo.

Jonassen y Grabowski (1993) postulan que es posible y deseable adaptar la instrucción para acomodarse a las diferencias individuales de los estudiantes con el fin de mejorar los resultados del aprendizaje. El objetivo es modificar la forma de enseñanza de modo de ajustarla a las necesidades o preferencias individuales. Esto se basa en que no todos los estudiantes se desempeñan de la misma forma frente a una única forma de instrucción, supone también que la naturaleza de los métodos de enseñanza deben adaptarse de manera que los estudiantes tengan a su disposición más de una manera de enseñanza, con el fin de mejorar los resultados de aprendizajes en cada uno de ellos.

Merrill (2001) plantea que para adaptar el proceso instructivo a ciertos rasgos o características de los estudiantes como son los estilos de aprendizaje o estilos cognitivos, ya sea en una situación real o basada en el uso de tecnologías, hay que determinar, en primer lugar, las estrategias instruccionales en función del tipo de objetivo instruccional involucrado, para luego, y a partir de éstas, seleccionar aquéllas que son más adecuadas a las características de cada uno de los estilos.

Por tanto, los atributos de cada estilo de aprendizaje o estilo cognitivo son secundarios en la selección de las componentes fundamentales de una estrategia instruccional apropiada y consistente con un determinado objetivo de aprendizaje; sin embargo, el estilo de aprendizaje o estilo cognitivo debería ser tomado en cuenta en la elección del estilo de enseñanza y en los ajustes a los distintos parámetros de una estrategia instruccional determinada (Merrill, 2001).

Las propuestas metodológicas para diseñar SHA son pocas, de carácter general y basadas, principalmente, en distintos niveles de conocimientos de los potenciales usuarios. En el caso específico de los estilos cognitivos, existe una propuesta planteada por Chen y Macredie (2002) en relación con la adaptación de las opciones de navegación en función de una teoría específica. Actualmente no existen propuestas metodológicas, desde una perspectiva pedagógica, para diseñar Sistemas Hipermedia Adaptativos para el Aprendizaje (SHAA), basados en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, de carácter general, donde se establezcan criterios para seleccionar:

- La teoría de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos más efectiva en relación con los tipos de aprendizaje.
- Las estrategias instruccionales de acuerdo al tipo de aprendizaje y estilos.
- Los diferentes métodos y técnicas de adaptación correspondientes.

La interrogante que surge es:

- ¿Es posible elaborar una metodología efectiva para diseñar SHAA basados en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, estableciendo criterios para seleccionar las teorías de estilos, las estrategias instruccionales y los métodos y técnicas de adaptación?

En función de esta pregunta se especifican las hipótesis de investigación y nula, con el fin de validar experimentalmente la propuesta que será desarrollada en esta investigación. Además, se plantean el objetivo general y los objetivos y los específicos que guiarán el desarrollo de este trabajo.

1.3 Hipótesis y Objetivos de la Tesis

1.3.1 Hipótesis

Para validar la efectividad de la metodología de diseño que se elaborará, se han planteado las siguientes hipótesis:

H₁: Los estudiantes que utilizarán el prototipo de SHAA, diseñado con la metodología propuesta, obtendrán una media mayor en sus resultados de aprendizaje, que aquéllos que sólo usarán el SH sin ninguna forma de adaptación.

H₀: Los estudiantes que utilizarán el prototipo de SHAA, diseñado con la metodología propuesta, no obtendrán una media mayor en sus resultados de aprendizaje, que aquéllos que sólo usarán el SH sin ninguna forma de adaptación.

1.3.2 Objetivo General

Elaborar y validar una metodología, desde una perspectiva pedagógica, para el diseño de SHAA basados en web, en función de los tipos de aprendizaje, estilos cognitivos y estilos de aprendizaje.

1.3.3 Objetivos Específicos

1. Caracterizar los modelos necesarios para diseñar un SHA.
2. Establecer criterios de selección de teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos para SHAA.
3. Definir una metodología para el diseño de SHAA, basada en reglas de adaptación en función del tipo de aprendizaje, estrategias instruccionales, estilos de aprendizaje y estilos cognitivos.
4. Diseñar y desarrollar un SH y un SHAA, basado en la metodología propuesta.
5. Aplicar los sistemas desarrollados a muestras de estudiantes.
6. Validar la metodología propuesta.

El objetivo principal planteado para esta investigación implica, en primer lugar, **elaborar** una metodología que permita diseñar SHAA que se ajusten a los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de los estudiantes-usuarios que interactúen con el sistema. Ésta debe considerar distintas actividades relativas tanto al diseño de SHA como propias del diseño instructivo.

En segundo lugar, la metodología propuesta deberá ser **validada** mediante la aplicación de un prototipo² de un SHAA a una muestra de estudiantes.

A continuación se detallará cada uno de los objetivos específicos que se han planteado para esta investigación.

El primer objetivo específico corresponde a realizar una revisión del estado del arte en relación con los diferentes modelos utilizados en los SHA para generar la adaptación. Esta tarea involucra de manera previa, caracterizar los SH y su relación con las concepciones del aprendizaje y las categorías de estrategias instruccionales que es posible aplicar. Una vez claro el contexto de los SH para el aprendizaje, se definen y caracterizan los SHA, específicamente cada uno de los modelos necesarios para diseñarlos. Se deben especificar los distintos aspectos que son considerados en cada uno de ellos y los elementos que los componen. Al mismo tiempo, significa investigar de qué manera se relacionan entre sí estos modelos, cuáles son las diferentes formas de adaptación que se pueden efectuar y cómo se llevan a cabo mediante métodos y técnicas de adaptación.

Para lograr el segundo objetivo específico es necesario hacer una revisión de las distintas teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos, describiendo sus características y los instrumentos de medición que utilizan cada una para determinar las distintas categorías de estilos planteadas. Analizar los SHAA que han sido desarrollados basando la adaptación en estilos de aprendizaje o en estilos cognitivos, a fin de conocer cómo se han seleccionado las teorías utilizadas y en base a qué criterios, qué formas de adaptación se han aplicado y mediante qué técnicas. Finalmente, revisar si existen criterios para seleccionar las teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos, cuáles son y qué aspectos consideran, para ser aplicados en la selección de los modelos de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos para diseñar la adaptación de un SHAA.

² Un prototipo es un modelo ampliable y modificable. Es una aproximación de cómo será y funcionará una aplicación informática. El desarrollo de una representación visual de la idea, permite a otros interactuar con el sistema entregando retroalimentación útil para posteriores modificaciones (Alessi & Trollip, 2001).

Definir la metodología para diseñar SHAA, basada en reglas de adaptación en función del tipo de aprendizaje, estrategias instruccionales, estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, es el tercer objetivo específico. Para ello es necesario establecer una secuencia de etapas relacionadas que involucren los aspectos mencionados. Esto implica tomar en cuenta los distintos modelos de los SHA, las formas de adaptación, los criterios de selección de las teorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, el análisis de los SHA basados en distintas teorías de estilos y las metodologías de diseño existentes en la actualidad.

En el siguiente objetivo corresponde diseñar y desarrollar dos prototipos de SH, con los mismos contenidos. La diferencia radica en que uno de ellos será diseñado con la metodología propuesta, tomando en cuenta los estilos de aprendizaje y cognitivos de los estudiantes y el otro no.

Los dos últimos objetivos corresponden al experimento mismo. Aplicar ambos prototipos a muestras de estudiantes, es decir, realizar un experimento con un grupo experimental y uno de control, y validar o no la metodología propuesta a través del rechazo o aceptación de la hipótesis nula.

1.4 Método de trabajo

La metodología utilizada en este trabajo de investigación, de acuerdo a los objetivos previamente planteados, permitirá al finalizar esta investigación, validar o no la propuesta metodológica, mediante el rechazo o aceptación de la hipótesis nula que ha sido previamente estipulada.

Para elaborar y, posteriormente, validar una metodología para diseñar SHAA basada en estilos de aprendizaje y en estilos cognitivos, se deben realizar distintas y variadas actividades destinadas a lograr este objetivo principal.

En primer término, la metodología consiste en realizar una revisión bibliográfica y análisis de los principios teóricos, métodos y técnicas en que se basa el diseño de los SHA en general y de aquéllos destinados al aprendizaje, en particular. Además, desde un punto de vista técnico, se revisan las herramientas de autor descritas en la literatura para desarrollar sistemas de estas características basados en web.

También es necesario diferenciar los constructos de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, revisar y analizar las principales teorías y modelos que se han desarrollado, así como revisar los SHAA que han sido desarrollados y que basan su adaptación, de manera específica, tanto en los estilos de aprendizaje como en los estilos cognitivos de los potenciales usuarios, para efectuar las formas de adaptación. Junto con lo anterior, es importante determinar si existen o no criterios de selección de las teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos para escoger las más adecuadas cuando se diseña un SHAA basado en ellos. Finalmente, se revisan las metodologías de diseño de SHAA existentes.

Una vez analizados todos los aspectos mencionados anteriormente, se elabora una propuesta metodológica para el diseño de SHAA que consideran los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de los estudiantes para realizar la adaptación del sistema. Para ello se debe relacionar los distintos elementos involucrados y necesarios para el proceso de diseño de sistemas de estas características, haciendo énfasis en una perspectiva pedagógica.

Esta revisión del estado del arte proporciona una base conceptual para elaborar la metodología. En ella se deben incorporar aquellos elementos que son relevantes, no sólo desde una óptica de carácter técnico, sino principalmente pedagógica, tomando en cuenta aquellas propuestas anteriores que pueden ser de utilidad para incluirlas en ella.

La validación de la metodología se realiza mediante la aplicación de ella al diseño de un prototipo de SHAA, en una unidad de aprendizaje concreta. Este prototipo se utiliza en el desarrollo de un

experimento que permite comparar los resultados obtenidos por estudiantes, cuando se utiliza o no la forma de adaptación que se propone en este trabajo.

Finalmente, a partir de los datos obtenidos y del resultado de su procesamiento, se obtiene información para retroalimentar la propuesta de diseño.

1.4.1 Diseño de la investigación

La metodología de la investigación definida es de carácter cuantitativa, porque se recogen y analizan los datos obtenidos cuantitativamente, para determinar relaciones entre las variables involucradas. Para ello, el diseño experimental que se escogió, para ser aplicado en el caso de estudio, es un diseño con grupo de control y con preprueba y posprueba. Los sujetos que participaron en este experimento fueron asignados de manera aleatoria tanto al grupo experimental como al grupo de control.

Este tipo de diseño se escogió porque tiene las siguientes ventajas:

- Es adecuado para el tipo de hipótesis que fueron planteadas inicialmente, ya que al finalizar la experimentación es posible aceptar o rechazar la hipótesis nula, basándose en los contrastes que se realizan con los datos obtenidos.
- Permite comparar las prepruebas. Esto es útil a fin de comprobar si la aleatorización es adecuada, especialmente cuando se trabaja con grupos pequeños. Esto significa que para fines de control, se puede determinar el grado de homogeneidad de ambos grupos, en relación con sus conocimientos iniciales.
- La asignación al azar de los integrantes a cada uno de los grupos (experimental y de control) hace que éstos sean equivalentes, por lo que las diferencias entre los resultados de

ambos grupos se puede atribuir a la manipulación de la variable independiente y no a otros factores, controlando todas las posibles fuentes de invalidación interna.

- Este tipo de diseño admite, a diferencia del diseño sólo con posprueba, analizar las diferencias entre las puntuaciones de la posprueba con la preprueba, es decir el puntaje-ganancia del grupo experimental y del grupo de control.
- Al ser un diseño que controla factores relativos a la validez interna, tales como: historia, selección, maduración, mortalidad, efectos de la preprueba, tipos de instrumentos y regresión estadística, es factible atribuir los resultados obtenidos sólo a la intervención del tratamiento al cual es sometido el grupo experimental, en este caso específico a la adaptación de los contenidos y opciones de navegación en función de los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. Esto significa que el efecto, manifestado mediante las diferencias obtenidas se debe, en un alto nivel de confianza, a la manipulación de la variable independiente y no a otros factores.

1.5 Marco de la Tesis

1.5.1 En el Grupo de Investigación

En esta Tesis Doctoral se desarrolla una de las líneas de investigación del **GR**upo de investigación en **InterAcción y e-Learning (GRIAL)**, de la Universidad de Salamanca. **GRIAL** es un grupo de investigación interdisciplinar compuesto por investigadores procedentes de las áreas de Ingeniería Informática, las Ciencias de la Educación y las Humanidades.

Los temas que son abordados en **GRIAL** pertenecen a las áreas de Informática Educativa, Ingeniería Web, Web Semántica, Interacción Persona-Ordenador, Arquitectura de Software y *e-learning*.

En el área de *e-learning*, las principales líneas de investigación son los SHAE (Sistemas Hipermedia Adaptativos Educativos), la gestión del conocimiento y la creación de pruebas adaptativas.

Estas líneas de investigación se desarrollan en diferentes proyectos. El trabajo de esta tesis comprende la elaboración de una metodología para diseñar SHAA basados en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de sus potenciales usuarios.

En este mismo ámbito, *e-learning*, se encuentran además en **GRIAL** otros proyectos como el desarrollo de una herramienta de autor para la creación de DIA (Diseños Instructivos Adaptativos) HyCo-LD (*Hypermedia Composer-Learning Design*) (Berlanga, 2006) y una plataforma web basada en especificaciones IMS (*Instructional Management Systems*) denominada AHKME (*Adaptive Hypermedia Knowledge Management E-Learning Platform*) (Rego, Moreira & García, 2005a). En el ámbito de gestión del conocimiento se desarrolla una propuesta para evaluar la calidad de los Objetos de Aprendizaje (OA) desde un punto de vista pedagógico, que incluye diversos criterios de validación, con el fin de construir cursos basados en OA de calidad (Morales & García, 2005). En mecanismos de evaluación para los Sistemas Hipermedia Adaptativos Educativos (SHAE), se ha iniciado el proceso de diseño una herramienta que tiene por objeto definir y empaquetar pruebas de evaluación adaptativas (Barbosa & García, 2005).

1.5.2 En un contexto general

La mayor parte de las investigaciones desarrolladas sobre SHA se refieren, en su mayoría, a aspectos de carácter técnico, como los distintos modelos que hay que definir, los elementos que se incluyen en cada uno de ellos, los diferentes métodos y técnicas de adaptación, ejemplos de sistemas desarrollados y herramientas de autor que están en proceso de desarrollo y evaluación.

Este trabajo supone un alto grado de innovación, al proponer una **MET**odología para diseñar un Sistema **H**ipermedia **AD**aptat**I**vo para el aprendizaje basados en **e**Stilos de aprendizaje y estilos

cognitivos (**METHADIS**), desde una perspectiva pedagógica, dado que prácticamente no existen propuestas en este ámbito de carácter general. Sólo existen modelos de SHA específicos en función de una teoría de estilos de aprendizaje o de estilos cognitivos, pero sin considerar ambos constructos de manera conjunta. Al mismo tiempo, los sistemas desarrollados proponen estrategias instruccionales asociadas a determinados estilos, cognitivos o de aprendizaje, sin considerar los tipos de aprendizaje involucrados. Tampoco existe consenso en las formas de adaptación utilizadas; algunas propuestas consideran solamente la adaptación de las opciones de navegación (Mitchell et al., 2004; Triantafillou et al., 2003) basadas en los estilos cognitivos, otras exclusivamente la de contenidos y en distintos modelos de estilos de aprendizaje (Carver et al., 1999; Gilbert & Han, 1999; Wolf, 2002) y, las menos, ambas (Bajraktarevic et al., 2003; Papanikolaou et al., 2002; Paule et al., 2003; Peña et al., 2002).

En el plano teórico, las propuestas provienen exclusivamente del área de la Informática y no del ámbito de la Informática Educativa. Es un tema que no ha sido tratado con profundidad desde una óptica pedagógica.

1.6 Organización de la tesis

Este trabajo se divide en seis capítulos. En ellos se abordan los diferentes aspectos que permitirán lograr los objetivos previamente planteados para esta investigación. Éstos se dividen en la metodología, el marco teórico o estado del arte de los SHAA, METHADIS que es la propuesta elaborada, la presentación del caso de estudio en el que se aplicará METHADIS, el diseño experimental y presentación y análisis de los datos obtenidos y, finalmente, las conclusiones obtenidas y proyecciones futuras.

En el Capítulo 2 se desarrolla el marco teórico de este trabajo, que incluye los SH y su relación con el aprendizaje; una revisión bibliográfica de las características y modelos que componen los SHA, los métodos y técnicas de adaptación de presentación de contenidos, de opciones de

navegación y modalidad y multimedia. También se describen y analizan algunas propuestas de herramientas de autor para desarrollar este tipo de sistemas. Se analizan los conceptos de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, las principales teorías y modelos planteados y los SHAA desarrollados que se han basados en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. Finalmente, se describen algunas metodologías destinadas a diseñar SHAA.

El Capítulo 3 contiene la presentación de la metodología de diseño de SHAA propuesta. En este capítulo se detalla cada una de las actividades y tareas de los distintos niveles que componen METHADIS y la forma cómo se relacionan entre sí.

En el Capítulo 4 se desarrolla la presentación de un caso de estudio concreto, donde se aplica METHADIS a una unidad de aprendizaje para diseñar la adaptación basada en los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de los potenciales estudiantes-usuarios. En la segunda parte de este capítulo se presentan los prototipos de SHAA y SH desarrollados, que serán aplicados al grupo experimental y al grupo de control, respectivamente.

En el Capítulo 5 se describe el diseño experimental de la investigación, la exposición y análisis de los resultados que se obtendrán en la aplicación de ambos prototipos a las muestras de estudiantes.

Finalmente, en el Capítulo 6 se realiza la discusión final que incluye las conclusiones obtenidas en relación con los objetivos previamente planteados, las proyecciones para futuras investigaciones y se presentan las publicaciones originadas por este trabajo de investigación, que permitieron contrastar los avances y resultados obtenidos, en distintas etapas.

CAPÍTULO 2

SISTEMAS HIPERMEDIA ADAPTATIVOS PARA EL APRENDIZAJE BASADOS EN ESTILOS DE APRENDIZAJE Y ESTILOS COGNITIVOS

2.1. Introducción

En este capítulo se hace una descripción y análisis del estado del arte de los SHA basados en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. En el apartado 2.2 se hace referencia a las características de los SH y de los SH diseñados para favorecer distintos tipos de aprendizaje, como también a las diferentes categorías de estrategias instruccionales que pueden aplicarse en el diseño de ellos. A continuación, en el apartado 2.3, se explica detalladamente qué son los SHA, qué modelos son utilizados para su diseño y que características poseen, qué aspectos son susceptibles de adaptar y cuáles son los métodos y técnicas que permiten que estos sistemas se ajusten a características de sus usuarios. Junto con lo anterior, se describen herramientas de autor existentes para desarrollarlos. En la sección siguiente, apartado 2.4, se definen y diferencian los conceptos de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos, se detallan algunos de los modelos y teorías de mayor relevancia para, posteriormente, describir y analizar los SHA desarrollados que han basado su adaptación en estilos de aprendizaje y en estilos cognitivos. En el apartado 2.5 se analizan algunas metodologías existentes de diseño de SHA. Finalmente, en el apartado 2.6 se hace un análisis de las fortalezas y debilidades de los diferentes aspectos que involucra el diseño y desarrollo de SHA.

2.2. Sistemas Hipermedia y Aprendizaje

Un SH es un hipertexto multimedia (Sánchez, 2001). Es una combinación de diferentes formatos de información en una estructura organizada de manera no lineal (Gros, 1997). Los SH utilizan diferentes medios para presentar la información, permiten acceder a enlaces no sólo en forma de texto, sino que de gráficos, imágenes, sonidos, animaciones y vídeos, formando una topología jerárquica, conceptual o referencial (León, 1998).

Los SH, al estar caracterizados por su construcción no secuencial, son relativamente flexibles, en el sentido que permiten manipular y representar información almacenada en los diferentes nodos multimedia, integrada en presentaciones estáticas, dinámicas o interactivas (León, 1998). En este

ambiente los usuarios acceden a la información explorándola libremente, de manera asociativa, navegando a través de la estructura de nodos interconectados propuestos (Sánchez, 2001).

Majó y Marqués (2002) definen los Sistemas Hipermedia para el aprendizaje como programas informáticos y páginas web interactivas, que incluyen diferentes elementos mediáticos, elaborados con la finalidad de facilitar determinados aprendizajes. Por tanto, guían la actuación de los estudiantes mediante la utilización de diversos recursos didácticos. Los principales elementos de estas aplicaciones, según los autores, son:

- Contenidos.
- Entorno audiovisual.
- Sistemas de navegación.
- Actividades interactivas.

Los **contenidos** son bases de datos estructuradas que pueden contener información en formatos diversos como textos, gráficos, sonidos, vídeo, etc.

El **entorno audiovisual** es el entorno perceptivo con el que se presenta el material didáctico, esto incluye pantallas, fondo, color, composición, títulos, estilo y lenguaje, tipografía, elementos hipertextuales, ventanas, menús, iconos, formularios, barras de estado, informes impresos y multimedia, entre otros elementos.

El **Sistema de navegación** incluye el mapa de navegación, uso *on line/off line*, metáfora del entorno, itinerarios posibles, etc.

Finalmente, las **actividades interactivas** son aquellas actividades diseñadas para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Estas pueden tener algún grado de guía y abarcan varios tipos como, por ejemplo, preguntas, problemas, exploración, experimentación. La manera cómo son estructuradas estas actividades puede variar desde organizaciones de tipo lineal o ramificadas y con mayor o menor grado de libertad.

Por otra parte, Alessi y Trollip (2001) plantean, de manera similar, que un SH para el aprendizaje es, esencialmente, un SH orientado a lograr el aprendizaje de sus potenciales usuarios. Estos están compuestos por una base de datos hipermedia, un sistema de navegación y orientación y recursos que apoyan el aprendizaje mediante el uso de diversas estrategias. De esta manera, Alessi y Trollip (2001) incluyen en la base de datos hipermedia tanto los contenidos como el entorno audiovisual que plantean Majó y Marqués (2002).

Desde el punto de vista educativo facilitan al estudiante la tarea de aprender, de acuerdo a su propio ritmo, debido a que, en términos generales, admiten que el usuario establezca una secuencia propia, en el recorrido de contenidos, pudiendo acceder a diversos niveles de profundidad.

Las características propias de los SH los convierten en medios didácticos potencialmente poderosos en relación con los que se han utilizado tradicionalmente en la enseñanza, en cada una de las distintas áreas del conocimiento, como libros y vídeos. La gran ventaja de éstos es la capacidad que poseen para integrar diversos medios, de manera coherente y simultánea en una misma aplicación, permitiendo además que el usuario no sea sólo un espectador pasivo, sino que participe activamente a través de la interacción proporcionada por el sistema.

Al mismo tiempo las distintas alternativas para organizar la información, de un modo flexible, y el fácil acceso a ella en sus más diversos formatos, facilita la libre exploración por parte de los estudiantes a información multirepresentada y que puede ser percibida por distintos canales sensoriales (Sánchez, 2001).

2.2.1 Taxonomía de Sistemas Hipermedia y Aprendizaje

La gran variedad de programas hipermedia destinados a proveer de entornos que faciliten el aprendizaje en los estudiantes hace difícil analizarlos. Una taxonomía propuesta por Sánchez (2001) facilita esta labor desde la perspectiva de las teorías del aprendizaje.

La relación entre *software* educativo y aprendizaje, plantea Sánchez (2001), se puede articular en función de los principales modelos de aprendizaje. Esta taxonomía (ver Figura 1) permite establecer relaciones entre los modelos de aprendizaje y su influencia en el desarrollo de Sistemas Hipermedia, definiendo tres grandes categorías:

- SH para el aprendizaje de Presentación.
- SH para el aprendizaje de Representación.
- SH para el aprendizaje de Construcción.

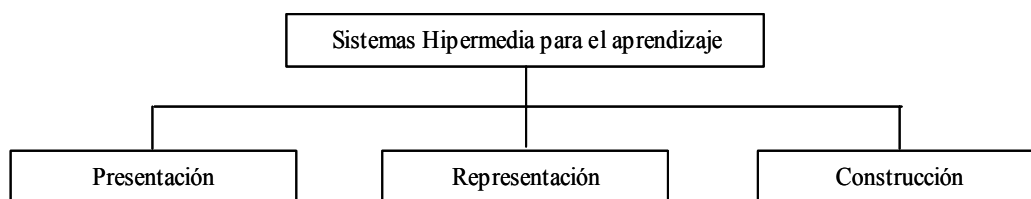


Figura 1. SH y aprendizaje (Sánchez, 2001)

Los programas informáticos de **Presentación** son aplicaciones que presentan información y conocimiento bajo un modelo tutorial de aprendizaje, donde generalmente la interacción con el estudiante está basada en un ciclo contenido-preguntas-presentación-preguntas. El modelo que subyace, a pesar de la gran cantidad de información multimedia que pueda contener, es netamente conductista, puesto que se sustenta en el hecho de que al presentar la información al estudiante, ésta será incorporada por él. En este tipo de entornos la acción, el control, el ritmo y la interacción están en gran parte determinados por el *software*, privilegiando el trabajo individual más que la interacción social con los pares. El valor de este tipo de *software* radica esencialmente en presentar información de una manera dinámica y atractiva (Sánchez, 2001).

La segunda categoría planteada, los programas de **Representación**, se refiere a aquellos programas informáticos que estructuran la información y el conocimiento de un dominio específico en redes semánticas. Las redes semánticas son esquemas jerárquicos de representación del conocimiento donde los conceptos se almacenan como nodos de un gráfico y se enlazan entre sí por distintos tipos de relaciones o enlaces que describen el tipo de conexión entre ellos

(Sánchez, 2001). Éstas sirven como modelos consistentes con el proceso de construcción del conocimiento que realizan los estudiantes, de manera que el SH favorece el proceso de representación del conocimiento que se va a aprender. Este tipo de sistemas puede ser efectivo para aprender, en el sentido que hace explícita las conexiones entre porciones o trozos de información correspondientes a un dominio del conocimiento. El alumno al seguir estos hiperenlaces va generando ideas de cómo la información está organizada en un dominio específico. Esto puede constituir una herramienta muy útil para revelar las distintas interconexiones entre conceptos y las complejas interdependencias entre ideas. El aprendizaje desde esta óptica consiste en adquirir nuevas estructuras por medio de la creación y reconstrucción de nuevos nodos e interrelaciones. Mientras más enlaces nuevos se establezcan entre nuevos nodos y la red cognitiva que poseía el estudiante, mejor será la comprensión de la información y, por tanto, más fácil de aprender. Esto permitirá, de acuerdo a esta perspectiva, facilitarle al estudiante la creación de nuevas estructuras mentales con relación a un tema específico. Este tipo de SH basado en una estructura jerárquica está asociado claramente a una perspectiva cognitivista del aprendizaje, ya que la estructura de la información hipermedia, basada en modelos de redes semánticas de representación del conocimiento, asemeja a la forma como los teóricos plantean que se organiza en la mente de cada persona.

Finalmente, las aplicaciones informáticas de **Construcción** de información y conocimiento, corresponden a entornos de características más flexibles que los anteriores y centrados básicamente en el estudiante y responden a una concepción basada en la teoría constructivista del aprendizaje, cuyo propósito es estimular el uso de algún proceso de carácter cognitivo y su transferencia a nuevas situaciones. En la Teoría de la Flexibilidad Cognitiva, considerada dentro del constructivismo moderado (Gros, 1997), se postula que para favorecer aprendizajes de problemas de gran complejidad o mal estructurados se requiere de la aplicación de una combinación de conceptos, que pueden variar, sustancialmente, de una situación a otra, y cuya solución no es única, sino que depende de los criterios utilizados en la evaluación de las soluciones. Este tipo de aprendizaje de dominio de conocimientos complejos, de acuerdo a lo planteado por Spiro y Jehng (1990), demanda en primer término, que el alumno se familiarice con

los conceptos y hechos de la complejidad conceptual del tema y, en segundo lugar, que de la reproducción de los conocimientos llegue al uso de los mismos, esto es, la transferencia y aplicación a situaciones y contextos nuevos. Simplificar excesivamente esta complejidad y apartarla de su contexto real, abordándola desde una única perspectiva, de manera lineal, genera concepciones erróneas que dificultará una aplicación de los conocimientos. Spiro y Jehng (1990), postulan que la mejor forma de que los estudiantes aprendan en estas áreas complejas es a partir de la revisión de un mismo contenido, desde diversas perspectivas. Los conceptos se trabajan, entonces, en una variedad de contextos y ejemplos, como parte del significado integral. Diversas explicaciones, analogías y dimensiones de análisis, para acceder a representaciones mentales abiertas, donde el contexto del aprendizaje debe ser auténtico, ya sea conectado de forma real o simulada con la realidad. Para ello se precisan materiales instruccionales complejos que son los que se encuentran en esta última categoría de programas, donde se proporcionan herramientas, materiales, elementos y estrategias que le permiten construir y reconstruir el conocimiento al estudiante, basándose en que éste debe realizar acciones como crear, resolver situaciones problemáticas, corregir, enmendar errores, considerando al mismo tiempo un tratamiento flexible y dinámico de la información. El alumno tiene un mayor control, pues el diseño le permite un tipo de interacción diferente, donde puede controlar variables, resolver problemas en contextos reales, entre otras actividades, dentro de un ambiente desafiante y motivador. En ellos se incorporan estrategias diseñadas para motivar e involucrar al estudiante y también existe la posibilidad de adaptación al nivel y requerimientos del usuario. Al mismo tiempo el hecho que permitan actividades cooperativas y colaborativas y provean de cierta autonomía para negociar y establecer los objetivos de aprendizaje facilitará que el estudiante aplique y desarrolle sus habilidades cognitivas y metacognitivas (Sánchez, 2001). Tienen la ventaja de permitir a los estudiantes crear sus propias relaciones conceptuales, en función de cómo ellos decidan que la información está relacionada, a diferencia de la categoría anterior, que impone una cierta estructura de relaciones conceptuales.

No cabe duda, entonces, que estos SH como medios didácticos han estado determinados por las distintas concepciones sobre el aprendizaje. Gros (1997) describe las características de los tipos de recursos didácticos informáticos, en función de las diversas teorías de aprendizaje (ver Tabla 1).

Tabla 1

Teorías de aprendizaje y tipos de sistemas hipermedia (Gros, 1997)

	Conductismo	Cognitvismo	Constructivismo
Tipo de programa	Práctica y ejercitación	Tutoriales	Simulaciones, Hipertextos
Contenidos	Descomposición en unidades	Jerarquización y secuenciación, en función del contenido y de las características del alumno	Creación de entornos de aprendizaje
Control	El ordenador ejerce el control de la secuencia de aprendizaje	El ordenador no necesariamente ejerce el control de la secuencia	El usuario ejerce el control de la secuencia de aprendizaje
Importancia	Refuerzo	Formas de interacción ordenador – aprendiz	Calidad del entorno de aprendizaje propuesto
Recomendado para	Adquisición de destrezas, automatización de aprendizajes, contenidos claros, poco interpretables	Programas de enseñanza	Programas con contenidos complejos, resolución de problemas, tareas interpretativas

Asimismo, Alessi & Trollip (2001), coinciden que por su naturaleza los programas de ejercitación y tutoriales están basados en una concepción objetivista y otros, como las herramientas y programas hipermedia en una perspectiva constructivista, pero las simulaciones, los juegos y las aplicaciones Web están basados en ambas.

Una vez establecido el tipo de SH para el aprendizaje que se quiere desarrollar, corresponde realizar el diseño instructivo del mismo en función del objetivo y de la concepción de aprendizaje en que esté basado.

2.2.2 Estrategias Instruccionales

Los SH para el aprendizaje pueden incorporar diferentes opciones de actividades de aprendizaje como también distintas secuencias de actividades, en función de sus objetivos. Para diseñarlas es indispensable tener claridad sobre los distintos factores involucrados en las distintas estrategias instruccionales.

Reigeluth y Moore (1999) proponen un marco para la comparación de estrategias instruccionales utilizadas para facilitar el aprendizaje. Este marco de referencia de las distintas estrategias de enseñanza es de gran utilidad para el diseño y desarrollo de SH pues están clasificadas de acuerdo a:

- El tipo de aprendizaje.
- El control del aprendizaje.
- El foco del aprendizaje.
- El agrupamiento para aprender.
- Las interacciones para aprender.
- El apoyo para aprender.

El **Tipo de aprendizaje** se relaciona con el propósito de la actividad y el tipo de aprendizaje afectado. Aunque estas categorías son distintas entre sí, pueden solaparse y presentar un continuo, por ejemplo, que sea necesario que los alumnos requieran memorizar determinada información para aplicar una técnica, o dentro de una perspectiva constructivista actividades del ámbito de técnicas de orden superior para resolver problemas que incluyen el análisis, la síntesis y la evaluación (ver Tabla 2).

Tabla 2

Tipo de aprendizaje (Reigeluth & Moore, 1999)

Memorizar	Aplicación de habilidades
Entender relaciones	Aplicación de destrezas generales

El **Control del aprendizaje**, en el diseño tradicional, está centrado en el profesor. Es el que controla los objetivos educativos, selecciona el contenido, determina las estrategias educativas a utilizar y evalúa el aprendizaje. Sin embargo, las nuevas tendencias centradas en el estudiante, dan mayor responsabilidad a este último para definir sus resultados de aprendizaje y escoger el camino para lograr dichos resultados. De esta forma, se puede presentar un continuo entre el control del aprendizaje centrado en el profesor y centrado en el alumno (ver Figura 2).

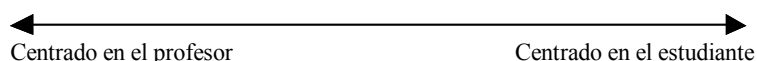


Figura 2. Control del aprendizaje (Reigeluth & Moore, 1999)

El **foco del aprendizaje** es un sistema bidimensional compuesto por dos ejes, donde el eje vertical representa la variación desde el dominio específico hasta la interdisciplinariedad. En el eje horizontal los puntos extremos corresponden a un tópico y a la resolución de problemas. El foco puede estar centrado sobre uno de los ejes o en cualquiera de los cuatro cuadrantes permitiendo diferentes combinaciones (ver Figura 3).

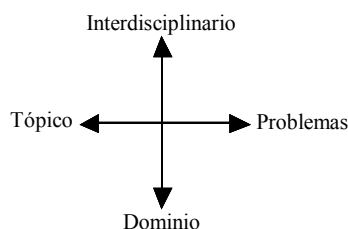


Figura 3. Foco del aprendizaje (Reigeluth & Moore, 1999)

El **Agrupamiento para aprender** de los estudiantes puede variar desde el trabajo individual hasta el grupal, pasando por el trabajo en pares o equipos (ver Figura 4).

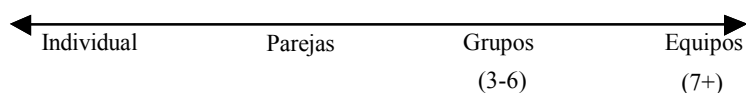


Figura 4. Agrupamiento para aprender (Reigeluth & Moore, 1999)

Las **Interacciones para aprender** son los posibles tipos de interacción que pueden facilitar el aprendizaje de los alumnos. Existen dos tipos de interacciones, la interacción con otras personas (estudiante-profesor, estudiante-estudiante, otras) y la interacción con recursos no humanos, como herramientas, información y entornos manipulables (ver Tabla 3).

Tabla 3

Interacciones para aprender (Reigeluth & Moore, 1999)

Humana			No humana			
Estudiante-profesor	Estudiante-estudiante	Otras	Estudiante-herramientas	Estudiante-información	Estudiante-entornos manipulables	Otras

El **Apoyo para aprender** es el soporte cognitivo y emocional que los estudiantes requieren para su mejora y crecimiento. El soporte cognitivo consiste en todos aquellos elementos que sirven al estudiante en la construcción de su entendimiento y mejoramiento de sus competencias en determinada materia, estos recursos pueden ser material impreso, recursos computacionales, interacción con otras personas, secuencias de acceso a información, realimentación y evaluación entre otros. El soporte emocional consiste en aquellos elementos que dan apoyo a las actitudes, motivación, sentimientos y auto confianza. Estos soportes pueden tomarse como un plano continuo bidimensional, dependiendo de las características propias del estudiante (ver Figura 5).

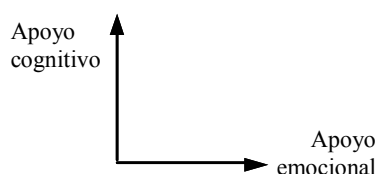


Figura 5. Apoyo para aprender (Reigeluth & Moore, 1999)

Los sistemas hipermedia, a pesar de su gran potencial como recursos didácticos, porque permiten incluir las más variadas actividades de aprendizaje utilizando diversos recursos de información y de comunicación, no poseen la capacidad para diferenciar a los distintos usuarios. De manera que proporcionan idénticos elementos hipermedia a una gran variedad de usuarios (León, 1998), estableciendo de manera implícita una única forma de enseñanza.

Okamoto et al. (2001) señalan que los sistemas hipermedia tradicionales presentan muy poca flexibilidad respecto a las estrategias pedagógicas utilizadas; generalmente se desarrollan estableciendo una única estrategia instruccional, para ser aplicada a todos los estudiantes.

2.3. Sistemas Hipermedia Adaptativos

Los SHA nacen como forma de dar respuesta a las limitaciones de los SH uniformes, proporcionando entornos que tienen la capacidad de ajustar la presentación de los contenidos y las opciones de navegación a diversas características de los potenciales usuarios.

De Bra (1998) diferencia los SH adaptables de los hipermedia adaptativos. En los primeros las alternativas de presentación y navegación a través de los contenidos son personalizadas por el usuario. En los sistemas adaptativos la personalización del sistema con relación a un usuario se efectúa de manera automática, de acuerdo a las características y forma de navegación del mismo, es decir, el sistema establece una retroalimentación efectiva con cada usuario, lo conoce y le entrega la información adaptada a sus particulares características e intereses.

De Bra y Brusilovsky (1998) y Delestre, Pécuchet y Barry-Gréboval (1999) plantean dos propósitos fundamentales de este tipo de sistemas. El primero, es adaptar la forma de proporcionar conocimientos, es decir, cómo presentar la información en los documentos para cada usuario. El segundo, guiarlo en el hiperespacio, evitando que el usuario se sienta perdido, proporcionándole una navegación asistida; es decir, individualizada y otorgándole orientación.

Brusilovsky (2001) establece claramente dos áreas que son susceptibles de adaptación:

- Niveles de contenidos o presentación.
- Niveles de enlaces o ayuda de navegación.

Esto implica, necesariamente, adaptar la forma de presentar los conocimientos al estudiante, de modo que el sistema pueda, en forma automática, **modificar el contenido de las páginas o**

pantallas, como también **alterar los enlaces de cada una de las páginas**. Concretamente, se trata de proporcionar sólo los contenidos, formatos de información y opciones de navegación, para ese estudiante-usuario concreto, de manera personalizada.

Para generar los diferentes tipos de adaptación existen diversos métodos y técnicas. Los métodos explican cómo se pueden lograr efectos específicos y las técnicas son las formas específicas que permiten implementar tales métodos. Existen métodos y técnicas tanto para ajustar la presentación de los contenidos como las opciones de navegación.

2.3.1 Concepto y tipos de Sistemas Hipermedia Adaptativos

Brusilovsky (2001) define los SHA como aquéllos que son capaces de distinguir, de acuerdo a un Modelo del Usuario, las diferentes formas de presentar u omitir la información, en distintos tipos de formatos y en mayor o menor cantidad.

Eklund y Sinclair (2000) proponen otra definición, similar a la anterior, pero que incluye el Modelo del Dominio. Un SHA está basado en hipertexto o hipermedia, tiene un Modelo del Usuario, que registra algunas características específicas del usuario; tiene un Modelo del Dominio, el cual es un conjunto de relaciones entre elementos de conocimientos en el espacio de información. El sistema es capaz de modificar algunas partes visibles o funcionales basándose en la información contenida en el Modelo del Usuario.

Una definición más amplia de estos sistemas, puesto que incorpora otros modelos, es la planteada por Gutiérrez y Pérez (2001) que definen a un SHA como aquel sistema hipertexto o hipermedia que almacena internamente modelos de las características del usuario, del soporte físico que utiliza, de los diferentes soportes lógicos a su disposición, etc. y los utiliza para presentar la información que contiene de diferentes maneras.

Finalmente, la forma en la que se efectuará la adaptación a un usuario específico en un SHA, dependerá, esencialmente, de la definición de los aspectos incluidos en cada uno de los modelos y de cuáles sean los modelos considerados.

Existen distintos tipos de SHA, aplicados a áreas diversas Brusilovsky (2001) menciona, además de los SHA para el aprendizaje, los sistemas de información en línea como museos virtuales, enciclopedias electrónicas y kioscos de información y, también, los SHA para la búsqueda de información.

2.3.2 Modelos utilizados en el diseño y desarrollo de los SHA

En relación con los modelos que deben definirse para ser utilizados en los SHA, a fin de producir adaptaciones distintas para usuarios diferentes, existen propuestas variadas según diversos autores. De Bra, Houben y Wu (1999b) describen tres modelos básicos que componen un SHA: el Modelo del Usuario, el Modelo del Dominio y el Modelo de Enseñanza o de Adaptación. Kobsa, Koenemann y Pohl (2001) mencionan además: el Modelo de Interacción y el Modelo de Entorno. Es así como se modelan numerosos aspectos relacionados con: las características del usuario, la forma de interacción con el sistema, la estructura de los contenidos, las características técnicas del ordenador y del *software* y, también, las estrategias de adaptación que serán utilizadas.

Los distintos modelos en los que basan la adaptación los SHA son:

- Modelo del Estudiante o del Usuario.
- Modelo de Interacción.
- Modelo del Dominio.
- Modelo del Entorno.
- Modelo de Enseñanza o Adaptación.

El **Modelo del Estudiante o el Modelo del Usuario** obtiene y registra diversas características propias del usuario. Tradicionalmente el desarrollo de los SH consideraba el diseño de una única

interfaz para todos los usuarios, y si ésta no funcionaba para un usuario determinado, era éste quien debía adaptarse a ella.

En contraste, los SHA tienen como objetivo adaptarse a una gran diversidad de personas, generando interfaces cambiantes según las categorías de los usuarios. Para desarrollar estos sistemas deben ser tomadas en cuenta características de los potenciales usuarios que están representadas en el Modelo del Estudiante. De ahí la importancia de éste, porque gran parte de la adaptación que genera el sistema para diferentes estudiantes está basada en él.

Según Medina et al. (2002a) éste es una representación interna del usuario que es almacenada, actualizada constantemente y consultada por el sistema, con el fin de adaptarse a cada uno a fin de proporcionarle la presentación de la información y opciones de navegación de acuerdo a sus propias necesidades.

Medina et al. (2002a) explican que una de las formas de interacción del usuario con la adaptación es por medio de la creación y actualización del Modelo del Usuario. Si el usuario interviene directamente manifestando sus preferencias o proporcionando su perfil a través de un formulario, éste es, más que un sistema adaptativo, adaptable. De Bra (1998) plantea que por esta razón la mayoría de los SHA son a la vez adaptables, pues requieren un modo de inicializar el Modelo del Usuario o permiten a los usuarios ajustar de manera explícita ese modelo.

Así como existen diversos puntos de vistas para describir un Modelo del Usuario de un SHA, también se hallan diversos planteamientos en el momento de especificar los aspectos relacionados con el usuario, por ejemplo, de qué manera, en qué momento y cuáles son los datos que deben ser registrados y procesados. Este modelo se define de diferentes maneras, de acuerdo a los planteamientos de distintos autores (ver Tabla 4).

Para Brusilovsky (1996) éste se construye a partir de los objetivos o tareas a lograr, experiencias, preferencias y conocimientos de cada usuario en particular y se utiliza durante la interacción con el

estudiante con el fin de adaptarse a los requisitos específicos de cada uno. Gutiérrez y Pérez (2001) coinciden con estos aspectos, pero son más explícitos respecto a la interacción del usuario con el sistema, agregando dos más: el registro del recorrido a través de la información y el comportamiento del usuario frente al mismo. La información requerida para generar este modelo puede obtenerse a través de la aplicación de instrumentos de preguntas y respuestas o mediante el registro de la navegación que realiza el usuario cuando está utilizando el sistema. Kobsa et al. (2001) agregan tres aspectos más a los planteados por Brusilovsky (1996) que, a juicio de ellos, deben incluirse en este modelo. El primero, los datos personales que son datos objetivos, de gran utilidad para sistemas de comercio electrónico o *e-commerce*, pero no así para sistemas destinados a la enseñanza. El segundo, los intereses del usuario, a corto y largo plazo que pueden registrarse a través de opciones que le permiten al usuario marcar páginas o nodos de información, de manera de poder volver a ellos con facilidad. El tercero, los rasgos personales, entendidos como el conjunto de características que lo hacen único como persona; por ejemplo, rasgos de personalidad (introvertido/extravertido), estilos cognitivos y estilos de aprendizaje, que son de gran utilidad en los SHA desarrollados con fines educativos; en general estos rasgos característicos son más o menos estables, en el sentido que si varían, será en un período largo de tiempo.

Tabla 4

Modelo del Estudiante o Usuario

Modelo del Estudiante	Aspectos
(Brusilovsky, 1996)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Objetivos del usuario ▪ Experiencias en navegación ▪ Preferencias ▪ Conocimientos ▪ Experiencias previas
(Gutiérrez & Pérez, 2001)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preferencias ▪ Información sobre el usuario ▪ Objetivos, tareas o planes del usuario ▪ Conocimiento sobre el dominio del hipermedia ▪ Historia del recorrido por el hiperespacio ▪ Comportamiento del usuario frente al sistema
(Kobsa et al., 2001)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Datos personales ▪ Objetivos ▪ Conocimientos ▪ Destrezas y capacidades ▪ Intereses ▪ Rasgos: de personalidad, estilos de aprendizaje y factores cognitivos

Asimismo, existen autores que incluyen la interacción del usuario con el sistema como parte de este modelo (ver Tabla 5); otros la consideran de manera independiente a las características personales del usuario y la registran en un modelo aparte, en el Modelo de Interacción. Muchas veces las diferencias entre el Modelo del Estudiante y el Modelo de Interacción no están claramente delimitadas, y en ellos algunos aspectos se solapan entre sí. Por ejemplo, el Modelo del Usuario, como lo conciben Brusilovsky (1996) y Gutiérrez y Pérez (2001), incorpora la función de registrar cómo el usuario navega por la información, las páginas o nodos visitados; desde esta perspectiva la interacción del usuario con el sistema es considerada como parte de los datos que se registran en este modelo.

Tabla 5

Modelos del Estudiante o Usuario que incluye aspectos de interacción

Modelo del Estudiante	Aspectos relacionados con la interacción
(Brusilovsky, 1996)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preferencias
(Gutiérrez.& Pérez, 2001)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Historia del recorrido por el hiperespacio ▪ Comportamiento del usuario frente al sistema

Como el interés de este trabajo se centra en los SHA para el aprendizaje, los potenciales usuarios son alumnos, por lo que se denominará a este modelo, a partir de ahora, como Modelo del Estudiante.

• **Aspectos considerados en el Modelo del Estudiante**

Estos aspectos se han considerado aisladamente o de manera combinada en los Modelos del Estudiante de SHA. Los aspectos que serán descritos son únicamente los que pueden representar utilidad en sistemas destinados a favorecer distintos tipos de aprendizajes.

➤ **Conocimientos:** es una de las características más utilizadas para producir la adaptación de los SH. Se refiere al conocimiento que posee el estudiante en relación con los contenidos o temas representados en el sistema. La mayoría de las técnicas de presentación, tienen relación directa

con este aspecto, como fuente de la adaptación. Esto implica que el sistema debe reconocer, de manera dinámica, los cambios de estado del conocimiento del alumno y actualizar el modelo de acuerdo a ellos.

El Modelo del Dominio representa una estructura de los conceptos interrelacionados a través de ontologías³ o de una red semántica. Una forma de representar el nivel de conocimientos del estudiante es superponer los conocimientos de éste (Modelo de *Overlay*) al del Dominio (Brusilovsky, 1996; Brusilovsky, 2003). Para cada concepto representado en el Modelo de Dominio, el Modelo del Estudiante, construye una estructura similar a una tabla, donde se asigna y almacena un valor, que es una estimación del nivel de conocimiento que el usuario posee en ese momento, de un concepto específico; es una lista pares de “atributo – valor” (ver Tabla 6).

Tabla 6

Ejemplo de valores almacenados para un usuario (De Bra & Brusilovsky, 1998)

Ejemplo de Concepto	Conocimiento	Leído	Listo para ser leído
WWW	Aprendido	Falso	Falso
HTML	Bien aprendido	Verdadero	Verdadero
HTTP	No conocido	Falso	Verdadero

Esta forma presenta dificultades al inicio del proceso, en el sentido de poder obtener todos los datos a través, por ejemplo, de una entrevista. De Bra y Brusilovsky (1998) plantean las tres opciones más comunes utilizadas para representar el conocimiento de un alumno sobre un concepto (ver Tabla 7).

Un Modelo de Estudiante basado en estereotipos o alumnos “típicos” es otra forma empleada para representar el conocimiento de un usuario. Éste distingue varios estereotipos de usuarios. Para cada dimensión el sistema puede tener un conjunto de posibles estereotipos. Por ejemplo, un sistema puede utilizar dos dimensiones de clasificación y dos conjuntos de estereotipos. Una

³Es una conceptualización o modelo abstracto donde los conceptos y restricciones del modelo están definidos explícitamente; es formal en el sentido que puede ser procesada por sistemas computacionales y es compartida, pues representa un conocimiento consensuado (Martín, 2001).

dimensión para representar el conocimiento general del alumno y la otra para representar los conocimientos en relación con el Modelo de Dominio. Los estereotipos asociados pueden ser: novel, principiante, intermedio y experto. Esto significa que un estudiante puede ser clasificado como “intermedio” respecto de conocimientos generales, pero como “novel” con relación con los conocimientos del dominio. Éste también puede representarse como un conjunto de pares “estereotipo – valor”, donde el valor asociado no sólo puede ser “verdadero” o “falso”, lo que significa que el usuario pertenece o no pertenece a ese estereotipo, sino que también a valores probabilísticos, esto es, que representa la probabilidad de que el alumno pertenezca a ese estereotipo.

Tabla 7

Formas de representar el conocimiento de un estudiante (De Bra & Brusilovsky, 1998)

Modelo	Formas	Ejemplos del valor
Booleano o binario	Dos posibilidades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocido / No conocido
Discreto o cualitativo	Cantidad discreta de valores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Totalmente aprendido ▪ Bien aprendido ▪ Aprendido ▪ No aprendido
Continuo o cuantitativo	Rango de valores o porcentajes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intervalo entre [0,1] ▪ Porcentaje: 0% a 100%

➤ **Objetivos/Tareas:** es una característica que está relacionada directamente con el contexto de trabajo del estudiante en el sistema, teniendo relación con la respuesta a la pregunta ¿para qué se está utilizando el SH? (Gutiérrez & Pérez, 2001), es decir, el objetivo del alumno se refiere a las razones por las cuales éste utiliza el sistema y lo que desea lograr en su interacción con el mismo. En algunos sistemas se distinguen dos tipos de objetivos: **concretos** o de **ámbito local**, que son más específicos que la simple descripción del uso del sistema, y se refieren a las tareas concretas que realizará el discente (Gutiérrez & Pérez, 2001) y, **generales** o de **alto nivel**, que son más estables. Esto significa que los primeros son variables, en el sentido, que los objetivos concretos del estudiante, en la medida que éste va interactuando con el sistema, se van modificando frecuentemente, ya sea en sesiones distintas o en una misma sesión varias veces.

La forma de modelar el objetivo en curso del estudiante es similar a la superposición del modelado del conocimiento.

➤ **Rasgos individuales:** es el conjunto de características propias de un alumno, que de manera conjunta lo definen en su individualidad. Este grupo de peculiaridades incluye, por ejemplo, factores de personalidad, estilos cognitivos y estilos de aprendizaje. Estos rasgos, al igual que la procedencia, son características estables en un estudiante, en el sentido que no pueden cambiar totalmente o si cambian, será en un largo período de tiempo. La forma más común de obtener esta información es a partir de la aplicación de tests y no de una simple entrevista. Si bien es cierto que existe consenso en que estos rasgos deben ser considerados, no hay un acuerdo sobre cuáles pueden y deberían utilizarse o cómo usarse.

➤ **Procedencia:** incluye toda información relativa a las experiencias previas del alumno independientes del contexto del sistema. Se refiere específicamente a la actividad o profesión, experiencias en áreas relacionadas, lenguaje, puntos de vista y perspectiva. Gutiérrez y Pérez (2001) la describen como “Información sobre el usuario” e indican que puede ser relevante para la adaptación. Este aspecto es considerado en el Modelo del Estudiante, a través de estereotipos, tanto para escoger y aplicar técnicas de adaptación de contenidos, en algunos sistemas, como técnicas de apoyo a la navegación, en otros.

➤ **Experiencia en el hiperespacio:** está referida al grado de familiaridad que el alumno tiene con la estructura de los SH y su facilidad para recorrerlo. Muchos estudiantes tienen conocimientos sobre los contenidos del sistema, pero no saben desenvolverse efectivamente en el momento de recorrerlos; igualmente, hay alumnos que pueden navegar a través de la información hipermedia sin problemas, pero no tienen ningún conocimiento sobre los contenidos proporcionados en el sistema (Brusilovsky, 1996).

El apoyo, a estudiantes sin experiencia, a través de diferentes técnicas que facilitan la navegación o el recorrido de la información en ellos, especialmente los de gran tamaño, puede facilitar

enormemente el hecho de que no se sientan perdidos. El Modelo del Estudiante para escoger la(s) técnica(s) de adaptación de apoyo a la navegación se basa, al igual que para la característica de la procedencia, en el modelado de estereotipos.

➤ **Preferencias:** las preferencias de los estudiantes pueden ser absolutas o relativas, dependiendo del objetivo, el nodo en que se encuentren y el contexto. Esta característica, a diferencia de las anteriores, no puede ser deducida por el sistema, de manera que es el estudiante quién debe informar al sistema directamente o indirectamente, a través de una simple retroalimentación, de sus preferencias. Este tipo de información permite adaptar la presentación al gusto del alumno y, como es éste quién proporciona este tipo de datos, se dice que el sistema en este aspecto es adaptable, más que adaptativo (Gutiérrez & Pérez, 2001).

➤ **Destrezas y capacidades:** es posible que los alumnos sepan como realizar determinadas acciones, pero que no posean la capacidad para realizarla por algún tipo de discapacidad física. Existen SHA que consideran las limitaciones de personas con diversos tipos de discapacidad y recomiendan, de manera adaptativa, solamente aquellas acciones que un usuario, con dichas características concretas, está en condiciones de realizar (Kobsa et al., 2001).

El **Modelo de Interacción** registra las interacciones del usuario con el sistema y la frecuencia de las mismas. Kobsa et al. (2001) consideran algunos aspectos del Modelo del Estudiante como parte del Modelo de Interacción. Por ejemplo, las preferencias del alumno corresponden a un aspecto del Modelo de Interacción, como parte de las acciones selectivas que éste realiza a través de la activación de hiperenlaces y de la frecuencia con que los activa. Toppano (2002), a diferencia de Kobsa et al. (2001) que consideran otros modelos además del de Interacción, propone que las decisiones de adaptación se basen exclusivamente en este modelo (ver Tabla 8).

Los SHA que están basados de manera exclusiva en HTML sólo son capaces de registrar qué páginas y archivos han sido requeridos desde el servidor, los cuales incluyen un rastro o registro de la trayectoria de navegación para enlaces de un mismo sitio (Kobsa et al., 2001). Sistemas que

tienen un mayor control sobre la interacción, como los que utilizan *applets de java* (SUN Microsystems, 2006) pueden registrar una mayor gama de acciones realizadas por un estudiante, como la acción de seleccionar un hiperenlace y los movimientos que hace con el ratón (Kobsa et al., 2001). Este modelo también puede utilizarse como una fuente o recurso para la adaptación. En el caso de las preferencias, hábitos y niveles de conocimientos que se pueden obtener a través de ciertas regularidades manifestadas en la interacción del alumno con el sistema.

Tabla 8

Modelo de Interacción

Modelo de Interacción	Características
(Kobsa et al., 2001)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilización o interacción observable <ul style="list-style-type: none"> i. Acciones selectivas <ul style="list-style-type: none"> - Intereses - Poca familiaridad o Falta de costumbre - Preferencias ii. Tiempo de visualización iii. Clasificaciones iv. Acciones confirmatorias/no confirmatorias ▪ Regularidad en la utilización <ul style="list-style-type: none"> i. Frecuencia de utilización ii. Correlación entre situación y acción iii. Secuencia de acciones
(Toppano, 2002)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selecciona los eventos más óptimos a partir de: la navegación del estudiante por diversas situaciones dadas y de la secuencia de acciones que realiza (como la activación de hiperenlaces)

• **Aspectos considerados en el Modelo de Interacción**

➤ **Utilización o interacción observable:** existen diversas formas en las que un estudiante puede interactuar con un sistema. Los siguientes tipos de interacciones son de gran importancia para el desarrollo de SHA.

- Acciones selectivas: el tipo más frecuente de interacción en un SH es hacer clic sobre un enlace. Al realizar esta acción, el usuario escoge una opción en un nodo o página. Esta acción selectiva es un indicador para una gran variedad de tipos de datos del usuario (Kobsa et al., 2001).

Muchos sistemas utilizan las características de las acciones selectivas como indicadores de los intereses del usuario:

- *Intereses*: una forma de obtener esta información es a través del uso de barras de desplazamiento (*scrollings bars*) y operaciones de ampliación de objetos hipermedia, como operaciones de expansión de documentos, operaciones de control de vídeo o audio. Sin embargo, si el alumno no ha visto o entendido todas las opciones disponibles, o simplemente se ha mantenido inactivo, este indicador puede no ser tan confiable respecto de sus intereses. Pero, evidencian con una ganancia positiva solamente los intereses, no seguir un enlace cuando hay o existen otros presentes no es un indicador confiable que no tiene interés en esos otros ítems (Kobsa et al., 2001).
 - *Poca familiaridad*: Kobsa et al. (2001) plantean que las acciones selectivas también pueden utilizarse para reconocer la falta de familiaridad del estudiante con los ítems técnicos. Por ejemplo, existen sistemas que permiten al alumno, al hacer un clic en un enlace, obtener explicaciones sobre conceptos técnicos. Cuando el usuario realiza esta acción se presupone que no está familiarizado con ese ítem o concepto. En este caso las acciones selectivas conducen solamente a evidencia de tipo positiva, porque no seguir un determinado enlace explicatorio no es un indicador real de la familiaridad del discente con el ítem explicado. Más aún, este enlace podría ser escogido por otras razones como curiosidad, asegurarse que realmente lo entiende de manera íntegra, etc.
 - *Preferencias*: una manera especial de usar las acciones selectivas es presentar prototipos de objetos de interés potencial para el estudiante y de allí permitir que éste seleccione. La selección realizada por el alumno es tomada para inferir sus preferencias con respecto al tipo de objetos presentados (Kobsa et al., 2001).
- Tiempo de visualización: un indicador del eventual interés de un alumno es el tiempo que dedica a visualizar una página. Medir el tiempo efectivo de visualización es complejo, pues es casi imposible determinar si el estudiante ha estado frente a la pantalla del computador y mirando un ítem específico dentro de un lapso de tiempo. En ambientes de múltiples ventanas puede que un usuario ni siquiera perciba un ítem particular, porque la ventana está cubierta por otra, o un ítem

puede estar fuera del área visible de la ventana; en la mayoría de los casos el tiempo de visualización puede ser un mal indicador (Kobsa et al., 2001). Sin embargo, el tiempo de visualización puede servir como una evidencia negativa. Si el tiempo de presentación de una página hipermedia es menor a cierta tolerancia, entonces la información presentada en tal nodo no es de interés para ese estudiante. Determinar el tiempo de visualización de objetos hipermedia es relativamente fácil si éstos están sincronizados, como los archivos de vídeo o audio, y si la reacción del usuario se distingue inmediatamente después de la finalización de la sincronización. El hecho de que el alumno haya esperado hasta que termine la presentación también puede juzgarse como un indicador relativamente fuerte de que tiene interés en el objeto sincronizado.

- Clasificaciones: en diversos sistemas al usuario se le solicita valorar de manera explícita ciertos objetos (como documentos, noticias, productos). Estas valoraciones indican la relevancia o cómo de interesantes son estos objetos para un usuario, o cómo de relevantes e interesantes piensa el usuario que es para otros usuarios. Pueden aplicarse escalas de tipo binarias (por ejemplo, clasificar un objeto como “interesante”/“no interesante”) o escalas limitadas, con una cantidad discreta de valores numéricos o símbolos (valores enteros entre 0 y 5). Kobsa et al. (2001) plantean tres problemas con las clasificaciones. Un primer problema con las clasificaciones es que la relevancia de la información siempre es relativa, en relación con las necesidades de información del estudiante, porque éstas son cambiantes. Un segundo problema, es que en entornos de información los juicios sobre la relevancia de ítems individuales son típicamente asumidos como independientes cuando de hecho no lo son. Un tercer problema es que los usuarios de ordenadores son conocidos por no suministrar muchas clasificaciones, especialmente las de carácter o tipo negativo.

- Acciones confirmatorias /no confirmatorias: es interesante controlar si el estudiante efectúa otros tipos de procesamientos como guardar documentos, imprimir documentos, marcar una página web en favoritos, entre otros.

➤ **Regularidad en la utilización:** el procesamiento de este tipo de datos es necesario para adquirir información relativa a las preferencias de los usuarios, hábitos y niveles de destrezas (Kobsa et al., 2001).

- Frecuencia de utilización: una de las formas más obvias de obtener datos sobre las costumbres de un alumno es categorizar eventos y contar sus frecuencias.
- Correlación entre situación y acción: son sugerencias basadas en estadísticas que expresan correlaciones generalizadas entre situaciones previas y cómo el usuario procede.
- Secuencia de acciones: las secuencias de acciones se analizan en su mayoría para recomendar la generación de macros para secuencias de acciones frecuentemente utilizadas; predecir acciones futuras del estudiante, basándose en acciones realizadas anteriormente y para recomendar macros basándose en secuencias de acciones frecuentes de otros alumnos.

El **Modelo del Dominio** define la estructura de los contenidos y las relaciones conceptuales. La adaptación que provee un SH debe fundamentarse en más de un único modelo. Prácticamente todos los autores coinciden en al menos dos modelos necesarios para producir la adaptación en este tipo de sistemas, el Modelo de Estudiante y el Modelo del Dominio (Eklund & Sinclair, 2000).

El Modelo del Dominio (ver Tabla 9) según Gutiérrez y Pérez (2001) representa los contenidos del SHA que recorrerá el estudiante al interactuar con él; tiene la particularidad de describir cómo se estructura la información y cuáles son las relaciones que se establecen en un nivel conceptual. De Bra et al. (1999b) distinguen, además, distintos tipos de conceptos y relaciones que se establecen entre ellos, en esta red semántica. Buendía y Díaz (2002) consideran claramente en éste una componente didáctica para el diseño de sistemas instruccionales, que De Bra et al. (1999b) la consideran de forma independiente en un modelo aparte, el Modelo de Enseñanza.

De Bra (1999) concibe el Modelo del Dominio como aquél que describe la estructura conceptual de la información, donde a cada nodo de la red semántica se asocian el(los) documento(s) que serán mostrados a los usuarios de acuerdo a la información que proporcione el Modelo de Estudiante y el Modelo de Adaptación.

Tabla 9

Modelo del Dominio

Modelo del Dominio	Características
(De Bra et al., 1999b)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Define la estructura del sistema estableciendo relaciones entre los conceptos a través de una red semántica <ol style="list-style-type: none"> i. Conceptos atómicos ii. Páginas iii. Conceptos compuestos ▪ Tipos de relaciones entre conceptos <ol style="list-style-type: none"> i. Enlaces ii. Relación de prerrequisito iii. Relación de inhibición
(Gutiérrez & Pérez, 2001)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Información inherente del dominio que se representa ▪ Información general adicional
(Buendía & Díaz, 2002)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Describe cómo los contenidos de la aplicación están estructurados, basados en un modelo didáctico <ol style="list-style-type: none"> i. Objetos instruccionales ii. Estructuras didácticas: incluye información didáctica utilizada para enseñar contenidos específicos: Tareas instruccionales y Escenarios de aprendizaje

• **Aspectos considerados en el Modelo del Dominio**

Se distinguen dos tipos de componentes: los conceptos y las relaciones conceptuales. Los conceptos o fragmentos atómicos, páginas, conceptos compuestos (ver Figura 6) y las relaciones conceptuales, en conjunto, forman el Modelo del Dominio de un SHA (Wu, de Kort & De Bra, 2001).

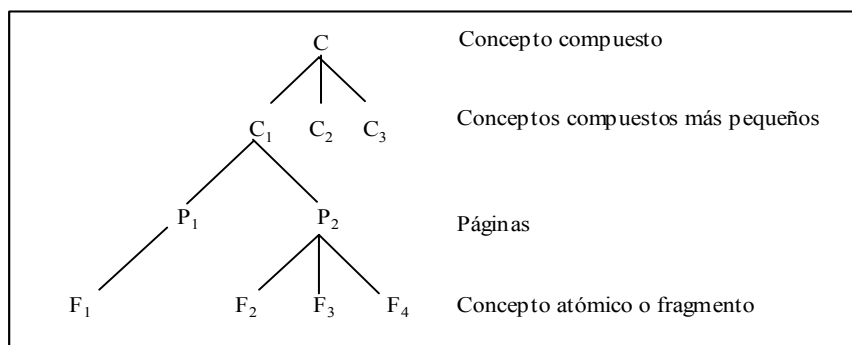


Figura 6. Modelo de Dominio: Jerarquía de conceptos (Wu et al., 2001)

➤ Categorías de conceptos

- Concepto o fragmento atómico: son las unidades más pequeñas de información y están en el nivel más bajo, son fragmentos de información no susceptibles de ser modificados por el sistema (Wu et al., 2001). Éstos corresponden a un párrafo de texto, una imagen, un vídeo, etc.; no obstante para un SHA no es de interés la estructura interna de un fragmento. Un concepto atómico no puede contenerse a sí mismo, tanto de forma directa como indirecta, pero siempre está incluido en algún concepto compuesto.
- Página: es un conjunto formado exclusivamente por conceptos atómicos o fragmentos estructurados de acuerdo a una secuencia que ordena la presentación de ellos. Los fragmentos están condicionalmente incluidos en la presentación dependiendo de la adaptación realizada por el sistema. Una página sólo puede contener fragmentos y un mismo fragmento o concepto atómico puede estar incluido en más de una página (Wu et al., 2001).
- Concepto compuesto: un concepto compuesto es un conjunto de otros conceptos compuestos y/o páginas estructuradas de alguna manera. Éstos tienen dos atributos especiales: una secuencia de conceptos menores y una función constructora que indica cómo éstos se relacionan entre sí. Un concepto compuesto, entonces, puede contener otros conceptos compuestos o páginas, pero no conceptos atómicos (Wu et al., 2001).

➤ **Tipos de relaciones entre conceptos:** cuando se diseña un SHA, se define en el Modelo del Dominio los tipos de relaciones que se quiere establecer entre los diferentes tipos de conceptos y cómo serán utilizadas. Una relación entre conceptos es un objeto, con un identificador único y pares atributo-valor, que vincula una secuencia de dos o más conceptos (Wu et al., 2001).

De Bra y Brusilovsky (1998) establecen los siguientes tipos de relaciones entre conceptos: enlaces, prerequisites e inhibidor, indicando a la vez que pueden existir muchas más.

- Enlaces: es la forma más común de relación entre dos elementos. Los enlaces se caracterizan por tener al menos un elemento de origen y uno de destino. Un enlace conduce desde un concepto a otro concepto específico, a través de un enlace hipertextual.

- Prerequisite: son utilizados como un mecanismo de ordenación parcial para ayudar al usuario en la selección de una trayectoria significativa a través de la información en un SHA. Cuando un concepto A es prerequisite de B significa que el usuario debería visitar primero las páginas sobre A antes que las de B. No obstante, esto no quiere decir que debería existir un enlace desde A hacia B. Cuando A es prerequisite de B el sistema utilizará la adaptación de enlaces para guiar al usuario hacia A antes de mostrar o enfatizar un camino hacia B. La idea en general es que un usuario debería leer o aprender sobre otro(s) concepto(s) antes de comenzar con otro(s). Hübscher (2001) diferencia claramente dos tipos de prerequisites utilizados.

- *Prerequisites como mecanismos de ordenación $P_1 \rightarrow P_2$:* son los que establecen de manera parcial la secuencia en que deberían recorrerse las páginas. Si la página P_2 tiene como prerequisite la página P_1 , entonces P_1 debe visitarse antes que P_2 . Al mismo tiempo, dependiendo de los objetivos del SHA, en el diseño pueden establecerse relaciones lógicas entre páginas. El usuario, por ejemplo, tiene que visitar ambas páginas P_1 y P_2 para posteriormente ir a la página P_3 . Otra forma es que éste debe visitar cualquiera de las dos páginas P_1 o P_2 de manera previa a la página P_3 . Wu et al. (2001) plantean que cuando diferentes prerequisites están combinados usando el operador lógico “y” significa que

todos los prerrequisitos para un concepto deben satisfacer la condición, de manera de que pueda ser considerado apto. Para otros tipos de prerrequisitos la combinación también puede ser a través del uso del conector lógico “o”, donde al menos una de las condiciones debe cumplirse o ser satisfecha. Combinaciones de requisitos de relaciones de distintos tipos teniendo un mismo destino, siempre son combinadas con “y”.

- *Prerrequisitos pedagógicos* $A \Rightarrow B$: en un contexto educativo el concepto de prerrequisito es utilizado con un sentido pedagógico. En este caso, si el concepto **A** es requerido para comprender el concepto **B**, entonces **A** es denominado como un prerrequisito pedagógico de **B**. Bajo algunas circunstancias los prerrequisitos pedagógicos pueden transformarse de forma directa en prerrequisitos de ordenación, es decir, $A \Rightarrow B$ entonces $A \rightarrow B$, pero existen otras situaciones en las que no es así. Por ejemplo, ciertas metodologías de enseñanza como la de Aprendizaje Basado en Problemas, utilizadas en ciertas áreas del conocimiento, requieren otro tipo de ordenación, en que los propios estudiantes descubran por sí mismos la necesidad de aprender ciertos conceptos para comprender otros, es decir, siguiendo esta metodología, el prerrequisito pedagógico $A \Rightarrow B$ es transformado en el prerrequisito de orden $B \rightarrow A$.

Hübscher (2001) aclara que, por definición, un prerrequisito que no es necesario no es un prerrequisito. No obstante existen diferentes niveles de entendimiento en relación con un concepto que es útil considerar. Un concepto puede ser utilizado de maneras diferentes, ya sea para recordarlo, para usarlo o para entenderlo. Para recordarlo, significa que no es necesario que lo aprenda, sólo que sea consciente de su existencia. Para usarlo, significa que sea capaz de aplicarlo en situaciones normales, sin necesidad de entender los principios esenciales del mismo. Para entenderlo, requiere comprender los principios fundamentales del mismo y ser capaz de aplicarlo en situaciones nuevas y diferentes.

- Inhibidor: una vez que el estudiante ha leído o aprendido algún(os) concepto(s), otros conceptos se convierten en irrelevantes, de forma que el sistema sugiere al alumno no visitar o no volver a esas páginas.

De Bra, Aerts y Rousseau (2002) definen algunas propiedades de los tipos de relaciones conceptuales:

- Propiedades:

- *Las relaciones son todas de carácter binario:* es factible utilizar dos o más relaciones con el mismo destino, para indicar que distintas páginas contribuyen al conocimiento de un concepto, expuesto de otra manera, que varias páginas son prerequisites de un único concepto.
- *Las relaciones entre conceptos pueden tener un valor opcional asociado a ellas:* para el conocimiento esto indica cuánto de un conocimiento original contribuye al conocimiento del concepto de destino. Para los prerequisites indica cuánto conocimiento del concepto de origen se requiere antes de que el concepto siguiente sea llegado a ser considerado como apto (ver Figura 7).

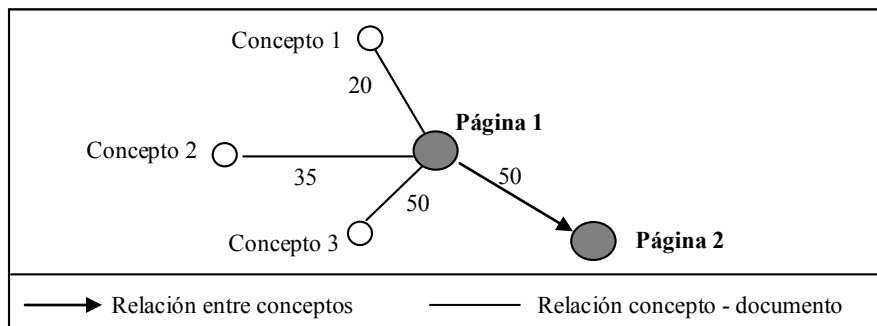


Figura 7. Relaciones entre conceptos con valores (De Bra et al., 2002)

En la Figura 8 está representada una estructura conceptual con los tres tipos de relaciones descritos anteriormente.

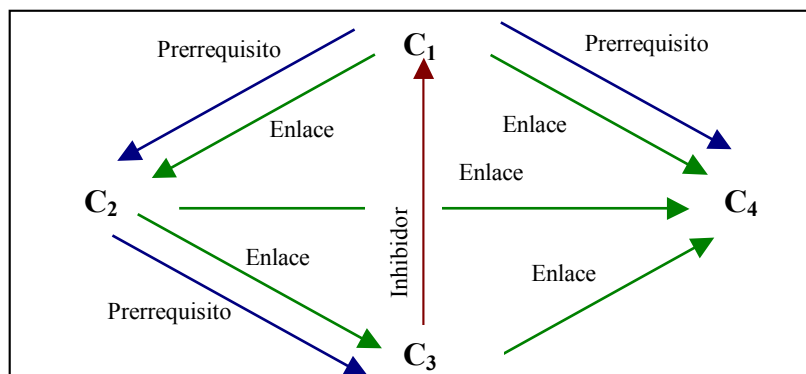


Figura 8. Ejemplo de una estructura conceptual y sus relaciones (Wu et al., 2001)

El **Modelo del Entorno** se construye para responder a las características del *software*, *hardware* y localización del usuario virtual (Kobsa et al., 2001), (ver Tabla 10). Gutiérrez y Pérez (2001) plantean que el sistema puede adaptarse, a partir de estos datos, al soporte físico que esté usando el usuario en un momento determinado.

Tabla 10

Modelo del Entorno o Ambiente Físico

Modelo del Entorno	Características
(Kobsa et al., 2001)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Software</i> <ul style="list-style-type: none"> i. Tipo y versión del navegador y/o sistema operativo ii. Disponibilidad de <i>Plug-ins</i> iii. Disponibilidad para Java o JavaScripts (páginas dinámicas, páginas interactivas) ▪ <i>Hardware</i> <ul style="list-style-type: none"> i. Tipo de conexión a la red ii. Velocidad del procesador iii. Dispositivos de despliegue iv. Dispositivos de entrada ▪ Ubicación <ul style="list-style-type: none"> i. Ubicación geográfica del usuario ii. Características de uso local
(Gutiérrez & Pérez, 2001)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Información que permite regular la funcionalidad multimedia que utiliza el usuario

En los SHA no sólo la información relacionada con el usuario y los contenidos del SH es prioritaria. Los nuevos sistemas, para refinar el proceso de adaptación, consideran también variables del contexto del usuario. Existe diversa información relativa al entorno que puede ser utilizada para producir mejores adaptaciones. Gutiérrez y Pérez (2001) plantean que el entorno contiene información útil para modelar la funcionalidad multimedia que está usando un usuario específico, de manera que el sistema pueda adaptarse a las características del soporte físico que éste utilice. Medina et al. (2002a) consideran que este tipo de información permite refinar el proceso de adaptación al considerar, además de las características del usuario las de su propio entorno.

- **Aspectos considerados en el Modelo del Entorno**

Kobsa et al. (2001) detallan este modelo, dividiéndolo en entornos de *Software*, *Hardware* y Ubicación. En el mismo sentido, Kappel, Pröll, Retschitzegger y Schwinger (2003) también consideran esas características y algunas más en relación con el contexto para aplicaciones personalizadas y ubicuas de web.

➤ **Software:** las antiguas versiones de navegadores para páginas web tienen capacidades bastante limitadas, impidiendo a aquellos usuarios que no utilizan versiones actualizadas, visualizar e interactuar de manera efectiva con todas las funciones potenciales del sistema elaborado. La siguiente información es de particular interés para los diferentes entornos de *software* de los usuarios. Para Kappel et al. (2003) la información de los dispositivos que el usuario utiliza para acceder al sistema es necesaria e incluye, además de la aplicación, el tipo de *hardware*.

- Tipo de versión del navegador y/o sistema operativo: los distintos navegadores y sus respectivas versiones difieren en la gama de características que soportan. La gran variedad de versiones que son utilizadas es un aspecto de importancia para tener en cuenta, especialmente si el sistema diseñado está basado en web y está dirigido a una audiencia global masiva. Los usuarios, normalmente, son lentos en actualizar sus versiones de navegadores, por lo que la determinación de un conjunto mínimo de capacidades y una valoración de qué versiones alternativas son necesarias para la presentación, se torna cada vez más importante (Kobsa et al., 2001). En el desarrollo de *software* hipermedia, es importante también tomar en cuenta los posibles sistemas operativos en los que éste podrá ser utilizado, como es el caso de Mac OS, GNU/Linux o las diferentes versiones de Windows.

- Disponibilidad de *Plug-ins*: los sistemas o sitios que quieren entregar contenidos en formato multimedia requieren tener en cuenta si el usuario posee los *plug-ins* apropiados, es decir, si están disponibles en su versión de navegador. Si éste no es el caso y el usuario no está dispuesto a instalarlos, el sistema tiene que estar desarrollado de manera de tener la precaución de que el sitio web todavía puede ser igual de útil para ese usuario específico respecto a su funcionalidad.

- Disponibilidad para Java o Javascripts: una *Java Virtual Machine*⁴ (JVM) para reproducir *Java Applets* está incluida en la mayoría de las últimas versiones de navegadores. Los *applets* son a menudo utilizados para permitir un alto grado de interacción con el sitio Web, sin embargo, no todas las versiones de Java tienen las mismas capacidades. Más aún, es posible que muchos de los usuarios tengan Java inutilizado. Esto implica que los desarrolladores deben tomar en cuenta esta posibilidad, de manera de que no se conviertan en inutilizables sin Java y JavaScripts.

➤ **Hardware**

- Ancho de Banda: la conexión de los usuarios a la red Internet puede hacerse a través de diferentes vías, esto es, por módem telefónico, RSDI (Red Digital de Servicios Integrados), cable coaxial, conexión satelital y DSL (*Digital Subscriber Line* o Línea del Subscriptor Digital), que difieren básicamente en la velocidad de transmisión de datos, en rangos que varían desde una recepción de 56 Kbps hasta 8Mbps. Esto afecta principalmente al acceso del tipo de información, como por ejemplo, desde tipo textual hasta multimedia en tiempo real. Un factor importante en relación con esto es el tiempo de descarga de una página, que tiene relación inversamente proporcional con el grado de satisfacción del usuario, esto es, a menor tiempo de descarga, mayor grado de satisfacción. Kappel et al. (2003) y Kobsa et al. (2001) consideran la información del tipo de conexión y sus características, esencial para permitir la adaptación basada en una red de comunicación.
- Velocidad de procesamiento: muchos usuarios acceden a través de ordenadores que no han sido renovados en los últimos años, y a pesar que pueda tener una conexión a Internet con un gran ancho de banda, en muchos ordenadores personales los procesadores no son tan rápidos y,

⁴ La máquina virtual de Java es un programa ejecutable en una plataforma específica, capaz de interpretar y ejecutar instrucciones expresadas en un código binario especial, que es generado por el compilador del lenguaje Java (SUN Microsystems, 2006).

además, tienen limitaciones de memoria, lo que impide, muchas veces, la visualización de páginas web con gran cantidad de imágenes.

- Dispositivos de despliegue: entre los computadores de tipo estándar pueden existir diferencias entre el tamaño de las pantallas y la resolución de las mismas. Si se optimiza el despliegue para una cierta resolución específica puede convertirse en un problema de visualización para aquellos dispositivos de despliegue con otra resolución.
 - Dispositivos de entrada: los dispositivos no tradicionales, como teléfonos móviles, proporcionan un conjunto limitado de teclas para la interacción, restringiendo los datos de entrada a sólo aquéllos de carácter textual, como es el caso de éstos dispositivos con tecnología WAP (*Wireless Application Protocol*), que permiten el acceso a páginas web (International Engineering Consortium, 2005). Cuando se utilizan estos modernos dispositivos de entrada, que además son muy pequeños, el grado de dificultad es mayor para proveer entradas a sitios web interactivos, porque el área para seleccionar un elemento de navegación es muy limitada.
- **Ubicación:** es la información relacionada con las características de uso local puede ser utilizada para adaptar los formatos de presentación y medios, y hacer recomendaciones basadas en el conocimiento geográfico y observaciones anteriores relativas a regularidades de los usuarios (Kappel et al., 2003; Kobsa et al. 2001).

El **Modelo de Enseñanza o Modelo de Adaptación** establece las estrategias de adaptación basándose en el modelo de usuario y el modelo de dominio. De Bra et al (1999b) proponen un modelo para el desarrollo de los SHA, basándose en el modelo de Dexter⁵ para sistemas hipertextuales como referencia. Incluyen otro modelo, además del Estudiante y del Dominio, denominado Modelo de Enseñanza (Tabla 11). Este último, establece y regula, de acuerdo a los

⁵ El modelo de Dexter divide un sistema hipertexto en tres capas: la primera, capa de ejecución, la intermedia, capa de almacenamiento y la última, capa del componente. El modelo está centrado en la capa de almacenamiento que modela la estructura de nodos y enlaces (Halasz & Schwartz, 1994).

dos modelos anteriores, la forma de adaptación que realizará el sistema. Es decir, el Modelo de Enseñanza tiene, desde una perspectiva pedagógica, el rol más importante, que es el de describir cómo la adaptación debería realizarse. Esto incluye la adaptación de la presentación de contenidos y de la navegación, la utilización de recursos multimedia y la actualización del Modelo del Estudiante (De Bra et al, 1999b).

Tabla 11

Modelo de Enseñanza o de Adaptación

Modelo de Enseñanza	Características
(De Bra et al., 1999b)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reglas pedagógicas que establecen cómo combinar los modelos del Estudiante y del Dominio para realizar la adaptación

Este último modelo está compuesto por un conjunto de reglas, generales y específicas, que proporcionan formas para realizar la adaptación, basándose en la conexión del Modelo del Dominio y el Modelo del Estudiante y las especificaciones de la presentación que será generada. Esto significa que se seleccionará el tipo de adaptación requerida para ese alumno particular estableciendo, de acuerdo a la categoría asignada, qué contenidos y actividades de aprendizaje y, también, en qué forma y secuencia le serán proporcionadas en función de su desempeño y características.

• **Aspectos considerados en el Modelo de Enseñanza**

Reglas: Wu et al. (2001) diferencian las reglas generales y específicas. Una regla general de adaptación es una regla en la que se utilizan variables para representar conceptos y relaciones entre conceptos. Una regla específica, en cambio, usa conceptos concretos del modelo del Dominio en vez de variables y deben ser definidas por el(los) autor(es) del sistema.

De Bra y Brusilovsky (1998) mencionan algunas de estas reglas:

Cuando existe una relación de enlace desde un concepto A a un concepto B debe existir un enlace hipertexto en A para llegar directamente a B.

- Cuando A es un prerrequisito para B entonces los enlaces a B no son deseables hasta que un conocimiento suficiente de A sea adquirido.
 - Cuando una página deseable es leída, el alumno adquiere un mayor conocimiento que cuando se lee una página no recomendada.
- **Tipos de reglas:** Wu et al. (2000) dividen estas reglas en cuatro grupos, las que se ejecutan:
- Para **inicializar** el Modelo de Estudiante.
 - **Antes** de la presentación de la siguiente página y se utilizan para:
 - Definir qué página desplegar.
 - Seleccionar y ordenar los fragmentos que serán desplegados.
 - Seleccionar cómo presentar los enlaces a los diferentes conceptos.
 - Para **generar** la adaptación:
 - **Después** de la presentación de la siguiente página, que se emplean para volver a actualizar el Modelo de Estudiante.

Un experto en el dominio específico define el orden entre los elementos conceptuales. El alumno tiene cierto grado de libertad en la navegación y a medida que recorre la información irá construyendo su propia red cognitiva, pero dentro de los límites de precedencia definidos entre los conceptos (Eklund & Woo, 1998).

Los distintos modelos expuestos han sido definidos de maneras diversas por los diferentes autores, considerando una gran variedad de aspectos y variables y un mayor o menor grado de detalle. Los tres modelos básicos necesarios y de mayor relevancia para diseñar un SHA para el aprendizaje son el Modelo del Estudiante, el Modelo del Dominio y el Modelo de Enseñanza o de Adaptación (Prieto, Gros & García, 2003). Los otros modelos, el de interacción y el del entorno, son modelos que pueden o no estar incluidos en un SHA, dependiendo del tipo de sistema que se quiera desarrollar y a qué se desee que se adapte. Por ejemplo, el Modelo del Entorno puede ser de gran

utilidad para SHA destinados al comercio electrónico, pues considera aspectos que permiten proporcionar a usuarios de variadas procedencias, de intereses muy diversos, con equipos y aplicaciones computacionales disímiles, sistemas ajustados a sus distintas necesidades. El Modelo de Interacción puede ser parte del modelo del estudiante y no un modelo aparte, como lo consideran Brusilovsky (1996) y Gutiérrez y Pérez (2001), al tomar en cuenta las preferencias que el alumno demuestra durante la interacción con el sistema. En el caso del Modelo del Dominio, De Bra et al. (1999b) realizan, a diferencia de los demás autores, una definición muy clara y útil, pues detalla todos los tipos de conceptos y de enlaces utilizados en las relaciones entre ellos, facilitando el proceso de diseño. Desde la perspectiva de los SHA para el aprendizaje el modelo más importante, desde un punto de vista didáctico, es el modelo de enseñanza o de adaptación, pues es el que define las reglas de adaptación o diferentes estrategias de enseñanza en función de las particularidades de los alumnos y del modelo de dominio. Finalmente, el modelo del estudiante incluye una amplia gama de características personales que pueden ser modeladas, ya sea de manera exclusiva o conjunta; de acuerdo al objetivo de esta investigación la definición de Kobsa et al. (2001) es la que representa mayor utilidad al incluir los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos como rasgos a considerar para realizar la adaptación de los potenciales usuarios de un SHA.

2.3.3 Métodos y Técnicas de Adaptación

Los métodos de adaptación empleados en los SHA están basados en una idea clara de adaptación existente, que se representa en un nivel conceptual. Éstos se definen como generalizaciones de técnicas de adaptación (De Bra et al., 199b). En cambio una técnica es un procedimiento para permitir que los SH se adapten a los usuarios que acceden a los mismos; es un modo de implementar un método específico de adaptación, es una forma concreta de representar el conocimiento y un algoritmo de adaptación (Brusilovsky, 1996). Un mismo método de adaptación puede ser utilizado mediante la aplicación de diferentes técnicas y, a la vez, es posible utilizar una misma técnica para implementar diferentes métodos (De Bra et al., 1999b).

Koch (2001) señala que los diferentes métodos y técnicas de adaptación permiten el ajuste de los SH en tres niveles o clases diferentes:

- Contenidos.
- Navegación.
- Presentación.

La adaptación de los **contenidos** consiste en seleccionar partes de información, como diferentes textos, imágenes, vídeos, animaciones, etc., para presentarla a un usuario.

La adaptación de las opciones de **navegación** radica en alterar la apariencia, orden y cantidad de hiperenlaces que son presentados a un usuario específico.

Para adaptar la **presentación** el sistema selecciona diferentes elementos de la interfaz para el usuario, como diferentes tipos de medios, colores, tamaños de imágenes, tamaños de caracteres y estilos.

Los SHA, explica Koch (2001), ajustan la información presentada de acuerdo a características del usuario tales como, sus preferencias, conocimientos o intereses. Este proceso de adaptación puede incluir diversos cambios, como la selección de algunas partes de información o algún tipo de dirección, por ejemplo, mediante la remoción de enlaces. Estos ajustes dependerán de lo que el sistema considere apropiado para el nivel de conocimientos y otras características del usuario, en un momento específico. Un SHA puede adaptar, por ejemplo, la ayuda, los mensajes de error, el formato, los mecanismos de búsqueda, las tareas, los dispositivos de entrada, el estilo de comunicación, los contenidos, etc.

• **Métodos de Adaptación de Contenidos**

Brusilovsky (2001) plantea que la adaptación de contenidos está referida específicamente al ajuste de:

- Textos.
- Multimedia y modalidad.

Para ello se emplean diferentes métodos a través de los cuales se realiza la adaptación de los distintos tipos de contenidos de un SH a los que accede un usuario específico, que se concretan a través de diferentes técnicas (ver Figura 9).

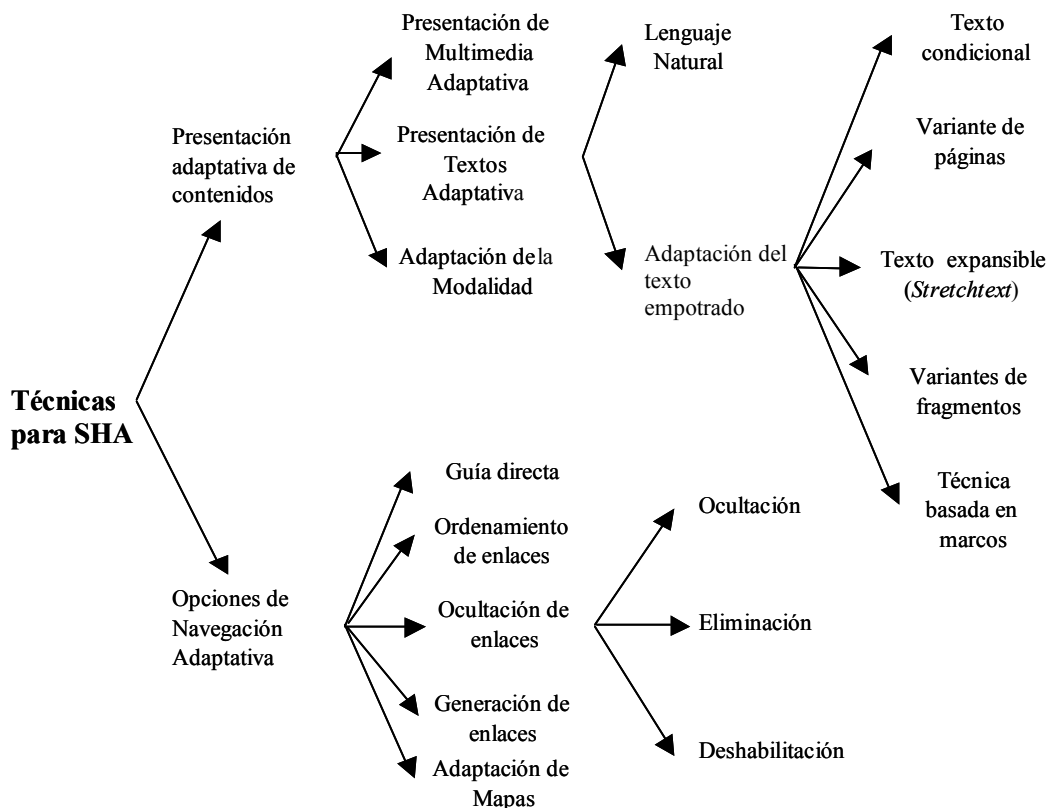


Figura 9. Taxonomía de técnicas para SHA (Brusilovsky, 2001)

El método o la combinación de métodos de adaptación utilizados tomarán en cuenta las características del usuario, definidas, registradas y procesadas en el Modelo del Estudiante (De Bra, Brusilovsky, Houben, 1999a). Esto se refleja en que usuarios distintos, con datos diferentes en el modelo del estudiante, obtienen distintos contenidos para una misma página. El objetivo es proporcionar diferente información a usuarios con diversos estilos para percibir y procesar la información, conocimientos, objetivos y/o experiencias previas, entregando material adicional a algunas categorías de alumnos, ya sea insertando, eliminando, inhibiendo u ordenando parte del contenido de las páginas.

Los métodos de ajuste de **textos** son:

➤ **Explicaciones Adicionales, Previas y Comparativas o Texto Condicional**

- Explicaciones Adicionales: el objetivo es insertar u ocultar parte de la información relacionada con un concepto específico que sea considerada o no como relevante para un usuario concreto. Esto se determina en función del nivel de conocimientos que posee sobre el concepto registrado en el Modelo del Estudiante (Brusilovsky, 1996). Esto consiste en que un usuario con pocos conocimientos sobre un concepto requerirá de una explicación básica, por lo que la información detallada puede ser ocultada para usuarios con bajo nivel de conocimientos del concepto presentado, puesto que no requerirían ese grado de detalle inicialmente, además de que puede resultarles abrumadora. Al mismo tiempo, explicaciones adicionales, usualmente requeridas por usuarios inexpertos para entender un concepto pueden ser ocultadas para usuarios con un buen nivel de conocimientos del concepto, porque ya no necesitarán de este tipo de aclaraciones. Sin embargo, información más completa y detallada puede ser de gran utilidad para usuarios con mayores niveles de conocimientos. Solamente a algunas categorías de usuario se les permitirá acceder a información adicional, especialmente diseñadas para éstas, además de la información básica que pueden ser compartidas por otros usuarios.

- Explicaciones Previas: Brusilovsky (1996) plantea que este método tiene como objetivo proporcionar, de manera previa a la explicación de un concepto, definiciones de otros conceptos considerados como prerrequisitos, exclusivamente a aquellos usuarios que no los han asimilado suficientemente y, por tanto, no poseen un buen nivel de dominio de los mismos.

- Explicaciones Comparativas: consiste en incorporar explicaciones entre el concepto que se presenta al estudiante y otros conceptos similares o relacionados que se han expuestos previamente. Si un concepto similar al concepto que está siendo presentado es conocido, el

estudiante obtiene una explicación comparativa, donde se marcan las diferencias y similitudes entre los conceptos y la relación existente entre ellos (Brusilovsky, 1996).

➤ **Variantes de Explicaciones:** este método consiste en mostrar u ocultar parte del contenido no siempre es suficiente para la adaptación de SH, esto es, porque usuarios diferentes pueden necesitar esencialmente diferente información. Este método consiste en almacenar diversas variantes de contenidos para algunas partes de un mismo documento, el alumno obtendrá la variante que le corresponda a su Modelo de Estudiante.

➤ **Ordenamiento:** este método considera tanto las experiencias previas como el nivel de conocimientos del usuario. Ordena los fragmentos de información sobre un concepto determinado de manera que la información será presentada en relación con la relevancia para un usuario específico.

Kobsa et al. (2001) explican que la adaptación en los SH relativa a las presentaciones **multimedia** y **modalidad** consiste en modificar, no el contenido como en el caso de los textos, sino el formato y la disposición de los objetos. Esta forma de adaptación está normalmente basada en las preferencias del usuario, registradas en el Modelo del Estudiante.

Por otra parte, Bailey, Hall, Millard y Weal (2002), desde el punto de vista de la estructura de un sistema, plantean que muchas de las técnicas de “Presentación de Textos Adaptativa” descritas en la taxonomía (ver Figura 9) igualmente pueden aplicarse a una gran variedad de otros medios que corresponderían a la clase “Presentación de Multimedia Adaptativa”. Más aún, sugieren que ambas categorías pueden ser combinadas y renombradas en una sola: “Presentación de Multimedia Adaptativa”.

La adaptación de la modalidad es una tecnología de alto nivel para la adaptación de contenidos. Brusilovsky (2001) concibe a los nuevos SHA como sistemas que puedan tener diferentes opciones de medios para presentar una misma información al usuario. Esto significa que además

del formato de texto, también puede utilizarse información en formato de música, vídeo, voz, etc. Muchas veces diferentes porciones de información mediática presentan un mismo contenido y, por tanto, el sistema puede escoger el que sea más relevante para el usuario en un nodo determinado. En otros casos, éstos pueden ser usados simultáneamente, permitiendo así al sistema escoger el conjunto más relevante de ítems multimedia. Kobsa et al. (2001) explican que el cambio de modalidad corresponde a modificar la forma de la presentación, es la adaptación del tipo de formato de información, por ejemplo, de texto a audio, de vídeo a imágenes estáticas, de imágenes a texto, etc.

Se pueden identificar diversos métodos para adaptar la modalidad de la presentación, sobre la base de las preferencias, estilos cognitivos, estilo de aprendizaje y contexto de trabajo, en diversos tipos de SH.

Bailey et al. (2002) encuentran una gran similitud entre la Adaptación de la Modalidad y la Técnica basada en marcos u Ordenación de Fragmentos. Explican que estas dos técnicas son funcionalmente idénticas, si se considera que los fragmentos pueden contener diferentes representaciones multimedia de un mismo tipo de contenidos. En dichos casos, escoger el mejor formato de información o tipo de medio a desplegar (Adaptación de la Modalidad) es también un proceso de selección de uno dentro de un conjunto de fragmentos.

- **Técnicas de Adaptación para la presentación de Contenidos**

- **Alteración de Fragmentos:** esta técnica consiste, primero, en dividir toda la información disponible sobre un concepto en varias componentes. Luego cada porción de texto se asocia con una condición del nivel de conocimiento de un alumno, representado en el Modelo de Estudiante, esto es, a qué tipo de estudiante debe mostrársele un determinado fragmento (Brusilovsky, 1996). Cuando se presenta la información sobre un concepto, el sistema hace visible sólo una parte, la correspondiente al nivel de usuario apropiado, donde la condición tiene el valor de “verdadera”,

por lo tanto, usuarios expertos y noveles visualizarán diferentes trozos de contenidos sobre un mismo concepto (ver Figura 10).

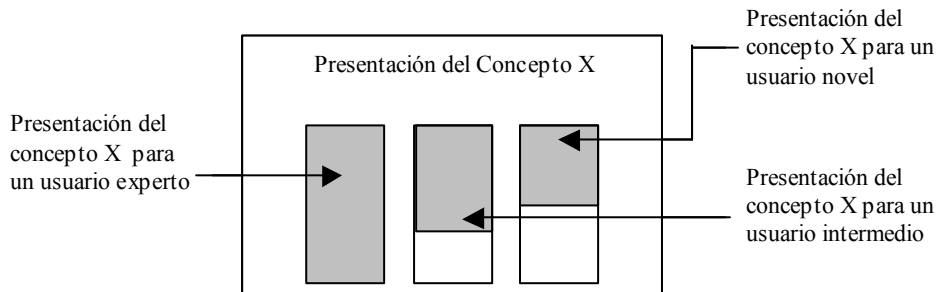


Figura 10. Ejemplo de Alteración de Fragmentos

En general, un usuario clasificado como experto obtendrá mayor cantidad de información que uno que esté en una categoría inferior; sin embargo, esto no siempre es así para todos los tipos de SHA. Por ejemplo, en el caso de un SHA educativo es probable que un usuario inexperto requiera mayor información que uno que posea más experiencia. Esta técnica puede utilizarse de manera efectiva para disponer presentaciones de acuerdo al nivel de conocimiento de un estudiante concreto. Es de nivel menor y requiere de programación para establecer las condiciones requeridas, pero al mismo tiempo es bastante flexible.

➤ **Variantes de Páginas/Fragmentos e Inserción/Remoción de Fragmentos:** estas son las técnicas más simples de adaptación y permiten, ambas, implementar el Método de Variantes de Explicaciones. En el caso de las variantes de páginas, el sistema, al igual que en la técnica anterior, contiene diferentes versiones de una misma página, con presentaciones del mismo contenido (ver Figura 11). Éste optará por la página o documento completo más adecuado para un usuario concreto, clasificado en un estereotipo por el Modelo del Estudiante (Brusilovsky, 1996).

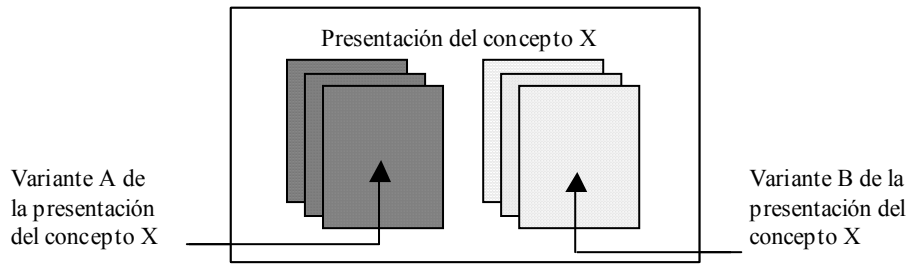


Figura 11. Ejemplo de dos presentaciones de un concepto particular

La variante de fragmentos es una implementación más específica de la variante de páginas. Consiste en almacenar diferentes versiones de un mismo fragmento, de una página existente, en el sistema. Los fragmentos pueden ser pequeños como una sola palabra y tan largos o extensos como un conjunto de varios párrafos. El número de variaciones de un mismo fragmento dependerá del número de estereotipos de alumno definidos previamente, donde cada fragmento es apropiado para uno de los estereotipos (ver Figura 12). El sistema seleccionará la variante del fragmento más acorde con el usuario, componiendo la página a partir de los trozos de textos elegidos (Brusilovsky, 1996).

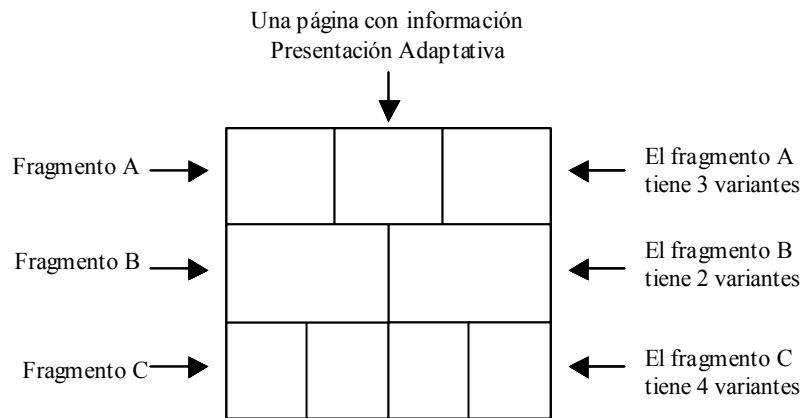


Figura 12. Ejemplo de múltiples variantes de fragmentos en una página

Estas técnicas pueden ser de gran utilidad en SHA destinados al aprendizaje, ya que permiten proporcionar a distintos estudiantes información ajustada a sus particulares niveles de conocimientos.

➤ **Texto Expansible (*Stretchtext*):** Brusilovsky (1996) define el texto expansible como un tipo de hipertexto, similar a un hiperenlace. La diferencia reside en que al seleccionar una frase o palabra resaltada, en vez de abrir una nueva página, el texto del enlace es reemplazado por un trozo de texto del documento (ver Figura 13). Éste puede ser expandido o comprimido para proveer más o menos información de acuerdo a lo que se requiera. Algunos SHA registran el tipo de modalidad de *Stretchtext* más utilizada por el usuario -expandir o contraer- de manera que modifica el Modelo de Estudiante basándose en esta información, para ofrecerle el texto del modo más apropiado, de acuerdo a sus preferencias, en ocasiones posteriores.

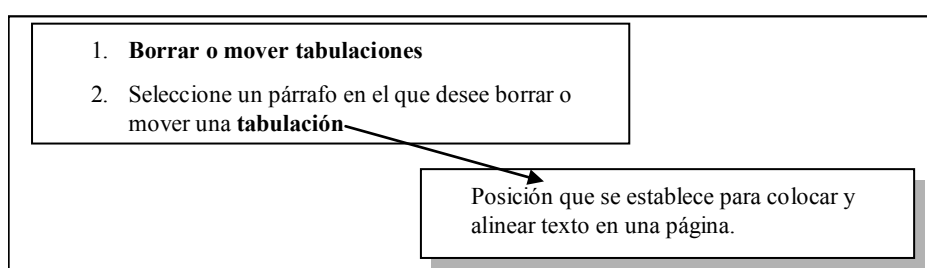


Figura 13. Ejemplo de Texto Expansible (*Stretchtext*)

En el caso de los SHA para el aprendizaje esta técnica puede emplearse para suministrar información más detallada a estudiantes con un mayor nivel de conocimientos. Por el contrario, para los alumnos con niveles de conocimientos inferiores los detalles pueden ser omitidos.

➤ **Técnica basada en marcos u ordenación de fragmentos:** consiste en utilizar un marco para presentar la información sobre un concepto. Cada marco está dividido en campos y éstos pueden contener distintas explicaciones para un mismo concepto, enlaces, ejemplos, etc. La decisión de la información que se presenta en cada uno, el orden y las reglas de presentación lo determina el sistema, basándose en condiciones relacionadas con el conocimiento y otras características del usuario representadas en el Modelo del Estudiante. Es una técnica de adaptación bastante común. Provee una buena adaptación, pero requiere que una gran variedad de versiones del material hipermedia se almacene previamente en el sistema. Es utilizada en Sistemas de Información en Línea e Hipermedia para el aprendizaje.

➤ **Oscurecimiento de fragmentos (*Dimming*):** Brusilovsky (2001) la incluye por primera vez en su taxonomía actualizada. Esta técnica aplicada por Holthi y Hall (1998) radica en oscurecer o ensombrecer trozos de textos que son irrelevantes en un momento determinado para cierto usuario, en vez de eliminarlos o comprimirlos. El propósito es centrar la atención en aquéllos que tienen una mayor importancia, en vez de que el estudiante pierda el tiempo buscando la información más relevante dentro de una gran cantidad de texto. Esto contribuye a reducir el problema de saturación de información. De Bra et al. (1999b) destacan el hecho de que esta nueva técnica, además de haber sido utilizada, ha sido evaluada y encontrada útil. La Tabla 12 muestra qué técnicas o combinación de éstas pueden usarse para implementar cada uno de los métodos de adaptación de contenidos.

Tabla 12

Métodos y técnicas de adaptación de contenidos

Métodos / Técnicas	Alteración de fragmentos	Variante de páginas	Texto expansible	Técnica basada en marcos	Oscurecimiento de fragmentos
Explicaciones adicionales, previas y comparativas	•		•	•	•
Variantes de explicaciones	•	•		•	
Ordenamiento				•	

• **Métodos de Adaptación de opciones de Navegación**

La adaptación de opciones de navegación o de estructura se refiere a cambios en los cuales la estructura de los enlaces o su presentación a los usuarios en los documentos hipertexto es modificada.

Brusilovsky (1996) plantea que los métodos de guía local y global, ayudan al usuario en el sentido de facilitar el recorrido entre los nodos, es decir, proporcionarle ayuda a dónde puede ir; por otra parte, los métodos de apoyo a la orientación local y global, pretenden apoyar al usuario en el sentido que sepa dónde se encuentra, ya sea en un área restringida o en todo el hiperespacio.

➤ **Guía Global:** el método de Guía Global puede ser aplicado en aquellos SH donde los usuarios poseen algún objetivo relacionado con la obtención de información, es decir, necesitan buscar y encontrar información que está contenida en uno o más nodos en alguna parte del hiperespacio. El propósito de este método es ayudar al usuario a encontrar el camino más corto para obtener la información requerida sin pérdida de tiempo. Este método es utilizado para apoyar la navegación en SH de búsqueda de información y sistemas de ayuda y de información en línea (Brusilovsky, 1996). La forma más directa es proveer al usuario de sugerencias de enlaces a seguir en cada uno de los pasos de su recorrido a través de los diferentes nodos. Otra, es ordenar los enlaces de acuerdo a la relevancia con respecto al objetivo final, en cuyo caso los enlaces que se muestran primero serán los más importantes; sin embargo, el usuario además posee información adicional, en relación a la importancia de los demás enlaces, lo que le permite escoger el próximo nodo a visitar (Brusilovsky, 1996).

En el caso de los SH para el aprendizaje, los estudiantes tienen un objetivo global, formado por un subconjunto de objetivos de aprendizaje, y una forma de utilizar este método es proporcionando un botón “Continuar” que, al ser pulsado, desencadena una selección de los siguientes contenidos a presentar.

➤ **Guía Local:** el objetivo de este método es ayudar al usuario a escoger la siguiente opción de navegación, sugiriéndole los enlaces más relevantes a seguir a partir del nodo en que se encuentra. El objetivo de este método es similar al anterior, pero no tan ambicioso, en el sentido que el fin es realizar sugerencias basándose en las preferencias, conocimiento y experiencias previas del usuario (Brusilovsky, 1996). En los SH para el aprendizaje los métodos más utilizados son la anotación, la ordenación de enlaces y la guía directa, todos ellos considerando los conocimientos del usuario.

➤ **Ayudas para la orientación global:** Brusilovsky (1996) explica que el objetivo de este método es facilitar al usuario la comprensión de la estructura de todo el hiperespacio y su posición absoluta en él. Para ello se utilizan técnicas de ocultación de enlaces e inclusión de anotaciones.

Las anotaciones permiten la identificación de una página o nodo desde distintas ubicaciones en el hiperespacio. Por su parte, la ocultación de enlaces permite reducir el tamaño del hiperespacio visible y simplificar la orientación.

➤ **Ayudas para la orientación local:** este método, de acuerdo a lo expuesto por Brusilovsky (1996), tiene como objeto ayudar al usuario a orientarse localmente en el hiperespacio, a fin de permitirle saber dónde se encuentra y qué opciones tiene de acuerdo a su ubicación relativa. Éste se implementa de dos formas diferentes. Una de ellas es suministrar información adicional sobre los nodos disponibles en cada momento, desde la posición en que se encuentra. La otra es limitar el número de opciones de navegación para reducir la sobrecarga cognitiva y permitir, así, concentrarse en analizar aquellos enlaces más relevantes.

Los métodos basados en ocultar enlaces muestran sólo aquéllos que son relevantes, que son escogidos de acuerdo al conocimiento, importancia, experiencias y preferencias del usuario. Otra posibilidad consiste en mostrar un mayor número de enlaces a los usuarios que tienen más experiencia en la navegación a través del hiperespacio.

En los SH para el aprendizaje es común ocultar los enlaces que conducen a las lecciones que no se encuentran en el objetivo actual de los mismos, o a los conceptos cuyos requisitos previos se supone no han sido asimilados por los estudiantes. Por otra parte, los métodos basados en anotaciones permiten informar al usuario del estado actual de los nodos accesibles a través de los enlaces, lo que permite al usuario tener un mayor conocimiento de la situación en que se encuentra.

➤ **Gestión de vistas personalizadas:** se pretende organizar un espacio de trabajo para los usuarios que acceden a un conjunto pequeño del mismo, de forma que puedan incluir en este espacio enlaces a los documentos que son relevantes para un objetivo de trabajo.

- **Técnicas de Adaptación de opciones de Navegación**

Estas técnicas de adaptación de opciones de navegación, en los SHA, pueden utilizarse de manera exclusiva o de forma combinada. Dos factores claves deben ser considerados en el momento de escogerlas: el tipo de enlace en el que se va a aplicar y el tipo de SH que se desarrollará. Junto con lo anterior, es necesario tomar en cuenta las normas relativas a la interacción persona ordenador. La utilización de estas técnicas permiten, de acuerdo al resultado de investigaciones realizadas, disminuir el número de etapas en el recorrido de la información, el número de repeticiones innecesarias de conceptos ya aprendidos y la cantidad de tareas repetidas (Brusilovsky, 2004).

Brusilovsky (1996) distingue cuatro categorías de enlaces que difieren en la manera que pueden ser alterados y adaptados.

Los enlaces locales no contextuales incluyen todos los tipos de enlaces de páginas hipermedia que son independientes de los contenidos de la página. Pueden ser presentados como un conjunto de botones, listas o menús que se despliegan. Éstos son fáciles de manipular, porque pueden ordenarse, esconderse o resaltarse.

Los enlaces contextuales o enlaces hipertextuales son aquéllos que comprenden palabras resaltadas en textos, iconos en imágenes y otros que pertenezcan al contexto de la página contenidos y que no pueden ser eliminados de ella. Éstos pueden ser solamente resaltados, pero no ordenarse ni tampoco ocultarse totalmente.

Los enlaces de índices y páginas de contenidos pueden considerarse como un tipo especial de página, la cual contiene solamente enlaces. Éstos son generalmente presentados en un cierto orden, ya sea de acuerdo a los contenidos para páginas de contenidos y en orden alfabético para páginas de índices. Como norma estos enlaces son “no contextuales”, a menos que la página tenga una estructura esquemática.

Los enlaces en mapas locales y enlaces globales en mapas del hiperespacio representan de manera visual el hiperespacio o una parte de él como una red de nodos conectados por flechas. Utilizando éstos el usuario puede recorrer directamente todos los nodos visibles sólo con pinchar en el hiperenlace escogido.

Brusilovsky (2001), menciona las siguientes técnicas de adaptación de opciones de navegación:

➤ **Guía directa:** esta técnica tiene la ventaja de ser simple, clara y flexible para proporcionar opciones de navegación adaptadas a un usuario específico. Es una técnica que puede emplearse con las cuatro clases de enlaces. Consiste, básicamente, en sugerir a cada usuario, el mejor enlace “siguiente” para recorrer la información, en función de los objetivos del estudiante y otros parámetros representado en el Modelo del Estudiante (Brusilovsky, 1996). No hay confusión en el sentido de cuál es el hiperenlace a seguir, reduciendo de manera importante el problema que afecta a los usuarios de la saturación y de sentirse perdido en el sistema. Es, a la vez, flexible en el sentido que puede utilizarse para recomendar un nodo que no esté representado en la página que está visualizando el usuario. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que si se emplea únicamente esta técnica los usuarios no tendrán más opciones de navegación alternativas a las propuestas por el sistema, siendo totalmente restrictivas, transformándose en un sistema lineal, por lo que puede ser conveniente combinarla con alguna otra en función de la aplicación final del sistema.

En un sistema destinado al aprendizaje la utilización de esta técnica de manera exclusiva, lo transformaría en una aplicación de características meramente conductistas, ya que el estudiante tendría un menor grado de control.

➤ **Ordenación de enlaces:** consiste básicamente en proporcionar una lista de enlaces ordenados en una página específica de acuerdo al Modelo del Estudiante y a diversos criterios, como la relevancia para un usuario concreto (Brusilovsky, 2004). Esto significa mostrar los enlaces más pertinentes en primer lugar (Brusilovsky, 1996, 2004). Esta técnica permite, en el caso de enlaces no contextuales, reducir el tiempo de navegación en las aplicaciones diseñadas para la búsqueda de

información. Por el contrario, no es aplicable para índices, tablas de contenidos, mapas o enlaces contextuales, porque en éstos el orden está predeterminado (Brusilovsky, 1996; Kobsa et al., 2001). Una desventaja de esta técnica es que el orden de los enlaces no es estable, por lo que al ingresar a una misma página un mismo usuario puede encontrar el orden de éstos cambiados; para usuarios inexpertos es importante mantener un orden estable en los enlaces de navegación (Brusilovsky, 1996). Sin embargo, a diferencia de la técnica anterior, el usuario mantiene la capacidad de decisión y puede optar por cualquiera de las demás opciones de navegación. En el caso concreto de SH destinados al aprendizaje, puede resultar desconcertante el cambio constante en el orden de enlaces.

➤ **Ocultación, Eliminación e Inhibición de enlaces:** De Bra y Calvi (1998) sugirieron e implementaron las técnicas de Eliminación de enlaces y de Inhibición de enlaces, como variantes de la técnica conocida como Ocultación de enlaces. Brusilovsky (2001) considera que éstas deben ser clasificadas como técnicas independientes dentro de la categoría de Ocultación incluyéndolas en su taxonomía actualizada (ver Figura 9). Por otra parte, Bailey et al. (2002) las consideran estructuralmente equivalentes, en el sentido que un sistema que es capaz, por ejemplo, de aplicar la técnica de Ocultamiento de enlaces, posee todos los requisitos necesarios para implementar cualquiera de las otras dos técnicas. El propósito de utilizar estas técnicas es restringir el espacio de navegación de aquellas páginas que se consideran como irrelevantes para el usuario o estudiante en un momento determinado (Brusilovsky, 2004).

- Ocultación de enlaces: es la técnica de adaptación más utilizada para facilitar el recorrido de páginas. Kobsa et al. (2001) explican que la idea es, a través del ocultamiento de enlaces, restringir las opciones de navegación. Consiste en ocultar todos los tipos de enlaces que conducen a otras páginas y que no son adecuadas o importantes para un usuario; de esta forma no hay necesidad de modificar el contenido de los nodos. Se oculta visualmente el enlace de modo que éste aparece como un texto o icono normal, a pesar que la funcionalidad permanece. Brusilovsky (1996) considera que esta técnica es aplicable a toda la variedad de enlaces. En el caso de los no contextuales, índices y mapas, se implementa por medio del ocultamiento de

botones o ítems de menús. Cuando los enlaces son contextuales, se reemplaza éste último por texto normal. Tiene la ventaja de ser más transparente para el usuario y parecer más estable que la técnica anterior. Es útil para ocultar información en dos tipos de situaciones: cuando no corresponden al objetivo inmediato del usuario y, también, cuando éste aún no está preparado para entender dichos contenidos expuestos en los nodos conectados por esos enlaces. Esto limita el tamaño del hiperespacio, evitando que los usuarios se encuentren con una gran cantidad de opciones de navegación y se sientan sobrecargados con información excesiva (Brusilovsky, 2004). Al igual que la técnica de *Guía Directa*, sólo se distinguen dos estados, “pertinente” o “no pertinente”.

- Eliminación de enlaces: consiste en eliminar completamente el enlace y el texto que lo contiene, de modo que el usuario no pueda acceder a ciertas páginas o nodos del SH. A diferencia de la técnica de *Ocultación*, esta técnica es aplicable sólo con enlaces de carácter no contextuales. El propósito es reducir el tamaño del hiperespacio restringiendo la navegación a través de la eliminación de enlaces que conducen a información no relevante, de esta forma no sólo se protege al usuario de una sobrecarga de información, sino que a la vez se reduce la cantidad de pasos en el recorrido de la información para el logro de cierto objetivo (Kobsa et al., 2001). Sin embargo, en el ámbito de los SH para educación, ésta posee una gran desventaja, pues no le permite al estudiante visualizar lo que le queda por aprender.

- Inhibición de enlaces: esta técnica consiste en quitar sólo la funcionalidad de un enlace considerado como no relevante, mientras permanece visible como tal. Es decir, es percibido como un enlace, pero se le quita su funcionalidad; no está habilitado para acceder al nodo indicado. El propósito es no permitir el acceso a otros nodos del sistema, que no son considerados importantes para un usuario en un momento determinado; sin embargo, éstos en otro momento, pueden volver a ser habilitados. En general se utiliza únicamente en combinación con la técnica de *Ocultación* (Kobsa et al., 2001). Esta técnica es más recomendable que la de *Ocultación*, para sistemas destinados al aprendizaje, puesto que el estudiante mantiene la visión de la totalidad de las partes de la aplicación.

➤ **Anotación de enlaces:** consiste en añadir información a los enlaces de manera que el usuario sepa cuál es el estado de los demás nodos a los que conducen en cada momento (Brusilovsky, 2004). La información puede incorporarse en formato gráfico o formato de texto, por medio de iconos, colores o textos, con distinto tipo de letra, tamaño, color y/o estilo. Kobsa et al. (2001) mencionan el ejemplo de los navegadores de Internet, que a través de la modificación del color de un enlace, le indican al usuario si éste ya ha sido visitado o no. Brusilovsky (1996) considera que es una de las mejores maneras para apoyar la navegación de manera adaptativa, pues se mantiene el orden de los enlaces y la visibilidad de los mismos, evitando así a los usuarios problemas de generación de mapas mentales erróneos; además, esta técnica puede ser utilizada con cualquier de los cuatro tipos de enlaces. Es una técnica más poderosa que aquéllas que distinguen sólo dos estados como la de *Ocultamiento de Enlaces*, porque es posible llegar a distinguir una mayor cantidad de niveles diferentes en función de la información registrada y procesada en el Modelo de Estudiante. Por ejemplo, en un SHA con fines educativos, las alternativas de anotaciones de cada enlace, que representa un concepto, pueden ser: “No estás preparado para aprenderlo”, “Estás preparado para aprenderlo”, “Lo estás aprendiendo”, “Ya lo aprendiste”; desplegando de forma adaptativa la anotación correspondiente, dependiendo de los nodos que son considerados prerrequisitos, establecidos previamente, y del Modelo del Estudiante que registra el nivel de conocimientos del alumno (Brusilovsky, 1996). Probablemente la desventaja asociada es que no reduce la sobrecarga de información a la cual está sometida un usuario en un gran SH.

➤ **Generación de enlaces:** son aquellos enlaces a páginas que no han sido creados al desarrollar el sistema y que son generados durante el uso del mismo, distinguiendo tres casos. El primero de ellos se refiere al descubrimiento de nuevos y útiles enlaces entre documentos, de manera de agregarlos en forma permanente al conjunto de enlaces existentes; el segundo, es la generación de enlaces basados en la similitud en el recorrido de ítems; finalmente, el tercero son recomendaciones dinámicas de enlaces relevantes (Brusilovsky 2001, 2004). Esta técnica puede ser utilizada en combinación con las técnicas de *Anotación y Ordenamiento*.

➤ **Adaptación de Mapas:** algunos SH proporcionan, a través de esquemas visuales, una estructura de los enlaces para facilitar la navegación. El propósito de estos mapas es permitir al usuario entender la estructura completa del hiperespacio y, al mismo tiempo, ubicarlo dentro de él. Esta técnica de adaptación comprende varias formas de presentar al usuario mapas de SH, tanto globales como locales; permite que un usuario concreto visualice una organización de enlaces específica, que sea importante para él (De Bra, 1998). Si bien es cierto que algunas de las técnicas anteriores pueden ser utilizadas en la adaptación de los esquemas o mapas, como *Guía Directa*, *Ocultación de Enlaces* y *Anotación de Enlaces*, éstas no modifican la forma o la estructura en sí de los mismos (Brusilovsky, 1996). Bailey et al. (2002) plantean, por el contrario, que esta técnica puede ser eliminada de la taxonomía propuesta por Peter Brusilovsky (ver Figura 9), dado que más que ser una categoría en sí comprende la combinación de otras técnicas de la clasificación como las de *Ocultamiento de enlaces* y *Variación de fragmentos*.

Koch (2001) muestra cómo estas técnicas pueden ser combinadas, de manera óptima, para proporcionar apoyo al usuario en el recorrido por un SHA. La Tabla 13 muestra qué técnicas de adaptación pueden ser utilizadas para implementar cada uno de los métodos de adaptación de opciones de navegación.

Tabla 13

Métodos y técnicas de adaptación de opciones de navegación

Métodos / Técnicas	Guía directa	Ordenación de enlaces	Ocultación, eliminación e inhibición	Anotación de enlaces	Generación de enlaces	Adaptación de mapas
Guía global	•	•			•	
Guía local	•	•	•	•	•	
Ayudas para la orientación global			•	•		•
Ayudas para la orientación local		•	•	•		•
Gestión de vistas personalizadas	•	•	•	•	•	

En la Tabla 14 se señala qué técnicas son factibles de utilizar en función de los tipos de enlaces usados.

Tabla 14

Técnicas de Adaptación de opciones de Navegación

Técnica	Tipos de enlaces			
	Contextuales	No contextuales	Índices y Páginas de Contenido	Mapas Locales y Globales
Guía Directa	•	•	•	•
Ordenación		•		
Ocultación:				
Ocultación	•	•	•	•
Eliminación		•		
Inhibición	•			
Anotación	•	•	•	•
Generación		•		•
Adaptación de mapas				•

• **Métodos y Técnicas de Adaptación de la Presentación**

Koch (2001) señala que el objetivo de niveles de adaptación de la presentación es adaptar la distribución de los objetos hipermedia a las preferencias o necesidades de los usuarios. Los métodos para adaptar la presentación ayudan al usuario con una apropiada distribución o lenguaje. La adaptación consiste en los cambios de la presentación. Algunas veces estos cambios ocurren de manera simultánea con la adaptación de los contenidos, de hecho a menudo estos métodos y técnicas son agrupados con los de adaptación de contenidos.

Los métodos para adaptar la presentación son:

- **Múltiples lenguajes:** el objetivo de este método, señala Koch (2001), es adaptar el sistema al lenguaje preferido por el usuario. Esto puede ser dependiente del contexto o entorno donde se encuentre éste.

- **Variantes de presentación:** este método incluye todas las alternativas posibles requeridas en una presentación, como el uso de diversos colores, tipo, estilo y tamaño de letra, tamaño máximo de las imágenes, orientación del texto, ordenamiento de los fragmentos de contenido, etc. (Koch, 2001).

Prácticamente las mismas técnicas que se utilizan para la adaptación de contenidos, exceptuando las de *Texto expansible* y *Oscurecimiento de fragmentos*, pueden ser aplicadas. Una técnica específica de adaptación de la presentación, *Guías de estilo (styleguiding)*, es también utilizada para implementar los métodos mencionados.

➤ **Guías de estilo (*styleguiding*):** esta técnica consiste en definir diferentes guías de estilos que se utilizan de modo alternativo por las variantes de las presentaciones (Tabla 15).

Tabla 15

Métodos y técnicas de adaptación de la presentación

Métodos / Técnicas	Alteración de fragmentos	Variantes de páginas	Técnica basada en marcos	Guías de estilo
Múltiples lenguajes	•	•	•	
Variantes de presentación	•	•	•	•

2.3.4 Herramientas de autor

En la literatura del área de SHA se encuentra la descripción de algunas herramientas de autor⁶ que permiten, en teoría, desarrollar este tipo de sistemas, sin embargo un gran número de ellas son versiones que no están completamente habilitadas para utilizarlas o simplemente no están disponibles.

Brusilovsky (2003) plantea que esta área de investigación es aún incipiente como para producir una buena cantidad de herramientas de autor efectivas, en el sentido que sean de fácil utilización por parte de usuarios que no tienen conocimientos de programación para desarrollar SHA para el aprendizaje. En la actualidad, Brusilovsky (2003) explica que, estas herramientas no han

⁶ conjunto de herramientas, sistemas o interpretes de órdenes, que pueden ser utilizados por autores que no son programadores para desarrollar SHA (Brusilovsky, 2003).

alcanzado el nivel de herramientas reales, que puedan ser utilizadas por usuarios externos al grupo original que las diseña. Antes de producir una herramienta válida, el grupo de investigación tiene que desarrollar una aproximación explícita de diseño, lo que requiere, usualmente, el desarrollo de uno o más SHA destinados al aprendizaje.

Algunas de estas herramientas de autor, diseñadas por distintos grupos de investigación y descritas en la literatura, para desarrollar SHA basados en web son: *Adaptive Hypermedia for All*⁷ (AHA!) (De Bra & Stash, 2002), *Adaptive Hypermedia Knowledge Management E-learning Platform* (AHKME) (Rego et al., 2005a), HyCo-LD (García, Berlanga, Moreno, García & Carabias, 2004; Berlanga, 2006), *InterBook*⁸ (Brusilovsky, Eklund & Schwarz, 1998), *MetaLinks*⁹ (Murray, 2004), *My Online Teacher* (MOT)¹⁰ (Cristea, 2004), *Task-based Adaptive learner Guidance On the WWW* (TANGOW)¹¹ (Carro, Pulido, & Rodríguez, 2001) y *Web Dynamic Course Generator* (DCG) (Vasileva, 1997).

En la descripción de ellas se indicarán sus características y limitaciones que poseen para aplicarlas en un contexto real.

➤ **AHA!:** es una herramienta que facilita la generación de cursos adaptativos basados en web (De Bra & Stash, 2002). AHA! utiliza *Java Servlets* y filtros de páginas los que pueden escribirse en dos formatos: XML o XHTML (*eXtensible Hypertext Markup Language*). La adaptación se logra mediante la inserción de sentencias condicionales en las páginas HTML que contienen la información del curso. Estas sentencias actúan como filtros para decidir qué fragmentos de la página deben incluirse y cuáles no. Contiene un modelo del usuario, que consiste en un conjunto

⁷ URL: <http://aha.win.tue.nl/>

⁸ URL: <http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/InterBook.html> (Última actualización Abril, 1999).

⁹ URL: <http://ddc.hampshire.edu/metalinks/> (Última actualización Febrero, 2004).

¹⁰ URL: <http://www.wis.win.tue.nl/~acristea/mot.html> (Última actualización Abril, 2003).

¹¹ URL: <http://afrodita.ii.uam.es/tangow/esp/designer/disenador/inicio.html>

de conceptos (intereses, preferencias, etc.) a los cuales están asociados atributos con pares de valores; un Modelo del Dominio y de Adaptación donde se establece una estructura conceptual (ver Figura 14), y para cada concepto requisitos y un conjunto de reglas que representan las conexiones entre ellos. Los requisitos y las reglas establecen la relación entre el Modelo del dominio y del Usuario. Un requisito expresa que un concepto (fragmento o página) es deseable que esté disponible si el requisito es satisfecho por el actual modelo del usuario. Las reglas pueden establecer, por ejemplo, si un usuario está accediendo a cierta página es porque pertenece a una categoría determinada. La adaptación se refleja a nivel de presentación de contenidos, incluyendo o no de manera condicional ciertos fragmentos o páginas a un usuario, dependiendo del modelo del usuario del sistema, y a nivel de las opciones de navegación, utilizando las técnicas de anotación, de ocultación o inhibición de enlaces dependiendo de la categoría de usuario. Las versiones AHA! 2.0 y AHA! 2.0_01 están disponibles, como también parte de la última versión AHA! 3.0. Para utilizar AHA! hay que instalarlo bajo un sistema operativo Windows o LINUX, Java SDK de SUN y configurarlo en un servidor de web con una base de datos como MySQL.

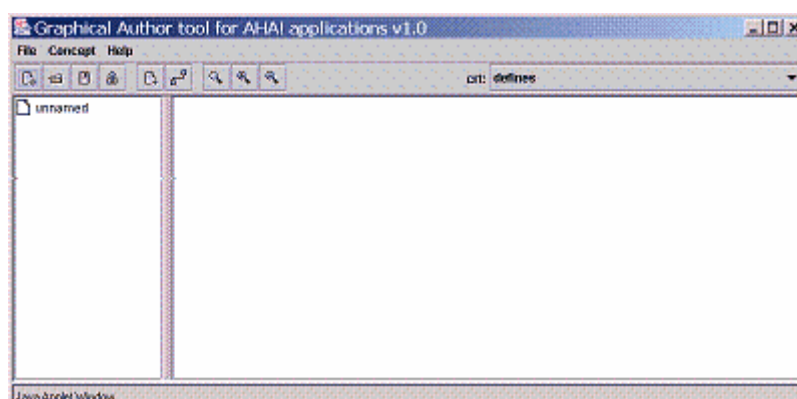


Figura 14. Herramienta para diseñar la estructura conceptual

➤ **AHKME:** es una plataforma diseñada para proporcionar un sistema de aprendizaje en línea, con características adaptativas y capacidades para la gestión de contenidos, destinado a alumnos y profesores. El sistema provee herramientas de autor a los profesores para que definan métodos de enseñanza adaptativos, así como herramientas para generar unidades de aprendizaje para que los estudiantes trabajen de manera grupal. Para apoyar la gestión de los contenidos el sistema posee herramientas para buscar, importar y evaluar objetos de aprendizaje. Esta plataforma es

multipropósito, ya que puede utilizarse con distintos tipos de contenidos, estudiantes y estrategias de enseñanza. En la actualidad está en proceso de desarrollo y debe ser evaluada como tal (Rego et al., 2005a; Rego, Moreira & García., 2005b).

➤ **DCG:** se describe como una herramienta de autor que basa la adaptación en el análisis de los conocimientos de los estudiantes. Los contenidos o estructura del dominio se representan como un mapa donde se establece el tipo de relación conceptual entre ellos y se utiliza para generar un plan del curso para cada estudiante, el material de enseñanza son las unidades que el alumno visualizará en la pantalla, y cada material de enseñanza está centrado en un tópico específico, concepto o relación, pudiendo contener distintos tipos de formatos de información (Vassileva, 1997). El proceso de diseño consiste en crear la estructura de conceptos y añadir enlaces que relacionen cada concepto con los ficheros HTML que explican dichos conceptos. Esta herramienta no es un programa de libre acceso.

➤ **HyCo-LD:** es una herramienta de autor diseñada y desarrollada en el seno de GRIAL de la Universidad de Salamanca (Berlanga, 2006). Su objetivo es proveer a profesores de una herramienta para crear diseños instructivos con características adaptativas que, al mismo tiempo, se anoten siguiendo un lenguaje de marcado común, la especificación *IMS Learning Design* (IMS LD, 2003), y con ello garantizar su interoperabilidad y reutilización en diferentes SHAA.

HyCo-LD se basa en una herramienta de autor para crear materiales hipertexto llamada HyCo (García & García, 2005). Es una herramienta multiplataforma que incluye repositorios de elementos multimedia y manejo de referencias bibliográficas.

Utilizando HyCo-LD, que se incluyó en HyCo en el menú Diseño Instruccional, el autor crea elementos del diseño instructivo como objetivos de aprendizaje, prerrequisitos, componentes de aprendizaje y métodos de aprendizaje. Cada uno de estos elementos se define conforme a la especificación IMS LD. La Figura 15 muestra la interfaz para definir actividades de aprendizaje, lo que incluye:

- Indicar las propiedades, como el título, metadatos, y las condiciones bajo las que se considera que la actividad de aprendizaje se ha completado. Las opciones para ello son: (i) que el estudiante decida, (ii) en un límite de tiempo determinado, o (iii) sin restricción.
- Seleccionar los objetivos de aprendizaje deseados, de una lista que contiene los definidos previamente.
- Seleccionar los prerrequisitos deseados, de una lista que incluye los definidos previamente.
- Describir la actividad de aprendizaje, indicando el nombre, los recursos relacionados y los metadatos.
- Describir la retroalimentación, indicando el nombre, los recursos relacionados y los metadatos.



Figura 15. Definición de actividades de aprendizaje en HyCo-LD

Los recursos relacionados con cada elemento pueden seleccionarse de los materiales hipermedia creados previamente en HyCo, pero también es posible indicar una URL. Además, la definición de metadatos se lleva a cabo utilizando el editor HyCo-LOM (García et al., 2004), que permite indicar los metadatos educativos según la especificación IMS *Learning Object Metadata* (IMS LOM, 2001).

Gracias a que los elementos del diseño instruccivo se definen como piezas separadas, los autores tienen la posibilidad de seleccionar los elementos deseados y crear diferentes diseños. Con ello se pretende que los autores reutilicen los elementos creados.

Al día de hoy está planeado que HyCo permita a los autores definir diseños instructivos con características adaptativas. Para ello se incorporarán dos elementos adicionales: propiedades de personalización y reglas de adaptación. Las primeras incluirán las variables (estilos de aprendizaje, conocimientos, etc.) que los autores deseen considerar para ajustar el diseño de aprendizaje y que, para ello, podrán incluir en reglas de adaptación. Estas últimas, a su vez, permitirán definir condiciones mediante un formalismo (Berlanga & García, 2004) que contiene elementos del diseño instructivo (objetivos de aprendizaje, actividades, etc.), propiedades de personalización, operadores lógicos y de relación, y acciones (mostrar, esconder, etc.). Además, se proyecta incorporar un asistente para definir técnicas de adaptación (secuencia del currículo, anotación de enlaces, etc.) que ayude a los autores a crearlas y a incorporarlas en diferentes diseños instructivos.

➤ **InterBook:** es una herramienta para desarrollar y publicar textos electrónicos adaptativos basados en páginas web (ver Figura 16).

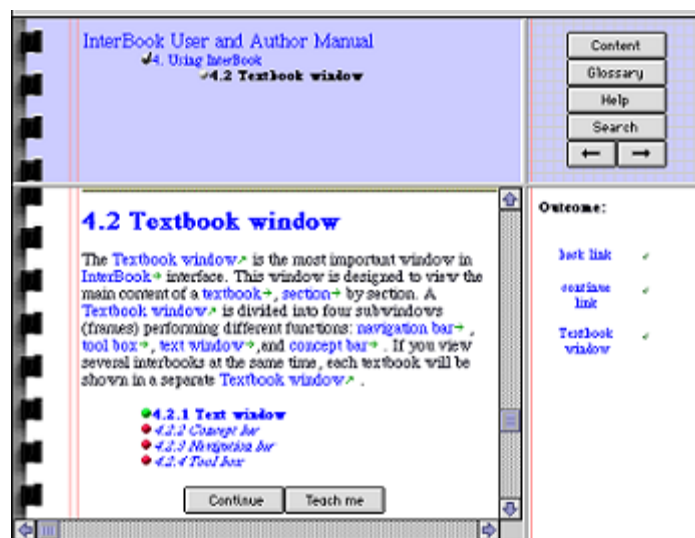


Figura 16. Interbook

Utiliza un Modelo del Dominio para representar el conocimiento que se enseñará y un Modelo del Usuario que contiene información del estudiante que corresponde a sus características y acciones que desarrolla en su interacción con el sistema. El Modelo del Dominio sirve como base para

estructurar los contenidos, divididos en dos partes adaptativas: un glosario y el texto. La relación entre estos modelos permite proporcionar contenidos en mayor o menor detalle, de acuerdo a cada Modelo del Usuario.

La adaptación se refleja en las opciones de navegación, mediante la posibilidad de utilizar las técnicas de guía directa y anotación de enlaces (Brusilovsky et al., 1998). La versión de InterBook 1.47 que está disponible y liberada es para ser utilizada solamente en computadores Apple Macintosh, sin embargo al utilizarla no funciona correctamente.

➤ **MetaLinks:** la característica de esta herramienta de autor es la capacidad que posee para desarrollar textos hipertexto interactivos y adaptativos, los que se pueden leer con un navegador de web. El programa o *software* accede a una base de datos (FileMaker Pro Web Server) para crear cada página del libro durante la navegación del usuario. El sistema mantiene un registro de las actividades desarrolladas por los usuarios/lectores durante su utilización, para ajustar cada página a las necesidades y situación del lector. Las ventajas que supone la utilización de esta herramienta corresponden a: apoyar la lectura activa, proporcionar libros con varios niveles y temas, prevenir los efectos no deseados de los SH y la capacidad de modelar características del estudiante. Para visualizar los hipertextos desarrollados es necesario disponer de versiones 4.5, 4.6 o 4.7 del navegador Netscape y funcionan correctamente tanto en un ambiente Windows como Macintosh (Murray, 2004). Sin embargo esta herramienta de autor ha sido desarrollada únicamente como prototipo de investigación y no está disponible para su utilización libre.

➤ **MOT:** utiliza una interfaz gráfica que facilita el proceso de desarrollo. En la actualidad está parcialmente implementado (Cristea, 2004). Las herramientas disponibles permiten crear mapas conceptuales de los contenidos de un curso a los cuales es posible asignar distintos atributos (ver Figura 17), subconceptos y enlaces, diseñar lecciones a las que se les pueden asignar distintas ponderaciones y que están basadas en uno o más mapas conceptuales y, establecer distintas estrategias de enseñanza. En esta versión no está disponible la herramienta que permita crear el modelo de usuario.

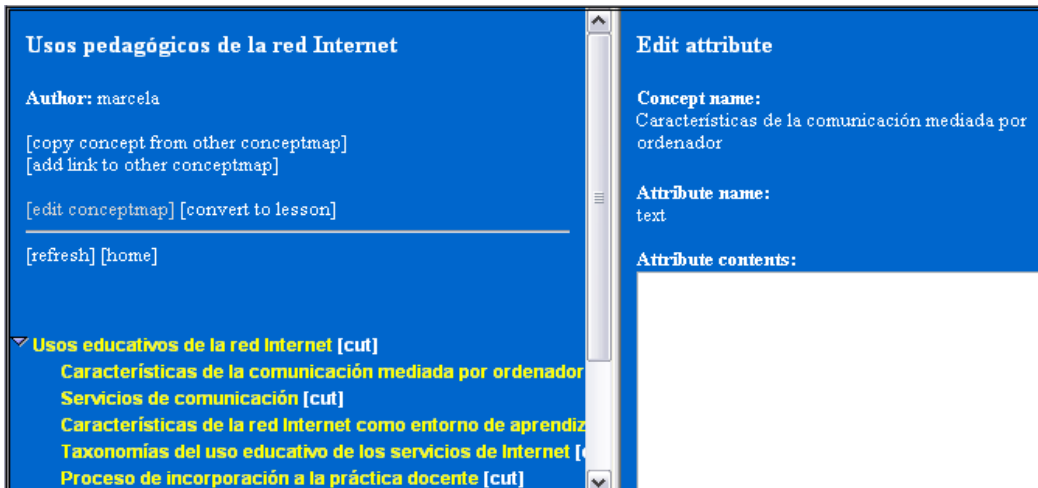


Figura 17. Edición de los atributos de un concepto

➤ **TANGOW:** está descrita como una plataforma para diseñar sistemas de enseñanza de cursos accesibles a través de la red Internet. Los cursos generados tienen la posibilidad de adaptarse a distintas características de los estudiantes y a las acciones que éstos realizan durante la interacción con el curso (Carro et al., 2001). Los cursos se definen en términos de Tareas Docentes y Reglas (ver Figura 18).



Fig. 18. Opciones de curso en TANGOW (Carro et al., 2001)

Las Reglas especifican las relaciones entre Tareas que corresponden a unidades conceptuales definidas por quien diseña el curso y que incluyen los elementos hipertexto. El Proceso de

Estudiante consta de dos módulos, el Gestor de Tareas, que guía al estudiante durante el aprendizaje y el Generador de Páginas HTML que presenta las páginas a cada. Sólo algunos módulos de esta herramienta de autor están disponibles, en la red Internet, para ser utilizados.

Prácticamente todas estas herramientas creadas para desarrollar SHA están en distintas etapas de un proceso de desarrollo, por lo que están parcialmente implementadas. A algunas de ellas no es posible acceder, como es el caso de AHKME, HyCo, MetaLink y DCG desde la red Internet. Otras como Aha! e InterBook tienen aplicaciones construidas, tutoriales de las mismas herramientas, que están disponibles en la red Internet, además de las primeras versiones que están accesibles. En el caso de MOT y TANGOW pueden utilizarse algunas de sus utilidades, directamente desde sus sitios web. Stash et al. (2004) plantean la diferencia entre MOT y AHA!. La primera está diseñada pensando en lo que un autor de SHA para el aprendizaje esperaría de este tipo de herramienta, es una herramienta de alto nivel; la segunda, trata de implementar lo que es posible en función de las limitaciones de la máquina de adaptación. Por ejemplo, en MOT existe la posibilidad, no así en AHA!, de reutilizar estrategias de enseñanza que han sido definidas previamente por otros autores y aplicarlas de manera arbitraria a otro mapa conceptual o mapa de la lección.

La tendencia es proporcionar herramientas que poseen una interfaz cada vez más simple, a fin de facilitar las tareas de desarrollo de estos sistemas para personas que no sean expertas en el área informática, pero aún son versiones incompletas.

2.4. Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en Estilos de Aprendizaje o en Estilos Cognitivos

El desarrollo de SHA para el aprendizaje ha basado su adaptación en diversas particularidades de los estudiantes-usuarios, como niveles de conocimientos, intereses y preferencias. Los SHA basados específicamente en estilos de aprendizaje y en estilos cognitivos son relativamente escasos

y están basados en diferentes modelos de estilos, utilizando distintas técnicas de adaptación para ajustar, tanto la presentación de los contenidos como las opciones de navegación.

2.4.1 Estilos de Aprendizaje y Estilos Cognitivos

En la literatura relacionada con estilos de aprendizaje, estilos cognitivos y diferencias individuales se encuentra una gran variedad de modelos y teorías, tanto de estilos de aprendizaje como de estilos cognitivos. A pesar que algunos autores no establecen diferencias entre ellos, otros autores diferencian claramente ambos constructos (Curry, 1983; Gorham, 1986; Jonassen & Grabowski, 1993; Renzulli, 2001; Sadler-Smith & Riding, 1999). Curry (1983) categoriza estos estilos a través del modelo *onion* o cebolla, donde cada constructo corresponde a una capa. La capa ubicada en el exterior representa las preferencias instruccionales, la capa intermedia el estilo de procesar la información o estilo de aprendizaje en sí y, finalmente, la capa ubicada en el centro corresponde a elementos cognitivos de la personalidad como son los llamados estilos cognitivos. Jonassen y Grabowski (1993) diferencian también los estilos cognitivos de los estilos de aprendizaje. Los estilos de aprendizaje se basan en las preferencias manifestadas por los propios estudiantes situándose en un nivel más bajo y menos específico que los estilos cognitivos. A la vez Renzulli (2001) plantea que las investigaciones en el campo de los estilos cognitivos proceden de investigaciones de carácter positivistas, en cambio las desarrolladas en relación con los estilos de aprendizaje se generan desde una perspectiva fenomenológica y de investigadores del área educativa, que enfatizan en los estilos como preferencias basadas en una modalidad sensorial, no así los estilos cognitivos que representan modos generales y propiedades estructurales del sistema cognitivo, no simples preferencias personales que son menos estables y que pueden ser modificadas. Sadler-Smith & Riding (1999) enfatizan que ambos constructos –estilos cognitivos y estilos de aprendizaje- son diferentes y deben ser tratados de manera independiente.

- **Estilos de Aprendizaje**

Los diferentes modelos de estilos de aprendizaje que describe Jonassen y Grabowski (1993) son aquéllos en los cuales se clasifica al estudiante en una categoría de estilos, después de haber manifestado sus preferencias en tests diseñados para esos fines. Estos instrumentos diseñados para obtener el o los estilos preponderantes de cada estudiante están compuestos de una cantidad limitada de preguntas relativas a las preferencias y percepciones de éstos con respecto a cómo ellos procesan la información. Estos tests no miden las habilidades de los estudiantes para procesar la información, como aquellos diseñados para determinar los estilos cognitivos.

➤ **Estilos de Aprendizaje Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático:** Alonso, Gallego y Honey (1999) definen los estilos de aprendizaje como los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores estables, de cómo los estudiantes perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje. Las categorías de estilos de aprendizajes definidas por Alonso et al. (1999) son: Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático.

Esta clasificación es la misma planteada por Honey y Munford (1992) considerando los estilos como cuatro estados del proceso cíclico de aprendizaje, también planteado por Kolb (Jonassen & Grabowski, 1993; Kolb y Kolb, 2005). Las personas con un estilo Activo predominante se caracterizan por implicarse plenamente en nuevas experiencias, son arriesgados, espontáneos, innovadores, participativos, creativos generando nuevas ideas y, además, les gusta solucionar problemas. Las personas con un estilo Reflexivo son ponderados, receptivos, analíticos, exhaustivos, observadores, detallistas, pacientes y lentos. Las personas que poseen un estilo Teórico son metódicos, lógicos, objetivos, críticos, estructurados, buscadores de modelos, exploradores y sintéticos. Finalmente, el estilo Pragmático describe a personas prácticas, directas, realistas, experimentadoras, objetivas, rápidas, decididas, capaces de solucionar problemas, aplicar lo aprendido y planificar acciones.

En la Tabla 16 se muestra un cruce entre las características de cada uno de estos estilos y algunas categorías de estrategias de enseñanza, como son el **foco**, la **agrupación** y la **interacción para el**

aprendizaje (Leighton, Prieto & García, 2006; Leighton, García & López., 2004; Prieto, Leighton & García, 2004b; Prieto, Leighton, García & Gros, 2005), con el fin de facilitar la aplicación de distintas categorías de estrategias instruccionales a cada estilo de aprendizaje.

Tabla 16

Estrategias instruccionales en función de las características de cada estilo de aprendizaje (Leighton et al., 2004; Prieto et al., 2004b; Prieto et al., 2005)

Estilo	Características	Estrategias instruccionales
Activo	<ul style="list-style-type: none"> - Intentar cosas nuevas, nuevas experiencias, nuevas oportunidades. - Competir en equipo, resolver problemas en equipo, encontrar personas de mentalidad semejante para dialogar, dirigir debates y reuniones. - Generar ideas sin formalismos ni estructura, cambiar y variar las cosas, arriesgarse, sentirse ante un reto con recursos inadecuados, intentar algo diferente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Foco del aprendizaje: trabajo interdisciplinario - Agrupación para el aprendizaje: trabajo en pares, equipos y/o grupos. - Interacción para el aprendizaje: interacción con pares
Reflexivo	<ul style="list-style-type: none"> - Observar, investigar detenidamente, reunir información, escuchar, tener posibilidades de leer o prepararse de antemano, escuchar puntos de vistas diferentes, intercambiar opiniones con otros. - Trabajar sin presiones ni plazos, pensar antes de actuar, asimilar antes de comentar. - Hacer análisis detallados, realizar informes cuidadosamente ponderados, trabajar concienzudamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Foco del aprendizaje: trabajo orientado al dominio y tópico. - Agrupación para el aprendizaje: trabajo individual más que grupal. - Interacción para el aprendizaje: interacción con material impreso, audiovisual.
Teórico	<ul style="list-style-type: none"> - Sentirse en situaciones estructuradas con finalidad clara, explorar metódicamente las asociaciones y las relaciones entre ideas, acontecimientos y situaciones, recabar todos los datos de un sistema, modelo, concepto o teoría. - Participar en sesiones de pregunta y respuesta, posibilidad de cuestionar, leer o escuchar sobre ideas y conceptos, encontrar ideas y conceptos complejos. - Sentirse intelectualmente presionado, poner a prueba métodos y lógica, participar en situaciones complejas, llegar a entender acontecimientos complejos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Foco del aprendizaje: trabajo orientado al tópico y dominio. - Agrupación para el aprendizaje: trabajo individual y grupal. - Interacción para el aprendizaje: interacción con expertos y recursos que provean información.
Pragmático	<ul style="list-style-type: none"> - Aprender técnicas para hacer las cosas con ventajas prácticas, tener un modelo a seguir, adquirir técnicas aplicables de inmediato, aplicación inmediata de lo aprendido, recibir muchas indicaciones prácticas y técnicas. - Resolver problemas reales, uso de simulaciones, poder practicar y experimentar técnicas con asesoramiento e información, relación de tema tratado con problemas. - Tratar con expertos que saben hacer las cosas ellos mismos 	<ul style="list-style-type: none"> - Foco del aprendizaje: trabajo orientado al dominio y problema - Agrupación para el aprendizaje: trabajo individual - Interacción para el aprendizaje: interacción con profesores y/o expertos y herramientas

El Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA), está compuesto por 80 ítems breves en los que el sujeto debe responder con un signo “+” si está más de acuerdo que en desacuerdo, o con un signo “-” si está más en desacuerdo que de acuerdo. Los veinte ítems

correspondientes a cada Estilo de Aprendizaje: Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático, están distribuidos de forma aleatoria. Deben responderse todos los ítems.

Alonso et al. (1999) plantean que un elemento determinante en los procesos de adaptación y mejora de la enseñanza a distancia, pueden ser los estilos de aprendizaje, de manera de proporcionar diseños de cursos y recursos más adecuados, contribuyendo a mejorar la función tutorial.

➤ **Modelo de Kolb:** Kolb y Kolb (2005) definen los estilos de aprendizaje como las preferencias individuales para utilizar las distintas fases del ciclo de aprendizaje. Las categorías de estilos de aprendizaje surgen de la combinación de cuatro formas de aprender: Experiencia Concreta (EC), Observación Reflexiva (OR), Conceptualización Abstracta (CA) y Experimentación Activa (EA). La EC y la CA están en los extremos opuestos de un continuo que representa cómo uno prefiere percibir el ambiente o comprender las experiencias del mundo real. El segundo continuo comprende la OR y la EA que representan las preferencias para procesar o transformar la información recibida. Estos modos de aprender se combinan creando cuatro estilos de aprendizaje. Las cuatro categorías de estilos de aprendizaje que define este modelo son: divergentes, asimiladores, convergentes y adaptadores (Jonassen & Grabowski, 1993). Cada categoría tiene características únicas que diferencian a cada estilo (ver Tabla 17). El estilo divergente combina la experiencia concreta y la observación reflexiva, tienen habilidad para generar ideas y apreciar situaciones desde distintas perspectivas, son emotivos y se interesan por los demás. Los estudiantes que poseen un estilo asimilador combinan la conceptualización abstracta y la observación reflexiva, tienen facilidad para crear modelos teóricos, utilizan el razonamiento inductivo y están más orientados al trabajo conceptual que de equipo. El estilo convergente se caracteriza por integrar la conceptualización abstracta y la experiencia activa, estos estudiantes son buenos en la aplicación práctica de las ideas y situaciones que permitan respuestas divergentes. Finalmente, el estilo acomodador combina la experiencia concreta y la experimentación activa, destacándose por llevar a cabo planes a la acción, preferir situaciones nuevas que representen un desafío, intuitivos y experimentando por ensayo y error (Jonassen & Grabowski, 1993).

Tabla 17

Formas de procesar y percibir la información para los estilos de aprendizaje del modelo de Kolb (Jonassen & Grabowski, 1993)

Estilos/Modos de aprender	Cómo procesan la información		Cómo perciben la información	
	Activo	Reflexivo	Concreto	Abstracto
Divergentes				
Asimiladores				
Convergentes				
Adaptadores				

Para determinar los estilos de aprendizaje se utiliza el inventario LSI (*Learning Style Inventory*) (Kolb & Kolb, 2005) que está compuesto por nueve ítems, formado por cuatro palabras cada uno que corresponden a las distintas fases de su modelo de aprendizaje. El estudiante debe jerarquizar las palabras de cada ítem de 1 a 4, donde 1 representa la puntuación que menos caracteriza su preferencia o estilo y 4 la que mejor lo caracteriza.

➤ **Modelo de Dunn y Dunn:** estos investigadores midieron las maneras preferidas para concentrarse y aprender información compleja de los estudiantes. Este modelo tomó en cuenta numerosas variables de tipo ambiental, sociológicas, emocionales, psicológicas y físicas, partiendo del supuesto que las diferencias individuales en el aprendizaje eran el resultado de distintos factores, más que de habilidades (Dunn & Dunn, 1978; Jonassen & Grabowski, 1993). Las variables ambientales incluyen cuatro factores: nivel de ruido, temperatura, luz y diseño del mobiliario para el estudio. Las variables de tipo sociológicas incluyen tres factores generales para adultos y cuatro para niños: grupos de aprendizaje, presencia de una figura de autoridad, aprendizaje de diferentes formas, y para los niños, además, la motivación de los adultos. En el caso de las variables de tipo emocional consideraron los siguientes factores: motivación, responsabilidad, persistencia y necesidad de estructura. Finalmente, los factores involucrados en las variables físicas fueron: preferencias en el modo de aprender, alimentación, hora del día y movilidad. Veintidós factores independientes en total fueron medidos en el caso de estudiantes adultos y veinte en el de niños. Los instrumentos de medición utilizados para determinar las preferencias incluían una gran cantidad de ítems; *Learning style Questionnaire* (LSQ) fue el

primero utilizado y fue diseñado con 228 ítems destinados a niños desde el tercer al decimosegundo curso, posteriormente el *Learning Style Inventory* (LSI) utiliza una escala de Likert¹² con tres opciones, para el mismo rango de estudiantes con un total de 104 ítems (Dunn & Dunn, 1978; Jonassen & Grabowski, 1993).

➤ **Modelo de Felder y Silverman:** este modelo clasifica a los estudiantes como: sensitivos-intuitivos, visuales-verbales, inductivos-deductivos, activos-reflexivos y secuenciales-globales y fue concebido inicialmente para ser utilizado con estudiantes del área de ingeniería y ciencias (Felder, 1996). Los estudiantes sensitivos son concretos, prácticos, orientados a hechos y procedimientos; por el contrario los alumnos intuitivos son más conceptuales, innovadores y orientados hacia las teorías y significados. La categoría de estilo visual incluye a aquellos estudiantes que prefieren representaciones visuales del material de estudio, como imágenes, dibujos, esquemas y diagramas; los estudiantes clasificados como verbales prefieren las explicaciones escritas u orales sobre un tema. Los alumnos inductivos prefieren presentaciones que estén estructuradas de lo específico a lo general; contrariamente los estudiantes deductivos manifiestan preferencias por una estructura que de lo general llegué a lo específico. El estilo activo incluye a las personas que prefieren aprender a través de la experiencia y con otras; el estilo reflexivo incluye a aquellas que prefieren pensar e interiorizar los temas y trabajar de manera individual. Finalmente, los secuenciales corresponden a estudiantes que prefieren un orden lineal, siguiendo cada etapa; los globales tienen una visión holística y tienen una concepción sistémica. El instrumento de medición de estos estilos es el *Index of Learning Styles* (ILS) de Felder-Solomon, que consta de 44 ítems con dos alternativas cada uno y clasifica a los estudiantes en cuatro de las cinco dimensiones del Modelo Felder-Silverman, no considera Inductivo/Deductivo (Felder, 1996).

¹² Esta compuesta por una lista de afirmaciones que se deben responder en un continuo que va desde "estoy completamente de acuerdo" hasta "estoy completamente en desacuerdo". El rango de 5 puntos corresponde a: estar completamente de acuerdo, estar de acuerdo, no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo, estar en desacuerdo y estar completamente en desacuerdo. El estudiante indica el número o letra apropiado y a cada respuesta se le da un valor en puntos, de 1 a 5 ó tantos como se incluya en la escala.

➤ **Estilos de aprendizaje Kinestésico, Visual y Auditivo:** los estilos kinestésico, visual y auditivo (Sarasin, 1998) describen las maneras preferidas en que las personas aprenden. Los estudiantes que poseen un estilo kinestésico aprenden mejor cuando están física y activamente involucrados en el proceso de aprendizaje, necesitan realizar algo para poder entenderlo. En el estilo visual se encuentran las personas que les gusta entender el material de aprendizaje mediante gráficos, imágenes y otros tipos de ayuda visual, no son secuenciales, sino más bien utilizan una aproximación holística y concreta a los contenidos de estudio. Las personas que poseen un estilo auditivo se caracterizan por preferir escuchar la información, trabajar de manera secuencial, desde las partes a la totalidad, siendo reflexivos y con una manera abstracta de pensar. El test para determinar el estilo predominante del estudiante consta de 14 ítems, con tres opciones, donde debe escoger sólo una alternativa; cada alternativa representa a un estilo.

➤ **Estilos de aprendizaje de Grasha-Riechmann:** estos investigadores identifican tres dimensiones bipolares de estilos de aprendizaje: participativo-pasivo colaborativo-competitivo, independiente-dependiente (Riechmann & Grasha, 1974). La primera se refiere a la actitud del estudiante frente al proceso de aprendizaje, la segunda mide la motivación del alumno para interactuar con otros, profesores y pares; la tercera corresponde a la reacción frente a los procedimientos utilizados en el aula, en el sentido de medir la actitud hacia los profesores y cuánta libertad y control desea en el ambiente de aprendizaje. El *Student Learning Style Scale* (SLSS) es un test de 90 ítems que mide estas preferencias, dirigido a estudiantes universitarios y de enseñanza secundaria, utiliza una escala de Likert de cinco puntos para manifestar el acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones planteadas (Jonassen & Grabowski, 1993, Riechmann & Grasha, 1974).

➤ **Estilos de aprendizaje de Gregorc:** estos estilos son patrones bidimensionales de las preferencias en el aprendizaje relativas a la forma de percibir y ordenar la información que el estudiante recibe. Las preferencias para percibir la información las define de manera concreta, abstracta o como algún tipo de combinación de ambas. La forma de ordenar la información se refiere a la manera de cómo la acomodan y priorizan, ya sea de manera secuencial, de manera

global o combinándolas. A partir de estas dimensiones establece cuatro estilos: concreto-secuencial, concreto-global, abstracto-secuencial y abstracto-global (Jonassen & Grabowski, 1993). El instrumento utilizado para determinar estos estilos, *Learning Styles Delineator* (LSD) consta de 40 palabras distribuidas en 10 columnas de cuatro ítems cada una, donde cada ítem debe evaluarlo el estudiante de 1 a 4, siendo este último valor el máximo (Gregorc, 2005; Jonassen & Grabowski, 1993).

- **Estilos Cognitivos**

Riding (2001) define los estilos cognitivos como las preferencias de un individuo y la forma habitual de aproximarse a la organización y representación de la información. Gargallo (1997) plantea que éstos constructos teóricos explican lo que ocurre en la mente del sujeto cuando éste elabora una respuesta frente a los estímulos ambientales, los procesa y se enfrenta a la realidad, son consistentes en el sentido que son difíciles de modificar y su raíz es básicamente cognitiva, aunque relacionada con toda la personalidad.

Numerosas investigaciones en el área de los estilos cognitivos han determinado una gran cantidad de dimensiones. La gran mayoría de los modelos de estilos cognitivos se caracterizan por ser constructos teóricos bipolares pertenecientes a una sola dimensión.

➤ **Dependiente de campo e Independiente de campo:** Witkin y Goodenough (1985) fueron los primeros en postular dos estilos cognitivos. Las personas que poseen un estilo cognitivo dependiente de campo se caracterizan por ser pasivas, necesitan ser dirigidas y perciben las cosas de manera holística, como un todo, siendo difícil para ellas analizar sus componentes y encontrar relaciones entre los elementos del todo; por el contrario, las personas con un estilo independiente de campo son activas, no necesitan ser guiadas y son capaces de percibir y analizar las componentes de un todo con mucha facilidad. En la Tabla 18 se hace una comparación detallada de ambos estilos.

El *Embedded Figures Test* (EFT) o Test de Figuras Enmascaradas (TFE) permite determinar el estilo cognitivo independiente de campo o dependiente de campo de un sujeto (Witkin, Oltman, Raskin & Karp, 1987). Es un test perceptivo que consiste en que el sujeto debe localizar una figura simple, previamente mostrada, dentro de una figura mayor y compleja la cual ha sido organizada de manera que oculta o enmascara la figura simple. Los resultados del TFE reflejan la capacidad de una persona para percibir figuras enmascaradas, es decir, si poseen un estilo Independiente de campo. El *Group Embedded Figures Test* (GEFT) o Test de las Figuras Enmascaradas forma Colectiva (TFEC) consta de 18 figuras, divididas en dos partes, ordenadas por criterio de dificultad, con un tiempo destinado de 8 minutos para cada una de las partes puntuables del test.

Tabla 18

Estilos cognitivos independiente y dependiente de campo (Jonassen & Grabowski, 1993)

Independiente de campo	Dependiente de campo
Son capaces de reorganizar información incorporando sus conocimientos ya adquiridos	Dificultad para reestructurar nueva información estableciendo enlaces con los conocimientos previos
Están menos influenciados por el refuerzo social	Su personalidad demuestra una gran orientación social
Utilizan una aproximación analítica en los entornos de aprendizaje	Utilizan una aproximación global en los entornos de aprendizaje
Demuestran habilidades de razonamiento	Demuestran pocas habilidades de razonamiento
Prefieren trabajar de manera individual	Prefieren trabajar en grupos
Trabajan bien en la resolución de problemas donde hay que considerar elementos fuera de su contexto	Tienen problemas para trabajar con aspectos aislados
Están internamente motivados	Necesitan que los guíen externamente
Aceptan las ideas después de analizarlas	Aceptan las ideas como se les presentan

➤ **Reflexivo e Impulsivo:** los estilos cognitivos Reflexivo e Impulsivo es también una clasificación bipolar que incluye dos ejes fundamentales: la demora temporal, que es el tiempo que emplea el sujeto en analizar los datos disponibles, de manera previa a emitir una respuesta y la exactitud en la respuesta, que se refiere a la calidad de la respuesta, que corresponde a aciertos o errores (Kagan, 1966). Las personas cuyo estilo cognitivo es reflexivo emplean más tiempo que

los impulsivos en analizar las situaciones, son más cuidadosos y tienen mayores aciertos, por lo que las probabilidades de enfrentar con éxito las tareas educativas son mayores, mientras que en los sujetos categorizados como impulsivos sucede lo contrario (Gargallo, 1997).

➤ **Agudización y Nivelamiento:** algunas personas al percibir destacan los elementos comunes y semejantes, tendiendo a minimizar las diferencias (nivelamiento o *leveling*), mientras que otras resaltan las diferencias y minimizan los rasgos comunes (agudización o *sharpening*) (Holzman & Klein, 1954; Jonassen & Grabowski, 1993).

➤ **Convergente y Divergente:** en esta otra clasificación los sujetos con un estilo cognitivo convergente de pensamiento, principalmente estudiantes del área de ciencias, se ven a sí mismos como fríos y sin imaginación, se concentran en los aspectos impersonales de su cultura, expresan con cautela sus sentimientos, se sienten molestos con la ambigüedad. Por el contrario, estudiantes del área de humanidades, poseen mayoritariamente un estilo de pensamiento divergente y se perciben como personas cálidas e imaginativas (Hudson, 1966).

➤ **Analítico y Holístico:** es una medida de la manera bipolar de procesar la información, que describe la manera en que los aprendices seleccionan y representan la información; se relaciona con la tendencia a organizar la información en partes o en todos. Los sujetos clasificados con un estilo cognitivo analítico se concentran más en los detalles y procedimientos antes de conceptualizar la totalidad de un tema; combinan la información en una secuencia lineal, centrándose primero en pequeños trozos de información que se encuentran ubicados en un menor nivel de una estructura jerárquica, para después trabajar con aquellos de mayor complejidad y nivel superior. Las personas con un estilo holístico, por el contrario, se aproximan a los contenidos de aprendizaje de manera global, concentrándose primero en las descripciones de carácter general; se centran en diversos aspectos del tema, al mismo tiempo, y tienen diversos objetivos que abarcan varios niveles de la estructura de los contenidos, utilizando enlaces complejos para relacionar información de distintos niveles (Jonassen & Grabowski, 1993; Pask, 1972).

➤ **Visual y Verbal:** estos estilos corresponden a dos formas diferentes de representación que privilegia cada sujeto. Algunas personas prefieren procesar la información de manera visual, a través del uso de gráficos, ilustraciones y esquemas; por el contrario, otras prefieren procesar la información que está en palabras, leyendo o escuchando (Jonassen & Grabowski, 1993; Kirby, Moore & Schofield, 1988).

Riding y Sadler-Smith (1992) plantean que las distintas teorías de estilos cognitivos pueden agruparse en dos dimensiones principales: analítico-holístico y verbal-visual. La dimensión analítico-holístico incluye a distintos estilos cognitivos: independiente de campo-dependiente de campo, reflexivo-impulsivo, agudización-nivelamiento, convergente-divergente y analítico-holístico (ver Tabla 19). La dimensión analítica-holística de los estilos cognitivos deriva del trabajo de la independencia/dependencia de campo y describe como un sujeto habitualmente organiza y estructura la información, si en partes o en una totalidad, mientras piensa y aprende (Riding & Sadler-Smith, 1992). Por otra parte, la dimensión verbal-visual describe la manera preferida de representar la información cuando piensa, puede ser de manera verbal o mediante imágenes mentales.

Estas dos dimensiones de estilos cognitivos deben concebirse de manera independiente una de la otra, de modo que el estilo de un sujeto en una de las dimensiones no afecta su estilo en la otra dimensión; por ejemplo, una persona puede tener un estilo holístico y visual, otra un estilo holístico y verbal. Para medir los estilos en ambas dimensiones el instrumento necesario es el *Cognitive Styles Analysis* (CSA) (Riding & Sadler-Smith, 1992), que comprende tres sub-tests. El primero corresponde a la dimensión verbal-visual que presenta afirmaciones que deben responderse como verdaderas o falsas; los otros dos determinan la dimensión analítica-holística, y están compuestos por pares de figuras geométricas complejas que el sujeto debe clasificar como diferentes o semejantes y figuras geométricas con formas simples y otras con figuras complejas, donde debe decidir si la figura simple está contenida en la de mayor complejidad. Este instrumento está disponible sólo en el idioma inglés en la actualidad.

Tabla 19

Clasificaciones de comunes para el Estilo Cognitivo Analítico-Holístico (Riding & Sadler-Smith, 1992)

Estilos Cognitivos Holísticos-Analíticos	
Analítico	Holístico
Independiente de campo	Dependiente de campo
Reflexivo	Impulsivo
Agudización	Nivelamiento
Convergente	Divergente
Analítico	Holístico

2.4.2 SHA basados en Estilos de Aprendizaje

Stash, Cristea y De Bra (2004) plantean que se le ha prestado muy poca atención a particularidades de los estudiantes como los estilos de aprendizaje, puesto que la mayoría de los SHA diseñados para el aprendizaje han sustentado su adaptación en otras características de ellos, tales como: objetivos o tareas, nivel de conocimientos, procedencia, intereses y experiencia en el hiperespacio.

Los SHAA desarrollados y que basan la adaptación en los estilos de aprendizaje de sus potenciales usuarios, se han sustentado en diferentes modelos o teorías de estilos de aprendizaje argumentando, en algunos casos, criterios para tal elección, ver Tabla 20.

En algunos sistemas la adaptación se materializa exclusivamente en la presentación de los contenidos, en otros, se incorporan además sugerencias para las opciones de navegación. En la presentación de contenidos algunos sistemas incorporan diferentes medios para presentar la información, además del texto, como archivos de sonido, imágenes, mapas, vídeos, etc.; en otros sólo se estructura de diferentes maneras la secuencia de los contenidos, dependiendo de las estrategias instruccionales utilizadas para cada estilo de aprendizaje establecidas con anterioridad. La adaptación de las opciones de navegación es también variada, algunos utilizan iconos de distintos colores para indicar las acciones que se le recomienda seguir al estudiante; por el

contrario, otros presentan de manera adaptativa distintos tipos de herramientas de navegación en función de los estilos de aprendizajes.

Tabla 20

Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en estilos de aprendizaje

SHA basados en estilos de aprendizaje	Adaptación	Estilos de Aprendizaje	Criterios	Referencia
CS383	Presentación	Felderman-Silverman:	-El más apropiado	Carver et al. (1999)
Arthur	Presentación	Sarasin	-Ninguno	Gilbert & Han (1999)
Inspire	Presentación Navegación	Honey & Mumford	-Ninguno	Papanikolaou, K. et al. (2002)
Mas-Plang	Presentación Navegación	Felderman-Silverman	-Ninguno	Peña et al. (2002)
iWeaver	Presentación	Modelo de Dunn & Dunn	-Justificación teórica y empírica del modelo	Wolf (2002)
Web-Based Courseware	Presentación Navegación	Felder-Silverman (sólo Global-Secuencial)	-Ninguno	Bajraktarevic et al. (2003)
Feijoo.Net	Presentation Navigation	Alonso, Gallego y Honey (sólo considera los estilos Activo y Teórico)	-Justificación teórica y empírica del modelo	Paule et al. (2003)

Se analizarán primero los sistemas que adaptan sólo la presentación de los contenidos. El CS383 es un curso básico de Ciencia de la Computación que introduce a los estudiantes en distintos tópicos y que adapta la forma de representar los contenidos a distintos estilos de aprendizaje mediante diferentes estrategias instruccionales basadas en la utilización de distintos elementos de carácter textual e hipermedia (Carver et al., 1999). Arthur realiza la adaptación de manera diferente, utilizando variados formatos de información, para un mismo contenido o concepto, asociando el tipo de formato a los estilos de aprendizaje, de modo que estudiantes con distintos estilos recibirán la información en formatos diferentes (Gilbert & Han, 1999). El sistema iWeaver utiliza también distintas formas para representar la misma información junto con técnicas de texto condicional en función de los estilos de aprendizaje, de manera que se componen distintas páginas para diferentes estudiantes (Wolf, 2002).

Por otra parte, se encuentran sistemas en que se adapta no sólo la presentación de contenidos sino también las opciones de navegación. En el caso de Inspire los estilos de aprendizaje determinan la adaptación de la presentación y se refleja en distintas secuencias de actividades en función de ellos; en cuanto a la adaptación de las opciones de navegación proporciona al estudiante diferentes iconos con distintos colores para sugerirle acciones y recorridos, basándose exclusivamente en su nivel de desempeño (Papanikolaou et al., 2002). En otros sistemas como Mas Plang, además de adaptar la presentación de los contenidos a los estilos de aprendizaje mediante diversas estrategias instruccionales, ajusta las herramientas de navegación a los mismos, ofreciendo herramientas puntuales, estructurales y para el trabajo colaborativo, como, por ejemplo, un alumno clasificado como global tiene a su disposición mapas de visión general del sistema, no así el estudiante que su estilo predominante es secuencial (Peña et al., 2002). En Feijoo.Net se utilizan tanto técnicas de adaptación de contenidos como de navegación adaptativa en función de los estilos de aprendizaje; para la presentación de los contenidos utilizan variantes de explicaciones, reordenación de la información e inclusión condicional de fragmentos y para ajustar las opciones de navegación emplean las técnicas de guía directa, ordenamiento de enlaces, inhabilitación de enlaces y mapas (Paule et al., 2003). Web-based courseware adapta la presentación de los contenidos y la navegación en función de los estilos de aprendizaje global y secuencial, incluyendo elementos como tablas de contenidos, resúmenes y diagramas para aquellos estudiantes que tienen un estilo global y para el estilo secuencial incorporan pequeños trozos de información sólo de carácter textual junto con botones que le permiten avanzar y retroceder (Bajraktarevic et al., 2003).

2.4.3 SHA basados en Estilos Cognitivos

Los SHA desarrollados destinados al aprendizaje basados en estilos cognitivos, adaptan principalmente las opciones de navegación. Los estilos cognitivos utilizados son los de independencia y dependencia de campo (Witkin & Goodenough, 1985).

El SHA *Adaptive Educational System based on Cognitive Styles* (AES-CS) (Triantafillou et al., 2003) es un módulo para la enseñanza de “Sistemas de tecnología multimedia” a nivel de

educación universitaria. La adaptación está basada en los niveles de conocimientos y los estilos cognitivos independiente y dependiente de campo de sus estudiantes-usuarios. Las técnicas de adaptación utilizadas a nivel de opciones de navegación corresponden a las de anotación y guía directa, manipulando la selección y presentación de los enlaces. La selección y el color de los enlaces son adaptados en función de cada usuario, considerando el nivel de conocimientos de los conceptos (desconocido, conocido, aprendido, bien aprendido) y la estrategia instruccional correspondiente a su estilo cognitivo (independiente/dependiente de campo). La técnica de anotación utiliza colores para apoyar la navegación, el color azul representa un enlace recomendado para el estudiante y el color gris le indica que aún no está preparado para aprender los conceptos a los cuales lleva ese enlace. La técnica de guía directa sugiere secuencia de contenidos para aprender y trabajar de acuerdo a su nivel de conocimiento. Las técnicas de adaptación de presentación de contenidos utilizadas son las de texto condicional y variante de páginas para representar de una manera global los contenidos, de lo general a lo específico, a los estudiantes con un estilo dependiente de campo; por el contrario para los alumnos con un estilo cognitivo independiente de campo la presentación tiene las características opuestas, de lo específico a lo general.

Mitchell et al. (2004) desarrollaron un tutorial basado en web para enseñar a estudiantes de computación algoritmos. La adaptación del sistema se basó en los estilos cognitivos independencia/dependencia de campo. Las técnicas de adaptación de las opciones de navegación utilizadas fueron la de ordenación de enlaces, inhibición de enlaces y adaptación de mapas. A los estudiantes con un estilo predominante dependiente de campo se les proporcionó una visión general de los contenidos, en primer lugar, ordenando los enlaces de manera que después accedieran a los contenidos específicos y a los detalles; en función de sus preferencias por una navegación lineal se restringió la navegación mediante la inhibición de los demás enlaces y, finalmente, tenían a disposición un mapa con la estructura jerárquica del sistema. Los estudiantes clasificados como independiente de campo, tenían la visión exhaustiva de cada tópico antes de ir al siguiente; tenían una gran cantidad de enlaces facilitando la libre exploración de los contenidos y un índice que les permitía encontrar la ubicación específica de un tema.

Stash & De Bra (2004) inician una línea de investigación utilizando dos categorías distintas de estilos cognitivos, la clasificación independiente/dependiente de campo y visual/verbal. Demuestran que utilizando la herramienta de autor AHA! 3.0 es posible adaptar la forma de navegación, con opciones específicas primero, para los estudiantes con un estilo independiente de campo y global en primer lugar, para los que poseen un estilo dependiente de campo. La forma de adaptación propuesta en el caso de los estilos cognitivos visual/verbal es mediante la inclusión condicional de objetos, en distintos tipos de formatos, en función de los requerimientos de cada uno de los estilos.

En los SHA que han sido analizados anteriormente, basados en estilos de aprendizaje y en estilos cognitivos, se ha comprobado que la mayoría de ellos no utilizó, o no los hacen explícitos, un conjunto de criterios comunes para la selección de un determinado modelo o teoría de estilos de aprendizaje. Al mismo tiempo es importante destacar que la selección de las estrategias de enseñanza, en los sistemas descritos, tanto los basados en estilos de aprendizaje como en estilos cognitivos, está basada exclusivamente en los posibles estilos de los futuros usuarios, sin considerar otros factores de carácter pedagógico determinantes para un diseño instruccional, como son el tipo de aprendizaje u objetivo instruccional y el contexto de los contenidos de aprendizaje en la selección del modelo de estilos de aprendizaje (Prieto, Gros & García, 2004a; Prieto et al., 2004b; Prieto et al., 2005).

Para seleccionar el modelo o teoría de estilos de aprendizaje que se utilizará en la adaptación de un SHA, deberán considerarse un conjunto de criterios que permitan realizar una óptima elección. Sampson y Karagiannidis (2003) y Karagiannidis y Sampson (2004) plantean criterios útiles para seleccionar el más adecuado para ser incorporado como referencia de la adaptación en un SHA. Éstos son: la justificación tanto teórica como empírica del modelo, si posee instrumentos para clasificar a los estudiantes en las categorías que establece, si éstos últimos no son demasiado extensos, si describe además de las categorías de estilos las estrategias instruccionales asociadas a cada una, el costo del instrumento de medición de los estilos y, finalmente, si es apropiado para el

contexto de aprendizaje. La aplicación de criterios de orden práctico y, principalmente, pedagógicos es necesaria para escoger el modelo de estilos de aprendizaje más adecuado para el SHA que será diseñado (Prieto et al., 2004a; Prieto et al., 2004b; Prieto et al., 2005).

Una de las maneras de adaptar el proceso instruccional es ajustándolo a los rasgos individuales o preferencias de cada estudiante, de tal forma de enseñar a los estudiantes utilizando métodos instruccionales que se relacionan con sus fortalezas y preferencias (Jonassen & Grabowski, 1993). Rumetshofer y Wös (2003), en igual sentido, plantean que para que las experiencias de aprendizaje en SH sean más enriquecedoras y efectivas para los estudiantes, en el diseño de éstos hay que incorporar distintas estrategias de enseñanza en función de sus estilos cognitivos. En la medida que los alumnos sean capaces de seleccionar toda la información que requieren y posean ayudas que se acomoden mejor a sus características, todo el proceso de aprendizaje será más efectivo. Sin embargo, de acuerdo a Merrill (2001), si se adopta la modalidad de adaptación a las preferencias individuales, como los estilos de aprendizaje y/o estilos cognitivos, para sistemas instruccionales, en directo o basados en tecnología, primero hay que seleccionar las estrategias instruccionales apropiadas y consistentes con el objetivo de aprendizaje y, sobre la base de estas estrategias, optar por las más adecuadas a cada uno de los estilos de aprendizaje. Las estrategias instruccionales en función de cada categoría de estilo de aprendizaje y/o estilos cognitivos pueden establecerse realizando un cruce entre las características de cada estilo y las diferentes estrategias de enseñanza definidas (Leighton et al., 2004; Prieto et al., 2004b; Prieto et al., 2005).

Por tanto, factores que son importantes, desde un punto de vista pedagógico, deben incluirse y hacerse explícitos cuando se diseñan y describen SHA destinados a favorecer algún tipo de aprendizaje específico. Esto implica aplicar criterios de selección para los modelos de estilos, tanto de aprendizaje como cognitivos, como plantean Sampson y Karagiannidis (2003) y Karagiannidis y Sampson (2004), basarse en una metodología de diseño, de carácter general, en función del tipo de aprendizaje y las características de cada estilo, estableciendo, además, relaciones claras con las diferentes estrategias instruccionales, por ejemplo, con el control del

aprendizaje, el tipo de interacción, el foco del aprendizaje y el tipo de apoyo, que son factores determinantes para el diseño de sistemas de estas características.

2.5. Metodologías de diseño de Sistemas Hipermedia Adaptativos para el aprendizaje

No se encuentran en la literatura una gran cantidad de metodologías para diseñar SHA para el aprendizaje, y las pocas que se encuentran provienen del área de la informática, como la Metodología para diseñar SHA (Brusilovsky, 2003), el Marco de referencia de SHA para el aprendizaje (Buendía & Díaz, 2002) y el Modelo sistémico, evolutivo y semántico para el desarrollo de SHA (Medina et al., 2002a), pero no del ámbito de la informática educativa. En relación a los SHA destinados al aprendizaje y que basan su adaptación en estilos de aprendizaje y en estilo cognitivos, las metodologías empleadas no son explícitas y establecen relaciones diversas con distintos modelos o teorías de estilos y las estrategias instruccionales a utilizar. Una excepción es la propuesta de Chen y Macredie (2002) para diseñar aspectos relacionados con la navegación, el control del aprendizaje y las herramientas de apoyo para situarse en el sistema, en función de los estilos cognitivos independiente y dependiente de campo. Cristea y Stash (2006) reconocen como un factor importante para desarrollar SHAA basados en estilos de aprendizaje la existencia de metodologías de diseño.

Se analizarán tres metodologías existentes, distintas y de carácter general, para el desarrollo de SHA destinados al aprendizaje.

2.5.1 Marco de referencia para SHA para el aprendizaje

Buendía y Díaz (2002) proponen una estructura para los SHA para el aprendizaje basada en el modelo del usuario, Modelo del Dominio y Modelo de Adaptación (ver Figura 19).

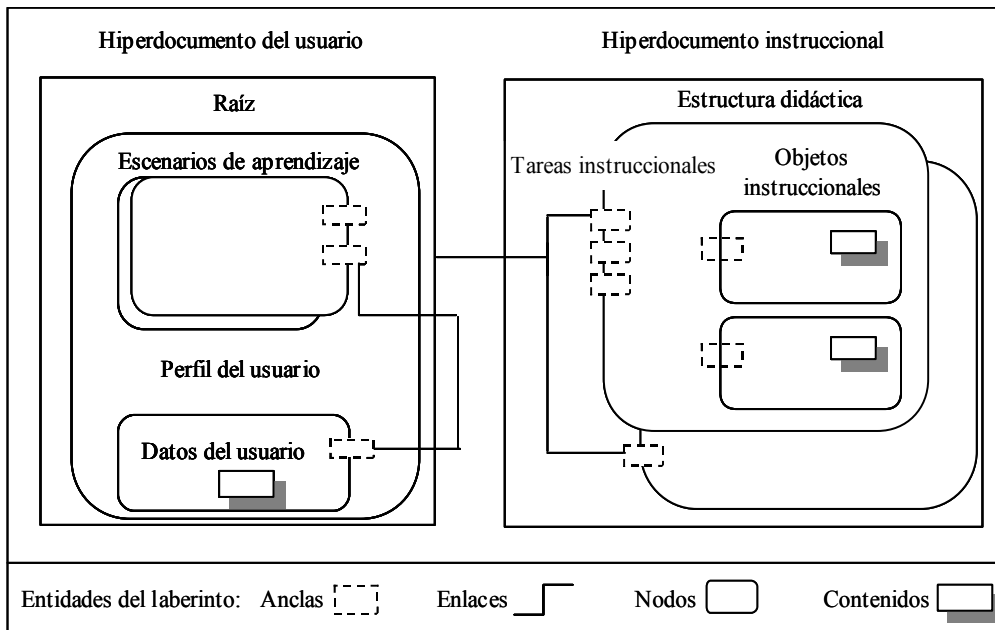


Figura 19. Representación laberíntica de las entidades del modelo del dominio y del usuario (Buendía & Díaz, 2002).

La adaptación está centrada en los tipos de estructuras con los que es el usuario es capaz de trabajar y las tareas que él realizará dentro de ella. Una aplicación instruccional está asociada con un hiperdocumento instruccional, contiene un grupo de **estructuras didácticas**, las cuales están relacionadas con nodos. Cada uno de estos nodos tiene una lista de anclas¹³ que localiza las **tareas instruccionales** asignadas. Estas anclas representan la interfaz de la **estructura didáctica** y están conectados mediante enlaces con el hiperdocumento del usuario.

El Modelo de adaptación es definido por el docente mediante un conjunto de reglas, que relacionan las **estructuras didácticas** con los **niveles de competencia**.

¹³ Un ancla es una marca que se ubica en un lugar o punto determinado de una página web. Luego se puede crear un enlace a esa ancla, de modo que al pulsar sobre el hiperenlace se llegará al lugar específico de la página web donde está localizado el ancla.

2.5.2 Modelo sistémico, evolutivo y semántico para el desarrollo de SHA (SEM-HP)

SEM-HP es un modelo sistémico, evolutivo y semántico para desarrollar SHA (ver Figura 20).

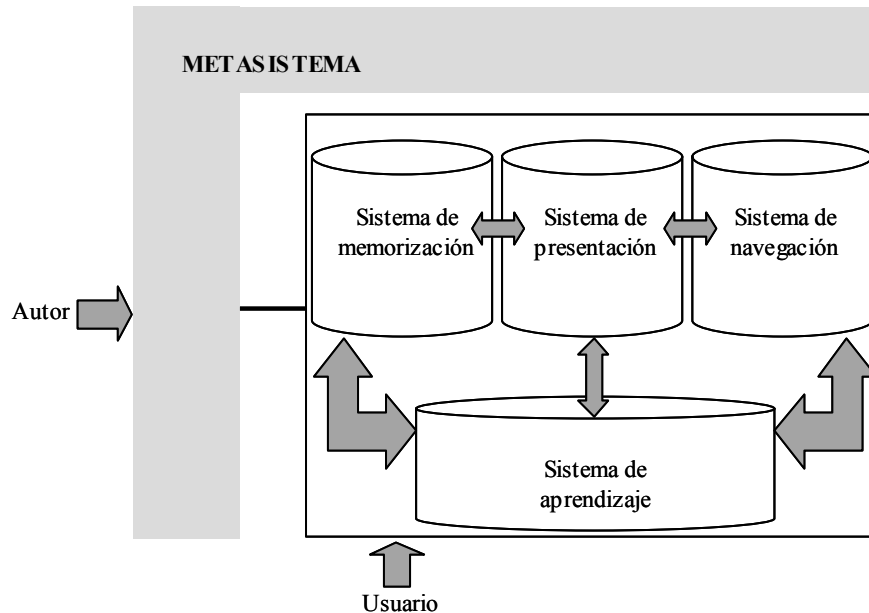


Figura 20. Modelo SEM-HP (Medina et al., 2002a)

Es sistémico porque concibe un SH como un conjunto de subsistemas que interactúan entre sí; es semántico porque ofrece una aproximación semántica flexible, que permite al autor caracterizar la información del dominio. Una representación semántica permitirá un mayor grado de adaptación y de evolución (García, 2001; Medina et al 2002a; Medina, García, Rodríguez, Parets, 2002b; Medina, García, Torres, Parets, 2001). Este modelo consta de cuatro subsistemas interrelacionados y que interactúan entre sí, denominados:

➤ **Memorización:** este subsistema almacena y mantiene la estructura del conocimiento que proporciona el sistema. La estructura conceptual es una red semántica con dos tipos de nodos: conceptos e ítems. Los conceptos son ideas marcadas y los ítems contienen la información relativa a cada concepto. Los enlaces de esta red son de dos tipos: relaciones entre conceptos o asociaciones entre conceptos e ítems.

➤ **Presentación:** este subsistema permite seleccionar una parte de los conceptos, ítems y relaciones de la estructura conceptual previamente definida.

➤ **Navegación:** admite agregar restricciones relativas a la secuencia de los elementos de la estructura conceptual que serán presentados. Estas restricciones establecen un orden parcial entre los ítems.

➤ **Aprendizaje:** el último subsistema, el del **aprendizaje**, tiene la función de realizar la adaptación del sistema hipermedia. Los elementos que lo constituyen son:

- Reglas de conocimiento: restringen la navegación del usuario en función de su conocimiento.
- Reglas de actualización: registran el grado de conocimiento de un usuario en relación con los ítems.
- Reglas de peso: calculan el grado de conocimiento que el usuario posee respecto de cada uno de los conceptos, utilizando como referencia el conocimiento de los ítems asociados a ellos.
- Modelo de usuario: almacena información sobre el conocimiento, preferencias e intereses del usuario.

Este subsistema utiliza distintas técnicas y métodos con el fin de adaptar la estructura conceptual de la navegación. También se realiza una anotación asociada a cada concepto donde se especifica el grado de conocimiento del usuario respecto a ellos y si han sido visitados anteriormente.

2.5.3 Metodología de diseño de SHA

Brusilovsky (2003) compara el proceso de diseño y desarrollo de SH con el diseño de SHA. La etapa de diseño de los SH consiste solamente en diseñar y estructurar el hiperespacio del material educativo. En cambio para los SHA además de esta etapa, requiere de otras acciones, tales como diseñar y estructurar el espacio de conocimientos, que corresponde a una de las fases más importantes del diseño de los SHA, que consiste en estructurar el Modelo del Dominio; diseñar un

Modelo del Usuario genérico; diseñar los objetivos de aprendizaje y diseñar las conexiones entre la estructura de conocimientos y el hiperespacio del material educativo (ver Tabla 21).

Tabla 21

Etapas del diseño de SH y SHA para el aprendizaje (Brusilovsky, 2003)

SH	SHA
	Diseño y estructura del espacio del conocimiento
	Diseño de un modelo de usuario genérico
	Diseño de los objetivos de aprendizaje
Diseño y estructura del hiperespacio del material de aprendizaje	Diseño y estructura del hiperespacio del material de aprendizaje
	Diseño de las conexiones entre el espacio del conocimiento y el hiperespacio del material educativo

El diseño de los objetivos de aprendizaje Brusilovsky (2003) lo plantea en el sentido de modelar objetivos distintos para estudiantes-usuarios diferentes, en un mismo SHA, descomponiéndolos en secuencias de objetivos más específicos.

Brusilovsky (2003) destaca que una de las etapas más importantes en el diseño de SHA es estructurar el hiperespacio, es decir, conectar los nodos o páginas web que contienen los contenidos con enlaces que permitan la navegación en el sistema. Existen diversas formas para organizar los nodos y sus respectivos enlaces, sin embargo las dos representaciones más importantes son: el hiperespacio no estructurado y el hiperespacio jerárquico. La primera manera es la forma no estructurada, que consiste en hacerlo coincidir con el espacio del conocimiento; esta forma ha sido utilizada en el diseño de los primeros SHA (Brusilovsky, 2003). La segunda manera, que es la más utilizada en la actualidad, consiste en establecer una estructura jerárquica para estructurarlo, esto es, establecer a través de una jerarquía conceptual los recorridos naturales a través de la información desde cada nodo superior hacia los de niveles inferiores y viceversa. Una de las ventajas de esta organización hipermedia es que se facilita el apoyo para la navegación y orientación en el sistema (Brusilovsky, 2003). En la Figura 21 se esquematizan ambas posibilidades de estructurar el hiperespacio.

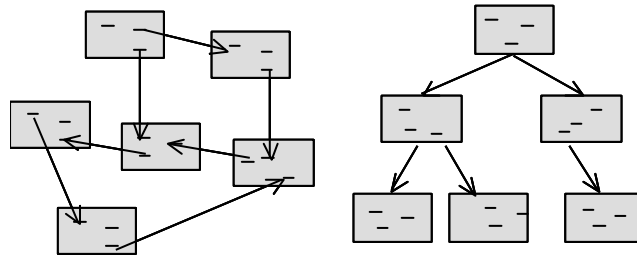


Figura 21. Hiperespacio no estructurado (izquierda) e hiperespacio estructurado jerárquicamente (derecha), (Brusilovsky, 2003)

Para el diseño de las conexiones entre el modelo de dominio o espacio del conocimiento y el hiperespacio, Brusilovsky (2003) plantea tres métodos distintos, a saber: el hiperespacio basado en conceptos, la asociación de varios conceptos por cada página web y la inclusión de varios conceptos en los distintos fragmentos de una misma página. El primer método consiste en relacionar cada concepto con una página, siendo cada concepto un nodo, de manera que el espacio del conocimiento es idéntico al hiperespacio (ver Figura 22).

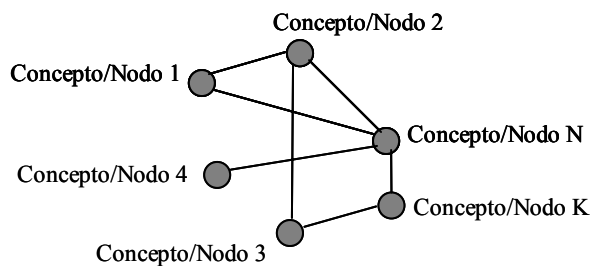


Figura 22. Hiperespacio basado en conceptos (Brusilovsky, 2003)

La segunda forma se caracteriza por asociar más de un concepto del modelo de dominio a una página web correspondiente al SH, estableciéndose enlaces entre una página y cada concepto que está relacionado con el contenido de esa página (ver Figura 23).

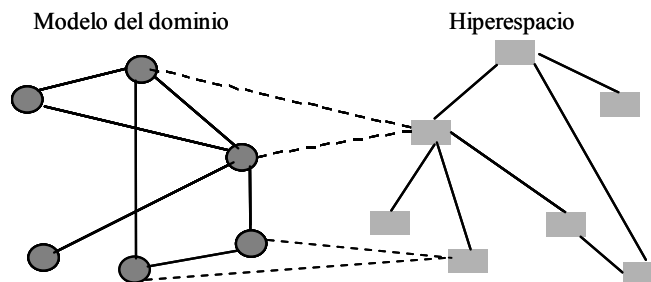


Figura 23. Más de un concepto por página web (Brusilovsky, 2003)

La última manera consiste en relacionar uno o más conceptos del modelo de dominio a cada fragmento de una página web correspondiente al SH. De esta manera, cada fragmento puede contener uno o varios conceptos del espacio de conocimiento (ver Figura 24).

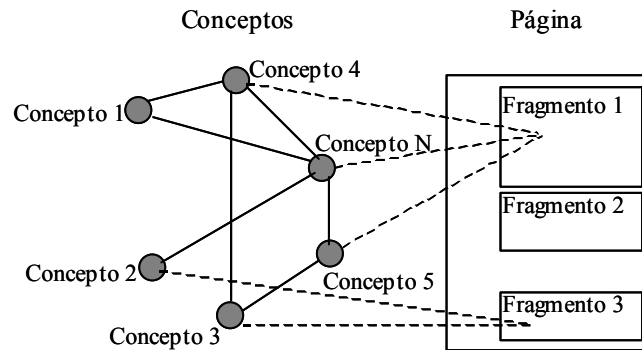


Figura 24. Asociación de conceptos a fragmentos de una página (Brusilovsky, 2003)

Los dos primeros modelos expuestos, para diseñar SHA, basan la adaptación exclusivamente en los niveles de competencia de los usuarios, es decir, en sus niveles de conocimientos. Ambos pueden ser de gran utilidad cuando la adaptación se base exclusivamente en aquellas diferencias individuales, permitiéndoles a los usuarios opciones diferentes de acuerdo al nivel de logro alcanzado. Sin embargo, cuando la adaptación al estudiante desea establecerse en función de sus preferencias o rasgos de personalidad, como son los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, las metodologías de diseño deben considerar estos factores y en función de ellos generar una propuesta que considere estos aspectos y su relación con el diseño instruccivo.

2.5.4 Metodología para diseñar SHA en función de los estilos cognitivos independiente/dependiente de campo

Las investigaciones en el área de SH y estilos cognitivos relacionan la forma en que el usuario recorre la información en función de sus estilos cognitivos, específicamente los estilos independiente y dependiente de campo (Chen & Macredie, 2002; Mitchell et al., 2004; Ford & Chen, 2005; Triantafillou et al., 2003).

Chen y Macredie (2002) y Mitchell et al. (2004) caracterizan la forma de recorrer la información en SH de cada uno de los estilos y establecen un modelo para diseñar SHA que se ajusten a estos estilos cognitivos (ver Figura 25).

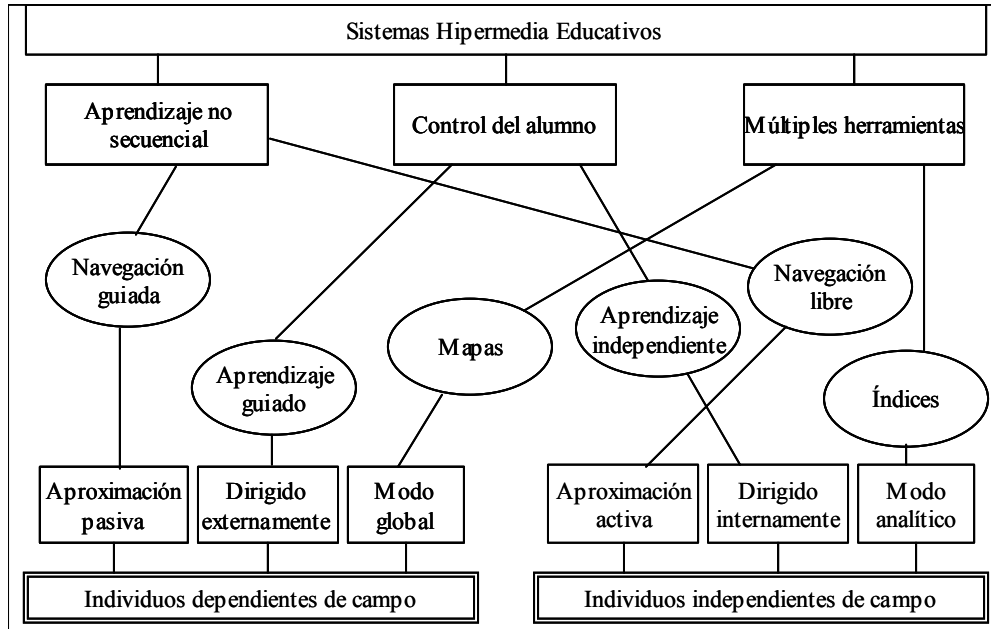


Figura 25. Características y patrones de aprendizaje de individuos independientes y dependientes de campo (Chen & Macredie, 2002)

Los sujetos con distintos estilos cognitivos poseen distintos patrones de navegación; las personas con un estilo cognitivo dependiente de campo, prefieren una interfaz restringida y navegar linealmente a través de la información, ser guiados en el aprendizaje, disponer de una visión global de los contenidos o temas del sistema a través de mapas que reflejen la estructura hipermedia. Por el contrario, los sujetos con un estilo cognitivo independiente de campo, prefieren una interfaz menos restringida como índices donde puedan ubicar contenidos específicos, recorriéndolos de manera separada y una estructura que les permita navegar de manera flexible, aprendiendo de manera independiente.

Lee, Wing Cheng, Rai y Depickere (2005) comprueban en un estudio la validez del modelo planteado por Chen y Macredie (2002), estableciendo, en el mismo sentido, que los sujetos que prefieren una forma lineal en el recorrido de los contenidos de aprendizaje o una navegación guiada poseen un estilo dependiente de campo, tienen mayor dificultad en ambientes no

estructurados debido a que es más difícil para ellos reestructurar información nueva, es decir, establecer enlaces con los conocimientos previos que posee por lo que prefieren ser guiados en su aprendizaje; las personas con un estilo independiente de campo, prefieren navegar libremente a través de la información, explorando los contenidos y estableciendo relaciones conceptuales entre ellos aprendiendo libremente.

Los estudiantes con un estilo predominante independiente de campo, a diferencia de los que poseen un estilo dependiente de campo, tienen mayor facilidad para realizar tareas de búsqueda de información en SH, para recorrer información hipertexto en la cual no está explícita su estructura, establecen una navegación no secuencial y utilizan durante un período de tiempo mayor las ayudas que proporcionan los sistemas (Chen & Macredie, 2002).

Chen y Macredie (2002) enfatizan que los estilos cognitivos son un factor importante para diseñar las herramientas de navegación de la interfaz de un SH diseñado para el aprendizaje. Los índices o cualquier herramienta de navegación que permita ubicar información específica debería estar disponible para los estudiantes con un estilo predominante de independencia de campo, ya que refleja las preferencias de éstos en su aproximación al aprendizaje, concentrándose básicamente en detalles de procedimiento; por otra parte, en el caso de usuarios con un estilo de dependencia de campo, tienden a una actitud más pasiva, requieren mayor cantidad de información de la estructura del sistema y guía extra.

Esta última caracterización de los estilos cognitivos y sus preferencias en relación con las opciones de navegación y elementos de ayuda para navegar en SH no establece relación con otros elementos necesarios en un diseño instructivo, como el tipo objetivo de aprendizaje para el cual será diseñado el sistema. Solamente establece una relación entre las características de los estilos y sus preferencias en relación con SH.

2.6. Estado del arte: fortalezas y debilidades

Después de esta revisión, se ha comprobado que existe una gran cantidad de información relativa a los distintos modelos que se utilizan para producir la adaptación en SHA en general, la manera como se relacionan entre sí y los diversos elementos que pueden incluirse en cada uno de ellos. De igual manera, existen variados métodos y técnicas, tanto a nivel de presentación de contenidos, opciones de navegación y multimedia y modalidad, que se han aplicado para proporcionar a los usuarios sistemas adaptados a sus necesidades y particularidades. En relación con las técnicas existen análisis de cuáles pueden ser más o menos efectivas para sistemas diseñados específicamente para el aprendizaje. También hay recomendaciones en relación con los tipos de enlaces y cuáles técnicas de adaptación de opciones de navegación es posible usar para cada uno de ellos.

Una limitación importante, dado lo incipiente de esta línea de investigación, es la carencia de herramientas de autor reales y probadas que permitan desarrollar SHA para el aprendizaje a autores de una formación no especializada en el área informática (Brusilovsky, 2003; Cristea & Stash, 2006).

En un ámbito más específico, el de los SHA para el aprendizaje basado en estilos de aprendizaje o estilos cognitivos, se han diseñado y desarrollado algunos, sólo a partir de 1999, en grupos específicos de investigación, concretamente del área de la informática. SHA que han utilizado los estilos de aprendizaje han ajustado la presentación de contenidos y/o las ayudas de navegación; los que emplean los estilos cognitivos, lo han hecho para adaptar las opciones de navegación. No existen sistemas que utilicen ambos constructos, es decir, que consideren los estilos de aprendizaje o preferencias de los estudiantes para ajustar la forma en que se entregarán los contenidos y, al mismo tiempo, los estilos cognitivos o formas de percibir y procesar la información para adecuar las ayudas de navegación.

Estos sistemas han utilizado distintos modelos de estilos y, en general, no hacen explícitos el por qué de esa elección. Los criterios propuestos por Sampson y Karagiannidis (2003) y Karagiannidis y Sampson (2004), para facilitar la elección de las teorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, conforman un conjunto completo y útil de criterios de selección, pues abarcan tanto aspectos prácticos como relativos al contexto de aprendizaje, que deberían ser tomados en cuenta.

Junto con lo anterior, las estrategias instruccionales utilizadas se definen de manera independiente del objetivo de aprendizaje y del tipo de SH que se quiere producir (presentación, representación o construcción), escogiéndolas sólo en función de las categorías de los estilos seleccionados. La adaptación se realiza mediante la utilización de diferentes técnicas y en distintos niveles, presentación de contenidos, ayudas para la navegación y multimedia y modalidad, sin explicitar los criterios relacionados con el diseño pedagógico para dicha selección.

Al mismo tiempo, dentro de las metodologías existentes para diseñar SHA se ha encontrado sólo una de carácter general para SHA para el aprendizaje (Brusilovsky, 2003). Otras dos basadas exclusivamente en función de los niveles de conocimientos de sus futuros usuarios, Marco de referencia para SHA para el aprendizaje y el Modelo SEM-HP (Buendía & Díaz, 2002; Medina et al, 2002a).

Sin embargo, la propuesta de Chen y Macredie (2002) es un planteamiento interesante, comprobado por Lee et al. (2005), donde detallan patrones de aprendizaje en función de los estilos cognitivos independiente y dependiente de campo en relación con la forma de navegación, el control del alumno y las herramientas de apoyo para la orientación en el hiperespacio. Estos tres elementos están directamente relacionados con tres categorías de estrategias instruccionales: apoyo para el aprendizaje, control del aprendizaje y las interacción para aprender (recursos no humanos). Por tanto, esta contribución puede ser aprovechada para el diseño de las opciones de navegación en función de los estilos cognitivos anteriormente mencionados.

Por lo expuesto, es necesario idear propuestas metodológicas de carácter general para diseñar SHAA basados en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, donde se incorporen elementos importantes como los descritos, tanto los que faltan como los que están presentes en algunas propuestas, de modo que faciliten el desarrollo de herramientas efectivas donde el aprendizaje sea el aspecto central.

CAPÍTULO 3

METHADIS

3.1 Introducción

Existen escasas metodologías para diseñar SHAA destinados al aprendizaje. Las propuestas de metodologías de diseño, en este ámbito, o son de carácter general (Brusilovsky, 2003) o el énfasis radica en definir la adaptación en función, principalmente, de los niveles de conocimientos de los potenciales usuarios (Buendía & Díaz, 2002; Medina et al., 2002a). La propuesta metodológica planteada por Chen y Macredie (2002) considera sólo los estilos cognitivos de los estudiantes para el diseño de las opciones de navegación, siendo un aporte valioso en ese ámbito y validado empíricamente (Lee et al., 2005).

Es por lo anterior que, el objetivo principal de esta tesis es elaborar y validar una metodología, desde una perspectiva pedagógica, para diseñar SHAA basados en web, en función de los tipos de aprendizaje y de diferencias individuales como son los estilos de aprendizaje y los estilos cognitivos.

Elaborar una metodología para diseñar SHA requiere definir y relacionar diversas componentes que constituyen estos sistemas. Para el caso específico de SHAA basados en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, existen otros elementos, específicamente relacionados con el diseño instruccional, que es necesario incorporar, a fin de diseñar un sistema coherente con el tipo u objetivo de aprendizaje y las características de los estilos utilizados para la adaptación.

En principio, implica definir al menos tres modelos, a saber: el Modelo del Dominio, el Modelo del Estudiante y el Modelo de Enseñanza o de Adaptación (Prieto et al., 2003). Estos tres modelos son necesarios para diseñar y, posteriormente, desarrollar cualquier SHAA (De Bra & Brusilovsky, 1998; De Bra et al., 1999b, Triantafillou et al., 2003). Éstos responden a las interrogantes: ¿qué se adaptará?, ¿en base a qué se realizará la adaptación?, y ¿cómo se generarán las distintas formas de adaptación? El Modelo del Dominio contiene la organización de los contenidos de la unidad de aprendizaje que será propuesta al estudiante, es lo que se adaptará proporcionando mayor o menor información y en distintos formatos. El Modelo del Estudiante es donde estarán especificadas las

categorías de estudiantes para los cuales se generará la adaptación, esto significa definir para qué tipo de particularidades de los alumnos se realizará la adaptación del sistema. Finalmente, el Modelo de Enseñanza establece las distintas formas de adaptación necesarias, esto es, define cómo se realizará la adaptación de los contenidos estructurados en el Modelo del Dominio y las ayudas para recorrerlos, en función de las características de los potenciales estudiantes-usuarios, modeladas en el Modelo del Estudiante. Es por lo anterior, que estos tres modelos deben estar presentes y, además, relacionados en SHA destinados a favorecer algún tipo de aprendizaje.

La manera cómo se relacionan estos modelos, junto con las actividades y tareas que se requieren para definirlos, conforman una metodología de diseño.

METHADIS, **M**ETodología para diseñar un Sistema **H**ipermedia **A**Daptat**I**vo para el aprendizaje basado en **e**Stilos de aprendizaje y estilos cognitivos, tiene como finalidad especificar el proceso de diseño de este tipo de sistemas, creando una secuencia ordenada de fases que permiten definir cada uno de los principales modelos que los componen.

METHADIS se describe en este capítulo, detallando cada uno de los niveles de esta metodología, los distintos modelos de adaptación considerados, las actividades y tareas involucradas, junto con las relaciones que se establecen entre ellos. En el siguiente apartado se describen, de manera general, las características, el contexto y las limitaciones de esta propuesta metodológica. Posteriormente, en el apartado 3.3 se detallan las actividades y secuencias de tareas que componen el primer nivel de METHADIS, el de definición de la unidad de aprendizaje. El apartado 3.4 corresponde a la descripción del segundo nivel definido en la metodología, el de selección de las teorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, necesarias para realizar el tipo de adaptación que se ha determinado para esta propuesta. En el apartado 3.5 se describe el tercer y último nivel de esta propuesta, el nivel de la adaptación, que incluye las actividades y tareas necesarias para especificar en detalle los Modelos del Estudiante y de Enseñanza. Finalmente, el último apartado, a modo de resumen final, contiene un mapa general de METHADIS donde se enfatiza en las entradas y salidas de este proceso de diseño.

3.2 Una visión global de METHADIS

METHADIS concibe el proceso de diseño en tres niveles que incluyen una secuencia de diferentes actividades relacionadas entre sí. El primer nivel es el de definición de la unidad de aprendizaje. En el segundo nivel se desarrollan las actividades de selección de las teorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. Finalmente, en el tercero, el de la adaptación para el aprendizaje, convergen las actividades de los niveles anteriores y se establecen las distintas formas de adaptación.

En cada nivel se definen las actividades y relaciones necesarias para incorporar elementos propios de sistemas de estas características, como son el objetivo de aprendizaje y la selección de los modelos de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. Esto permitirá definir las categorías de estudiantes y las formas de adaptación. La adaptación se define tanto para la presentación de los contenidos, que incluye los distintos formatos de información a utilizar, como para las opciones de navegación. Se proporcionarán los mismos contenidos, pero representados de manera adecuada a las preferencias de cada estudiante y con las ayudas que le permitirán orientarse de acuerdo a sus propias maneras de procesar la información.

Las características de los estudiantes que son tomadas en cuenta en METHADIS, para adaptar el sistema, son los estilos de aprendizaje y los estilos cognitivos, de acuerdo al objetivo principal de esta investigación. La adaptación basada en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, es un área que no se le ha dado la importancia necesaria (Stash & De Bra, 2004). Ambos constructos, dentro de las diferencias individuales, involucran aspectos relevantes para el proceso de aprendizaje, pues representan las preferentes formas de los alumnos de interactuar con entornos de aprendizaje y la manera cómo estructuran la información, respectivamente. Junto con lo anterior, se ha demostrado que los resultados del aprendizaje son mejores cuando coinciden las preferencias de los estudiantes, reflejadas en los estilos de aprendizaje o en los estilos cognitivos, con las estrategias instruccionales adecuadas. Es decir, cuando se personaliza la forma de enseñanza adaptada a sus

particulares necesidades (Chen & Ford, 1997; Chen & Macredie, 2002; Jonassen & Grabowski, 1993, Mitchell et al., 2004; Okamoto et al., 2001)

Los modelos que incluye METHADIS para generar la adaptación son tres. El Modelo de Dominio, el Modelo del Estudiante y el Modelo de Enseñanza.

El Modelo del Dominio, es el que representa la estructura conceptual del dominio de aprendizaje. Se organizan los contenidos asociados al objetivo de aprendizaje, detallando los conceptos compuestos, nodos o páginas y fragmentos o conceptos atómicos, con sus distintas interrelaciones. Por ejemplo, al estilo de lo que plantean Wu et al. (2000) y de la descomposición jerárquica de los conceptos en tres niveles, a partir de los objetivos, que se realiza en el sistema Inspire (Papanikolaou et al., 2002).

El Modelo del Estudiante, es donde se definen las categorías de estudiantes usuarios para los que se adaptará el sistema. En este caso específico, será un modelo basado en estereotipos, donde éstos serán definidos a partir de la combinación de las categorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de las teorías escogidas por el diseñador del sistema. Por ejemplo, el sistema iWeaver (Wolf, 2002) define las categorías de estudiantes-usuarios a partir de la aplicación de un cuestionario que mide las preferencias de los estudiantes en dos de los dominios planteados por el modelo de Dunn y Dunn (Dunn & Dunn, 1978) de estilos de aprendizaje.

En el Modelo de Enseñanza se establecen las reglas de adaptación en función de las distintas características de los estudiantes-usuarios y del objetivo de aprendizaje. Para ello se seleccionan las estrategias instruccionales en función, en primer lugar, del objetivo de aprendizaje y, después, de las características de cada uno de los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos escogidos. En las actividades siguientes se especifican las formas de adaptación de los contenidos y de las ayudas de navegación, de acuerdo a las estrategias instruccionales que han sido previamente escogidas. Éste es el modelo donde convergen todas las actividades anteriores, siendo el de mayor relevancia en el proceso de diseño de sistemas destinados al aprendizaje. Por ejemplo, en el caso de los

sistemas Inspire (Papanikolaou et al., 2002) e iWeaver (Wolf, 2002), se aplican estrategias instruccionales acordes con cada categoría del modelo de estilo de aprendizaje seleccionado para generar las formas de adaptación; por otra parte, en el sistema AES-CS (Triantafillou et al., 2003) la adaptación se genera en función de las características del modelo de estilos cognitivos escogido.

En METHADIS, representada en la Figura 26, el profesor es quién diseña la unidad de aprendizaje, que será ajustada a los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de los estudiantes, quiénes serán los usuarios finales del sistema.

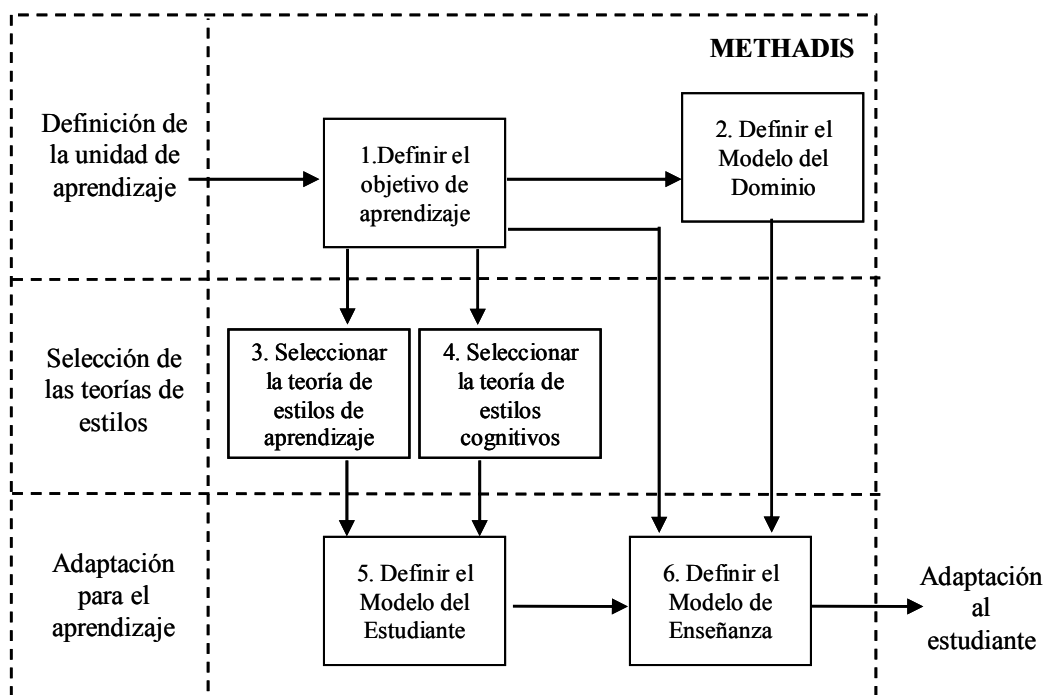


Figura 26. Mapa de METHADIS

El primer nivel corresponde a la definición de la unidad de aprendizaje del sistema. Éste consta de dos actividades, relacionadas con este proceso. La primera actividad es definir el tipo de aprendizaje, esto implica establecer el propósito que se quiere lograr, mediante un **objetivo de aprendizaje**. A partir del objetivo de aprendizaje, en el **Modelo del Dominio**, se detallan los contenidos y la estructura de los mismos, definiendo los conceptos involucrados y los distintos tipos de relaciones conceptuales entre ellos.

En el segundo nivel se seleccionan las teorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. En este nivel corresponde tomar decisiones con respecto a las teorías o modelos de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos que serán utilizados. Para ello se definen dos actividades, las de **seleccionar la teoría de estilos de aprendizaje** y la de **seleccionar la teoría de estilos cognitivos**. Ésta es una etapa de gran relevancia, donde el objetivo de aprendizaje es el elemento que define el contexto de aprendizaje, principal criterio de selección.

En el último nivel, el de la adaptación para el aprendizaje, se deben precisar todas las categorías de usuarios y las formas de adaptación respectivas. La combinación de las clases de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos permiten establecer las distintas categorías de estudiantes-usuarios en el **Modelo del Estudiante**. Para concretar las estrategias instruccionales que serán utilizadas, se define el **Modelo de Enseñanza**, donde el objetivo de aprendizaje, las características de las categorías de estudiantes y los contenidos del dominio de aprendizaje tienen un rol importante para definirlos (Prieto & García, 2006; Prieto et al., 2004a; Prieto et al., 2004b). Estas estrategias de enseñanza se concretan mediante dos formas de adaptación, la de los contenidos en función de los estilos de aprendizaje y la de las opciones de navegación ajustadas a los estilos cognitivos.

El Modelo del Entorno y el Modelo de Interacción son modelos que también pueden ser incorporados en SHAA. No obstante, estos últimos modelos no es imprescindible incluirlos como el Modelo del Estudiante, el Modelo del Dominio y el Modelo de Enseñanza. Sólo pueden servir para complementar la adaptación que ha sido definida a partir de los tres modelos básicos. El Modelo del Entorno permite que el sistema se adapte a distintos ambientes de software y hardware (Gutiérrez & Pérez, 2001; Kobsa et al., 2001). El Modelo de Interacción, que algunos autores incluyen en el Modelo del Estudiante (Brusilovsky, 1996; Gutiérrez & Pérez, 2001), tiene como finalidad adaptarse a las preferencias que el usuario manifiesta durante la interacción con el sistema. La adaptación definida en METHADIS se basa sólo en preferencias de los estudiantes, determinadas por sus estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, es por esto que la inclusión de los Modelos de Entorno e Interacción no ha sido necesaria, pues no corresponde al tipo de adaptación definida en el objetivo de esta investigación.

En las siguientes secciones se describirá detalladamente cada una de las actividades de los tres niveles definidos en METHADIS.

3.3 Definición de la unidad de aprendizaje

En el primer nivel de METHADIS se realizan dos actividades que permitirán definir la unidad de aprendizaje. Éstas son, definir el objetivo de aprendizaje del sistema que será diseñado y en el Modelo del Dominio, organizar los respectivos contenidos y establecer la estructura del SH.

3.3.1 Definir el objetivo de aprendizaje

El profesor que diseña la unidad de aprendizaje debe especificar claramente el propósito de ella. Esto significa establecer qué es lo que quiere que los estudiantes aprendan al finalizar la unidad. Para ello debe realizar las siguientes tareas: seleccionar el dominio de aprendizaje, escoger la taxonomía que será utilizada y definir el tipo de aprendizaje específico (ver Figura 27).

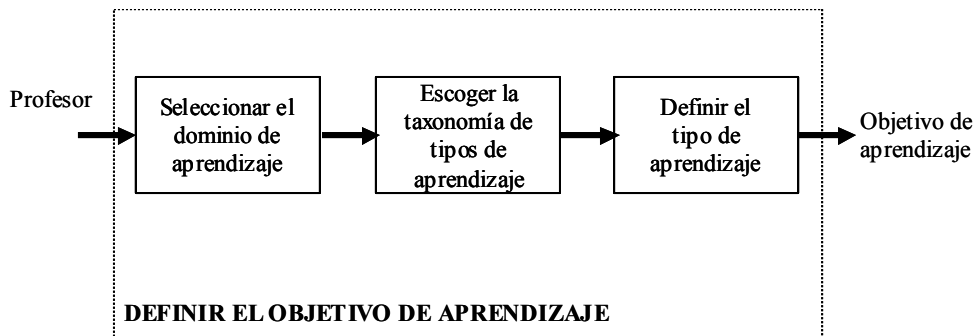


Figura 27. Tareas para la actividad 1: Definir el objetivo de aprendizaje

Distintos autores han planteado diversas categorías de tipos de aprendizaje correspondientes a distintos dominios de aprendizaje, para sus teorías instructivas. Reigeluth y Moore (1999) se refieren a tres grandes categorías de dominios de aprendizaje: cognitivo, afectivo y motor.

- **Seleccionar el dominio de aprendizaje**

La primera tarea consiste en seleccionar el dominio de aprendizaje correspondiente al área con la que se trabajará. Esto es determinar si corresponde al dominio cognitivo, afectivo o motor. Esta primera tarea está representada en la Tabla 22.

Tabla 22

Seleccionar el dominio de aprendizaje

Productos:	Entradas	Conocimientos, habilidades, actitudes y/o valores que se pretende que el alumno adquiera
	Salidas	Definición del dominio de aprendizaje
Técnicas y herramientas		Seleccionar el dominio de aprendizaje: cognitivo, afectivo o motor
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Primera tarea

- **Escoger la taxonomía de tipos de aprendizaje**

Se han planteado diversas taxonomías sobre los distintos tipos de aprendizaje, correspondientes a los dominios de aprendizaje. Bloom (1972) desde una visión conductista, aprendizajes observables, definió la siguiente taxonomía para el dominio de aprendizaje cognitivo: conocimientos, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Gagné (1975), con una aproximación más cognitivista, pues plantea condiciones internas además de externas que favorecen el aprendizaje, los clasificó en: habilidades intelectuales, estrategias cognitivas, información verbal, actitudes y habilidades motrices; considerando además del dominio cognitivo, el afectivo y motor. Posteriormente, Merrill (1997) establece cuatro tipos de contenidos: hechos, conceptos, procedimientos y principios, donde no incluye las habilidades motrices ni las actitudes. Reigeluth y Moore (1999) también clasifican, de manera general, los distintos tipos de aprendizaje cognitivos en: memorizar, entender relaciones, aplicar habilidades y aplicar destrezas generales; estas categorías no son totalmente independientes entre sí y pueden solaparse incluyendo más de una de ellas, formando un continuo, para un objetivo determinado.

En la Tabla 23 se resumen las distintas taxonomías y sus características.

Tabla 23

Taxonomías de aprendizaje

Autor	Dominio de aprendizaje	Características
Bloom (1972)	Cognitivo: <ul style="list-style-type: none"> - Conocimientos - Comprensión - Aplicación - Análisis - Síntesis - Evaluación 	<ul style="list-style-type: none"> -Memorizar información concreta o abstracta -Entender y hacer uso de la información -Aplicar conceptos en la resolución de problemas -Descomponer un conjunto en sus partes y definir las relaciones existentes -Crear un producto mediante la combinación de partes -Realizar juicios de valor sobre los contenidos de aprendizaje
Gagné (1975)	Cognitivo, afectivo y motor: <ul style="list-style-type: none"> - Habilidades intelectuales - Estrategias cognitivas - Información verbal - Actitudes - Habilidades motrices 	<ul style="list-style-type: none"> -Discriminar, aprendizaje de conceptos concretos y definidos, aplicación de reglas y reglas de orden superior -Habilidades para resolver problemas de manera efectiva -Proporcionar contextos significativos que permitan relacionar la información adquirida con los conocimientos previos -Acciones personales hacia las demás personas, cosas o eventos -Respuestas mediante el movimiento corporal en la interacción con el medio ambiente
Merrill (1997):	Cognitivo: <ul style="list-style-type: none"> - Hechos - Conceptos - Procedimientos - Principios 	<ul style="list-style-type: none"> -Nombres, datos o eventos -Características comunes de objetos, eventos o símbolos que pertenecen a una misma clase -Secuencia de etapas para llegar a un resultado -Explicaciones de cuándo o por qué ocurren determinados fenómenos
Reigeluth y Moore (1999):	Cognitivo: <ul style="list-style-type: none"> - Memorizar - Entender relaciones - Aplicar habilidades - Aplicar destrezas generales 	<ul style="list-style-type: none"> -Recordar datos, hechos, información mediante la asociación de estímulos y respuestas -Relacionar lo aprendido con los conocimientos previos -Transferencia del aprendizaje, aplicando lo aprendido a nuevas situaciones -Habilidades de pensamiento (resolución de problemas), aprendizaje de estrategias cognitivas y metacognitivas

La Tabla 24 sintetiza la tarea de escoger la taxonomía de aprendizaje más útil de acuerdo al contexto del sistema que se desea diseñar.

Tabla 24

Escoger la taxonomía del dominio de aprendizaje

Productos:	Entradas	Dominio de aprendizaje
	Salidas	Taxonomía de los tipos de aprendizaje
Técnicas y herramientas	Escoger la taxonomía de tipos de aprendizaje: Bloom (1972), Gagné (1975), Merrill (1997), Reigeluth y Moore (1999)	
Participantes	Profesor	
Momento de realización de la actividad	Después de escoger el dominio de aprendizaje	

- **Definir el tipo de aprendizaje**

Definir claramente el tipo de aprendizaje, facilitará la definición del objetivo de aprendizaje que se pretende que el estudiante logre al finalizar la interacción con los contenidos y actividades de la unidad de aprendizaje. La Tabla 25 representa la tarea específica de definir el tipo de aprendizaje que se quiere lograr.

Tabla 25

Definir el tipo de aprendizaje

Productos:	Entradas	Taxonomía de tipos de aprendizaje
	Salidas	Tipo de aprendizaje
Técnicas y herramientas		Definir el tipo de aprendizaje que se quiere lograr de acuerdo a la taxonomía escogida
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de escoger la taxonomía de aprendizaje

Los tipos de aprendizajes, de manera independiente de la taxonomía que se emplee, determinarán el tipo de SH que se diseñará. Si el objetivo de aprendizaje consiste en que el alumno solamente deba memorizar conceptos, el tipo de SH más apropiado sería de presentación, que responde a un modelo tutorial, basado en una concepción conductista del aprendizaje. Para un objetivo de aprendizaje donde el alumno deba, además, entender relaciones entre conceptos, el SH que se debería diseñar sería uno de representación, donde se organizan los conceptos en redes semánticas, basado en una concepción cognitivista del aprendizaje. Para aprendizajes de mayor complejidad, donde los estudiantes debieran aplicar destrezas generales para resolver problemas no estructurados, un SH clasificado como de construcción, que es un entorno flexible que el estudiante puede manipular, basado en una perspectiva constructivista del aprendizaje sería el más adecuado (Gros, 1997; Sánchez, 2001).

Esta primera fase del diseño es de gran relevancia porque determinará no sólo el tipo de SH que se diseñará, sino también los contenidos respectivos que se organizarán en el Modelo del Dominio. Al mismo tiempo, el objetivo de aprendizaje permitirá seleccionar la teoría de estilos de

aprendizaje, la teoría de estilos cognitivos y diseñar las estrategias de enseñanza necesarias para definir el Modelo de Enseñanza.

La Tabla 26 resume la actividad de definir el objetivo de aprendizaje.

Tabla 26

Definir el objetivo de aprendizaje

Productos:	Entradas	Conocimientos, habilidades, actitudes y/o valores que se pretende que el alumno adquiera
	Salidas	Objetivo de aprendizaje
Técnicas y herramientas		Definir el dominio de aprendizaje, taxonomía de tipos de aprendizaje y tipo(s) de aprendizaje. Definir el tipo de SH: presentación, representación, construcción
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Primera actividad

3.3.2 Definir el Modelo del Dominio

Una vez definido el objetivo de aprendizaje, la siguiente actividad del primer nivel de METHADIS es definir explícitamente el Modelo del Dominio. En esta actividad se definen un conjunto de tareas secuenciales que facilitarán la organización de los contenidos y la estructuración del SH, (ver Figura 28).

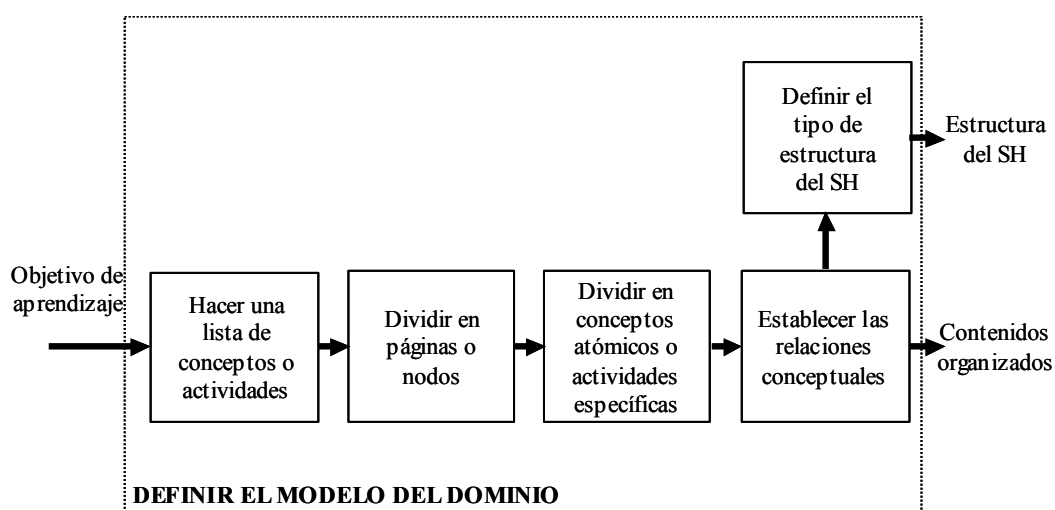


Figura 28. Tareas para la actividad 2: Definir el Modelo del Dominio y la estructura del SH

- **Hacer una lista de conceptos o actividades**

Dependiendo del tipo de aprendizaje definido en el objetivo se debe realizar, en la primera tarea, una lista de conceptos o actividades de aprendizaje. Si el tipo de aprendizaje definido es aprender información verbal, principios y reglas se utiliza un análisis de conceptos; por el contrario, si el tipo de aprendizaje corresponde a desarrollar habilidades de procedimientos, se debe establecer un análisis de las actividades que serán propuestas al estudiante (Alessi & Trollip, 2001). En ambos casos implica dividir conceptos o actividades generales en específicas. La primera tarea de esta actividad se presenta en la Tabla 27.

Tabla 27

Hacer una lista de conceptos o actividades

Productos:	Entradas	Objetivo de aprendizaje
	Salidas	Listado de conceptos compuestos
Técnicas y herramientas		Especificar los conceptos generales o actividades principales de los contenidos
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Primera tarea de la definición del Modelo del Dominio

- **Dividir en páginas o nodos**

La segunda tarea consiste en dividir cada uno de estos conceptos o actividades de aprendizaje compuestas en conceptos o actividades menores que corresponderán a los contenidos de las páginas o nodos del sistema (ver Tabla 28).

Tabla 28

Dividir los conceptos compuestos en páginas o actividades menores

Productos:	Entradas	Listado de conceptos compuestos o actividades
	Salidas	Lista de páginas o nodos o actividades menores
Técnicas y herramientas		Descomponer los conceptos compuestos en páginas o actividades menores
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Segunda tarea de la definición del Modelo del Dominio

- **Dividir en conceptos atómicos o actividades específicas**

La tarea siguiente consiste en descomponer cada página o nodo en conceptos atómicos o en actividades específicas, que serán las unidades más pequeñas de información (ver Tabla 29).

Tabla 29

Dividir las páginas o actividades en conceptos atómicos o actividades específicas

Productos:	Entradas	Lista de páginas o nodos o actividades menores
	Salidas	Conceptos atómicos o actividades menores
Técnicas y herramientas		Descomponer las páginas o actividades menores en conceptos atómicos o actividades específicas
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Tercera tarea de la definición del Modelo del Dominio

- **Establecer las relaciones conceptuales**

Una vez que se ha realizado la descomposición de los conceptos o actividades de aprendizaje se establecen las relaciones entre ellos. Para ello, en el caso de los conceptos, se pueden utilizar un grafo de conceptos, un grafo de requisitos, una red semántica, una estructura jerárquica o una estructura combinada (Carro, 2001). Para la descomposición de actividades de aprendizaje un diagrama de flujo representa de mejor manera un procedimiento que debe ser aprendido por un estudiante (Alessi & Trollip, 2001).

Las relaciones entre conceptos o actividades se pueden representar de distintas maneras; como enlaces simples de navegación que permiten ir de un nodo a otro; como prerrequisitos, cuando existen conceptos o actividades previas a otras y se requiere que el alumno las conozca antes de aprender el siguiente concepto o realizar la siguiente actividad; e inhibidores, que son enlaces que pueden ser inhibidos cuando el estudiante aún no está preparado para aprender ciertos conceptos o para realizar dichas actividades de aprendizaje (De Bra & Brusilovsky, 1998).

Tabla 30

Establecer las relaciones conceptuales

Productos:	Entradas	Conceptos compuestos o actividades, páginas o actividades menores, conceptos atómicos o actividades específicas
	Salidas	Mapa conceptual o diagrama de flujo
Técnicas y herramientas		Mapa conceptual: grafo de conceptos, grafo de requisitos, red semántica, estructura jerárquica, estructura combinada Diagrama de flujo Tipos de enlaces: enlaces de navegación, prerequisites, inhibidor
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Cuarta tarea de la definición del Modelo del Dominio

- **Definir el tipo de estructura del SH**

A partir de la estructura conceptual de los contenidos, es decir del Modelo del Dominio, se estructura el SH. Al estar representado en forma esquematizada, facilita la tarea de estructurar la organización hipermedia del sistema. Es de gran utilidad la clasificación que realiza Brusilovsky (2003) para diseñar el SH a partir del Modelo del Dominio, en la que describe las tres formas posibles de diseñar esta asociación: relacionando cada concepto a un nodo, más de un concepto por página web o asociando uno o más conceptos a fragmentos de una página o nodo (ver Tabla 31).

Tabla 31

Definir el tipo de estructura del SH

Productos:	Entradas	Mapa conceptual o diagrama de flujo
	Salidas	Estructura SH
Técnicas y herramientas		Estructura hipermedia: asociación de cada concepto a un nodo, más de un concepto por nodo, uno o más conceptos a un fragmento de un nodo
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Quinta tarea de la definición del Modelo del Dominio

La definición de este modelo para el proceso de diseño de SHAA es fundamental. El resultado de estos procedimientos, diseñar la estructura conceptual y sus respectivas relaciones, permite definir

la estructura hipermedia del sistema y alimentar las actividades para adaptar los contenidos y las opciones de navegación en el Modelo de Enseñanza.

Esta actividad, debe realizarla el profesor del área, que es la persona especialista en el dominio de la unidad de aprendizaje que será desarrollada. En la Tabla 32 se resume esta actividad.

Tabla 32

Definir el Modelo del Dominio

Productos:	Entradas	Objetivo de aprendizaje
	Salidas	Contenidos organizados y estructura del SH
Técnicas y herramientas		<ul style="list-style-type: none"> - Tipos de conceptos o actividades de aprendizaje - Estructuras para conceptos o actividades - Tipos de enlaces - Estructura hipermedia
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de definir el objetivo de aprendizaje

3.4 Selección de las teorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos

En esta fase corresponde seleccionar las teorías de estilos de aprendizaje y las teorías de estilos cognitivos. Éstas serán utilizadas para clasificar a los estudiantes en categorías de usuarios en el Modelo del Estudiante, para definir, posteriormente, las presentaciones de contenidos alternativas y las opciones de navegación, respectivamente, en el Modelo de Enseñanza.

Existen un conjunto de criterios útiles para escoger la teoría o modelo de estilos de aprendizaje y la de estilos cognitivos, más adecuada para el diseño de SHAA (Karagiannidis & Sampson, 2004; Sampson & Karagiannidis, 2003). Se adoptan estos criterios porque abordan, además de la justificación teórica y empírica, otros aspectos que es importante considerar, para realizar una buena elección. Desde una perspectiva centrada en el aprendizaje, el de mayor importancia es el criterio que plantea la necesidad de contrastar si la teoría de estilo, ya sea de aprendizaje o cognitivo, es apropiada para la unidad de aprendizaje diseñada, (ver Tabla 33).

Tabla 33

Criterios para seleccionar la teoría de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos (Karagiannidis & Sampson, 2004; Sampson & Karagiannidis, 2003)

Criterios
Apropiado para el contexto de aprendizaje
Justificación teórica y empírica
Relaciona cada estilo con las correspondientes estrategias instruccionales
Disponibilidad de instrumentos de medición
Cantidad de ítems del instrumento de medición
Costo del instrumento de medición

Cada uno de estos criterios se va a explicar por la importancia que tienen como herramientas para seleccionar la teoría o modelo de estilos, ya sean de aprendizaje o cognitivos más apropiado. No obstante se quiere destacar que el criterio más relevante para esta metodología es el que sugiere considerar el contexto de aprendizaje para escoger el modelo de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos. Esto es debido a que algunas teorías de estilos de aprendizaje pueden ser más adecuadas que otras en contextos presenciales que para SH en línea, debido a los aspectos que consideran; otras pueden ser más apropiadas en función de los tipos de contenidos, pues enfatizan en las preferencias de los estudiantes por las distintas formas de representar la información o por el tipo de categorías que determinan.

La justificación teórica y empírica del modelo especifica no sólo la validez del mismo, sino también para qué tipo de población o muestras pueden ser aplicados los instrumentos de medición, de acuerdo a los segmentos de sujetos que han sido definidos. Por ejemplo, el rango de edades de los estudiantes para los que se han desarrollado los instrumentos de medición y el idioma en que han sido validados.

La disponibilidad para acceder a los instrumentos, es un aspecto importante, pues existen instrumentos, por ejemplo, que sólo están disponibles en el idioma inglés. El número de ítems que contiene el instrumento es otro factor que debería conocerse con anterioridad, por el tiempo que se debe disponer para aplicarlos. Existen instrumentos que varían desde una cantidad reducida de 14 ítems hasta otros con más de 100 ítems.

Existen modelos que asocian a cada categoría de estilos de aprendizaje sugerencias de estrategias de enseñanza en función de las preferencias de los estudiantes, facilitando la labor del diseño instruccivo. Por ejemplo, para los estilos activo, reflexivo, teórico y pragmático propuestos por Alonso et al. (1999) se realizan sugerencias en tal sentido.

Por último, el costo del instrumento de medición es otra variable a considerar, para analizar la viabilidad de adquirirlo. Esto implica saber si el cuestionario o test esta disponible para utilizarlo libremente o si se debe pagar por él y a cuánto asciende el monto de acuerdo al número de estudiantes que será aplicado.

En el caso específico de las teorías de estilos de aprendizaje, la cantidad de categorías de estilos también debería ser un factor importante a considerar como otro criterio de selección. Si la cantidad de categorías, como en la propuesta de Dunn y Dunn (1978), es demasiado numerosa se establecería, al menos, el doble de estereotipos de usuarios en el Modelo del Estudiante, al agregar las categorías de estilos cognitivos, siendo enormemente más complejo el proceso de adaptación.

En la Figura 29 se representan las tareas que asociadas a esta actividad. La aplicación de criterios para seleccionar las teorías de estilos de aprendizaje y la teoría de estilos cognitivos, a partir del objetivo de aprendizaje que haya sido definido en el primer nivel.

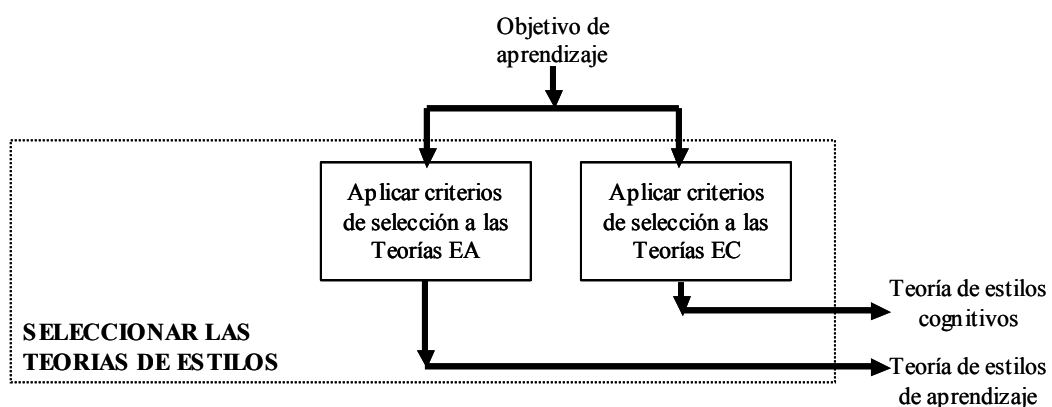


Figura 29. Tareas para la actividad 3 y la actividad 4: Seleccionar la teoría de estilos de aprendizaje y la teoría de estilos cognitivos

3.4.1 Aplicar criterios de selección a las teorías de estilos de aprendizaje

El conjunto de criterios ya mencionados será aplicado para la selección de la teoría de estilos de aprendizaje, que será utilizada para adaptar el sistema. La utilidad o no de estos criterios se reflejará en los resultados que se obtengan cuando se pruebe esta metodología, a través de un caso de estudio.

El criterio que permite determinar cuál teoría es la más apropiada para un contexto de aprendizaje específico será explicado, tomando en cuenta las descripciones de los distintos modelos y teorías de estilos de aprendizaje revisadas previamente, (ver Tabla 34).

Tabla 34

Teorías de estilos de aprendizaje y contextos de aprendizaje

Teoría de estilo de aprendizaje	Características	Contexto de aprendizaje
Sarasin (1998)	Formas de presentación e interacción con los contenidos	Contenidos que pueden o deben ser representados por multimedia
Felder (1996)	Categorías creadas a partir de estudiantes de ciencias e ingeniería	Contenidos del área de las ciencias exactas
Dunn y Dunn (1978)	Considera factores del ambiente físico	Menos apropiado para sistemas de enseñanza no presencial
Riechmann y Grasha (1974)	Categoría en relación con formas de trabajo preferente (individual o grupal)	Apropiado en contextos donde se puedan desarrollar las actividades de aprendizaje de manera individual o colaborativa
Alonso et al. (1999)	Categorías generales	Aplicables en distintos contextos
Kolb & Kolb (2005)		
Gregorc (2005)		

El objetivo de aprendizaje define el contexto de aprendizaje, en el sentido de determinar el tipo de contenidos y los formatos de información útiles para representarlos. Existen teorías de estilos de aprendizaje, que han sido revisadas en el Capítulo 2, que pueden ser más adecuadas que otras para un contexto determinado. De acuerdo al tipo de aprendizaje esperado y las características de los contenidos podría ser recomendable y también factible representarlos, por ejemplo, a través de distintos elementos multimedia. En este caso, una teoría que clasifique los estilos de aprendizaje en función de las preferencias de los estudiantes en relación con las formas de presentación de los

contenidos, como la planteada por Sarasin (1998) sería la más apropiada. El modelo de estilos de Felder y Silverman (Felder, 1996) genera las categorías de estilos a partir de experiencias con estudiantes del área de las ciencias e ingeniería, aplicándose preferentemente en esas disciplinas, donde ha sido constantemente utilizado y evaluado. El modelo de Dunn y Dunn (Dunn & Dunn, 1978) considera factores que tienen relación con el entorno o ambiente físico y tienen una menor importancia para situaciones de aprendizaje en línea, por lo que no sería un modelo apropiado para SHAA. En el modelo de Grasha-Riechmann (Riechmann & Grasha, 1974) una de las dimensiones es la colaborativa-competitiva; si las actividades de aprendizaje definidas son exclusivamente de tipo individual, probablemente esta clasificación no sería de utilidad. Otras teorías pueden ser aplicadas en diversos contextos por ser clasificaciones de tipo general, como los estilos de Alonso et al. (1999), el modelo de Kolb (Kolb & Kolb, 2005) y los estilos de Gregorc (Gregorc, 2005).

La Tabla 35 resume esta tarea.

Tabla 35

Aplicar criterios de selección a las teorías de estilos de aprendizaje

Productos:	Entradas	Objetivo de aprendizaje
	Salidas	Comparación de los distintos factores asociados a las teorías de estilos de aprendizaje
Técnicas y herramientas		Criterios de selección (Tabla 34) (Karagiannidis & Sampson, 2004; Sampson & Karagiannidis, 2003) El número de categorías de estilos de aprendizaje, es otro criterio a aplicar Teorías de estilos de aprendizaje y contexto de aprendizaje (Tabla 35)
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de definir el objetivo de aprendizaje

La Tabla 36 resume la actividad destinada a seleccionar la teoría de estilos de aprendizaje que será utilizada para generar la adaptación de las presentaciones de contenidos.

Tabla 36

Selección de la teoría de estilos de aprendizaje

Productos:	Entradas	Comparación de los distintos factores asociados a las teorías de estilos de aprendizaje
	Salidas	Categorías de estilos de aprendizaje que se utilizarán para adaptar la presentación de contenidos
Técnicas y herramientas		Seleccionar la teoría de estilos de aprendizaje más apropiada, después de aplicar la totalidad de los criterios
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de definir el objetivo de aprendizaje

3.4.2 Aplicar criterios de selección a las teorías de estilos cognitivos

Al igual que en la sección anterior, se analizarán las teorías de estilos cognitivos, ya revisadas, en función de sus características y posibles contextos de aprendizaje.

Es posible agrupar las teorías de estilos cognitivos en dos grandes clases: analítico-holístico y verbal-visual (Riding & Sadler-Smith, 1992). La dimensión analítica-holística incluye distintas teorías de estilos cognitivos: independiente de campo-dependiente de campo, reflexivo-impulsivo, agudización-nivelamiento, convergente-divergente, analítico-holístico, y se refieren a la forma como los sujetos organizan y estructuran la información, si es en partes o en un todo. La dimensión visual-verbal describe la manera preferida de representar la información, ya sea de manera verbal o mediante imágenes mentales.

Las teorías de estilos cognitivos analíticas-holísticas pueden aplicarse en diversos contextos de aprendizaje, esto es porque las secuencias para recorrer los contenidos de aprendizaje es posible, la mayor parte de las veces, estructurarlas de ambas maneras, ya sea de lo particular a lo general o de lo general a lo específico o, adecuándolas a cada una de estas particulares formas de organizar y estructurar la información recibida. El caso especial, que hay que considerar, es cuando el objetivo de aprendizaje pretenda desarrollar habilidades de pensamiento inductivo o deductivo en el estudiante; en esta situación no sería conveniente utilizar estas categorías de estilos.

Si la teoría de estilos cognitivos corresponde a la dimensión visual-verbal, es fácil proporcionar ayudas de navegación considerando estas preferencias, ya sean a través de textos o íconos.

Tabla 37

Aplicar criterios de selección a las teorías de estilos cognitivos

Productos:	Entradas	Objetivo de aprendizaje
	Salidas	Comparación de los distintos factores asociados a las teorías de estilos cognitivos
Técnicas y herramientas		Criterios de selección (Tabla 34)
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de definir el objetivo de aprendizaje

La Tabla 38 resume la actividad destinada a seleccionar la teoría de estilos cognitivos que será utilizada para generar la adaptación de las opciones de navegación.

Tabla 38

Selección de la teoría de estilos de cognitivos

Productos:	Entradas	Comparación de los distintos factores asociados a las teorías de estilos cognitivos
	Salidas	Categorías de estilos cognitivos que se utilizarán para adaptar las opciones de navegación
Técnicas y herramientas		Seleccionar la teoría de estilos cognitivos más apropiada, después de aplicar los criterios (Tabla 34)
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de definir el objetivo de aprendizaje

3.5 Adaptación para el aprendizaje

En este nivel de METHADIS, el tercero, se debe definir el Modelo del Estudiante y el Modelo de enseñanza. En cada uno de estos modelos se deben desarrollar tareas, que tienen una secuencia específica. Al final del proceso se obtendrán las formas de adaptación que cada estudiante requiere de acuerdo a sus estilos de aprendizaje y estilos cognitivos.

3.5.1 Definir el Modelo del Estudiante

Para este tipo de SHAA específico, basado en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, el Modelo del Estudiante debería basarse en estereotipos o alumnos “típicos”, para representar las distintas categorías de estudiantes-usuarios. Esto siempre que las únicas características que serán tomadas en cuenta para producir la adaptación del sistema sean los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos.

Una vez seleccionadas las teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos, en el nivel anterior, se deben aplicar los instrumentos de medición de las categorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos a los estudiantes que serán usuarios del sistema. Esto permitirá determinar el estilo de aprendizaje y el estilo cognitivo de cada estudiante, ver Figura 30.

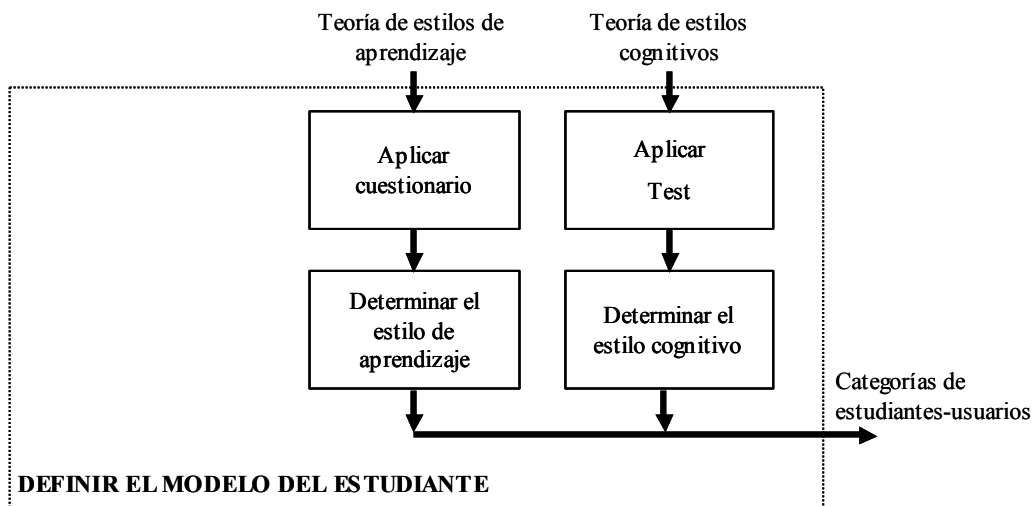


Figura 30. Tareas para la actividad 5: Definir el Modelo del estudiante

- **Aplicar cuestionario para medir los estilos de aprendizaje**

Para determinar los estilos de aprendizaje de cada uno de los estudiantes se debe aplicar el instrumento de medición correspondiente a la teoría de estilos de aprendizaje que ha sido seleccionada. Esto implica seguir las instrucciones para la aplicación del cuestionario de manera de efectuar una correcta aplicación de él.

Tabla 39

Aplicar cuestionario para medir los estilos de aprendizaje

Productos:	Entradas	Instrumento de medición de la Teoría de estilos de aprendizaje. Estudiantes a los que se les determinará el estilo de aprendizaje
	Salidas	Datos obtenidos por cada alumno
Técnicas y herramientas		Aplicación del instrumento de medición
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de seleccionar las teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos

- **Determinar los estilos de aprendizaje**

Para determinar el estilo de aprendizaje de cada uno de los estudiantes a los cuáles se les aplicó el instrumento de medición de las categorías de estilos de aprendizaje, se deben tabular las respuestas emitidas por cada uno de ellos. Para esto se deben seguir las instrucciones de cómo ponderar cada una de las respuestas dadas en el cuestionario aplicado.

Tabla 40

Determinar los estilos de aprendizaje

Productos:	Entradas	Datos obtenidos al aplicar el instrumento de medición de los estilos de aprendizaje
	Salidas	Estilo de aprendizaje de cada estudiante
Técnicas y herramientas		Tabular las respuestas de cada uno de alumnos, obtenidas en la aplicación del cuestionario, de acuerdo a la forma de corrección especificada en el instrumento de medición
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de aplicar el cuestionario que mide los estilos de aprendizaje.

- **Aplicar el test para medir los estilos cognitivos**

Cada teoría de estilos cognitivos tiene asociada un instrumento de medición que permite determinar las categorías planteadas de estilos cognitivos. La aplicación del test a los estudiantes se debe realizar siguiendo las instrucciones para su correcta aplicación.

Tabla 41

Aplicar test para determinar los estilos cognitivos

Productos:	Entradas	Instrumento de medición de la Teoría de estilos cognitivos. Estudiantes a los que se les determinará el estilo cognitivo
	Salidas	Datos obtenidos por cada alumno
Técnicas y herramientas		Aplicación del instrumento de medición
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de seleccionar las teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos

- **Determinar los estilos cognitivos**

Esta tarea consiste en tabular las respuestas de cada uno de los estudiantes a los que se les aplicó el test o instrumento de medición de las categorías de estilos cognitivos. La corrección y posterior tabulación de las respuestas, siguiendo las pautas de corrección del instrumento aplicado, permitirá determinar el estilo de cada alumno.

Tabla 42

Determinar los estilos cognitivos

Productos:	Entradas	Datos obtenidos por cada alumno al aplicar el instrumento de medición de los estilos cognitivos
	Salidas	Estilo cognitivo de cada estudiante
Técnicas y herramientas		Tabular las respuestas de cada uno de alumnos, obtenidas en la aplicación del test, de acuerdo a la forma de corrección especificada en el instrumento de medición
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de aplicar el cuestionario que mide los estilos cognitivos.

Algunos instrumentos de medición de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos están automatizados, como por ejemplo, *Cognitive Styles Analysis (CSA)* (Riding & Sadler-Smith, 1992), por lo que la corrección y tabulación se realiza de forma automática.

Para inicializar este modelo se incorporan los datos obtenidos de cada uno de los estudiantes-usuarios, clasificados de acuerdo a la combinación de categorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de las teorías que han sido previamente escogidas.

Para definir todas las posibles categorías de estudiantes-usuarios, en este caso específico, hay que realizar el producto cartesiano entre dos conjuntos, (ver Tabla 43). El primer conjunto estará compuesto por todas las categorías de estilos de aprendizaje correspondientes a la teoría que se ha escogido. El segundo conjunto tendrá como elementos las categorías de estilos cognitivos correspondientes al modelo de estilos cognitivos que ha sido seleccionado. La cardinalidad de cada uno de estos conjuntos corresponde al número de categorías de estilos definidas en la teoría de estilos de aprendizaje y en la teoría de estilos cognitivos en que se basará la adaptación del sistema. Por tanto, el número total de estereotipos corresponde al producto de la cardinalidad del primer conjunto con el segundo.

Tabla 43

Categorías de estudiante-usuario basadas en estereotipos

Estilos de aprendizaje	EA1	EA2	EA3	EAn
Estilos cognitivos	Estereotipos			
EC1	EA1, EC1	EA2, EC1	EA3, EC1	EAn, EC1
EC2	EA1, EC2	EA2, EC2	EA3, EC2	EAn, EC2

La cantidad de categorías de estilos de aprendizaje es variable; depende de la tipología que se haya definido en cada una de las teorías de estilos de aprendizaje, (ver Tabla 44).

Tabla 44

Cantidad de categorías de estilos de aprendizaje

Teorías de estilos de aprendizaje	Categorías de estilos	Cantidad
Sarasin (1998)	Kinestésico, visual y auditivo	3
Alonso et al. (1999)	Activo, reflexivo, teórico y pragmático	4
Kolb y Kolb (2005)	Divergentes, asimiladores, convergentes y adaptadores	4
Gregorc, 2005	Concreto-secuencial, concreto-global, abstracto-secuencial y abstracto-global	4
Riechmann y Grasha (1974)	Participativo-pasivo, colaborativo-competitivo, independiente-dependiente	6
Felder (1996)	Sensitivos-intuitivos, visuales-verbales, inductivos-deductivos, activos-reflexivos y secuenciales-globales	10
Dunn y Dunn (1978)	Factores independientes: ambientales, emocionales, sociológicos, físicos y psicológicos	22 (adultos) y 20 (niños)

Respecto a las categorías de estilos cognitivos, la mayor parte de ellas, considera solamente dos categorías, que representan los extremos de un continuo representado unidimensionalmente; la excepción es la teoría de Riding y Sadler-Smith (1992) que postulan cuatro categorías de estilos cognitivos, correspondientes los extremos de dos continuos independientes entre sí (ver Tabla 45).

Tabla 45

Cantidad de categorías de estilos cognitivos

Teorías de estilos cognitivos	Categorías de estilos	Cantidad
Witkin y Goodenough (1985)	Independiente de campo y dependiente de campo	2
Kagan (1966)	Reflexivo e impulsivo	2
Holzman y Klein (1954)	Agudización y nivelamiento	2
Hudson (1966)	Convergente y divergente	2
Pask (1972)	Analítico y holístico	2
Kirby, Moore y Schofield (1988)	Visual y verbal	2
Riding y Sadler-Smith (1992)	analítico-holístico y verbal-visual	4

La Tabla 46 resume la actividad de definir el Modelo del Estudiante, mediante la determinación de la totalidad de las categorías de estudiantes-usuarios.

Tabla 46

Definir el Modelo del Estudiante

Productos:	Entradas	Categorías de estilos de aprendizaje y categorías de estilos cognitivos
	Salidas	Categorías de estudiantes-usuarios
Técnicas y herramientas		Aplicación de instrumentos de medición para determinar los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de los estudiantes. El producto cartesiano entre las categorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos determinará los estereotipos de estudiantes-usuarios
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de seleccionar las teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos y antes de definir el Modelo de Enseñanza

3.5.2 Definir el Modelo de Enseñanza

El Modelo de Enseñanza puede describirse y detallarse siguiendo las tareas representadas mediante un mapa (ver Figura 31).

A partir de la definición del objetivo de aprendizaje, los respectivos contenidos organizados en el Modelo del Dominio y las características de los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos escogidos, que responden a categorías de estudiantes-usuarios en el Modelo del Estudiante, se seleccionan las estrategias instruccionales. Estas estrategias de enseñanza asociadas a cada estilo de aprendizaje y a cada estilo cognitivo serán aplicadas para cada estudiante-usuario de acuerdo a sus preferencias y características cognitivas (Merrill, 2001). Las presentaciones de contenidos alternativas se especifican en función de cada uno de los estilos de aprendizaje. Las opciones de navegación se ajustan y describen de acuerdo a las categorías de estilos cognitivos.

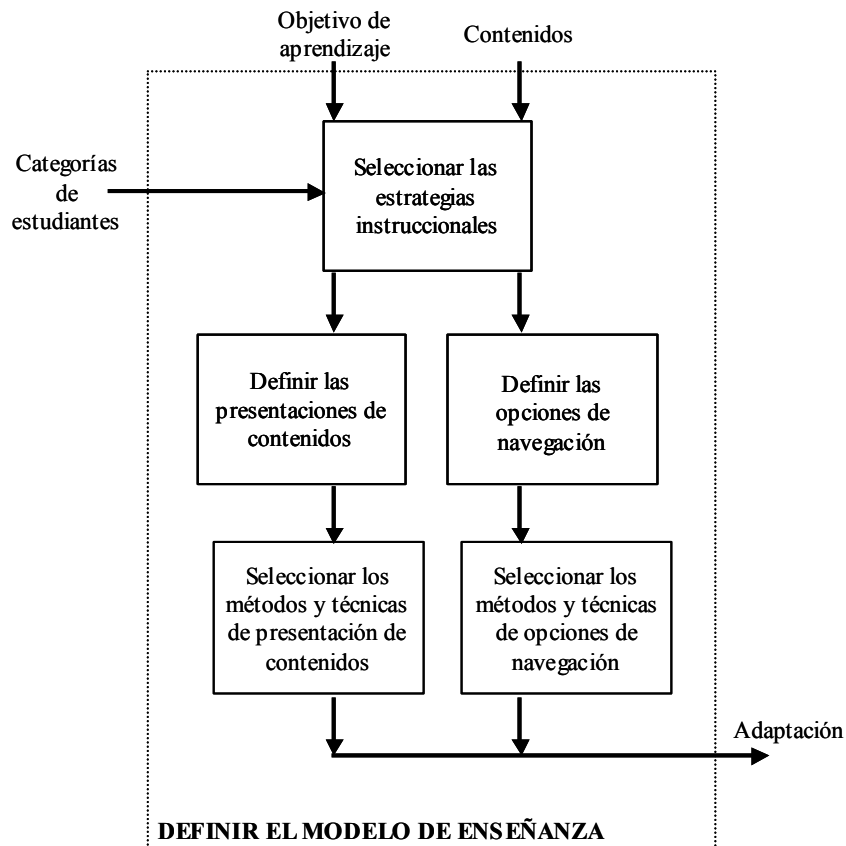


Figura 31. Tareas para la actividad 6: Definir el Modelo de Enseñanza

- **Seleccionar las estrategias instruccionales**

Seleccionar las estrategias instruccionales para cada categoría de estudiante-usuario, implica, en primer lugar, escoger las estrategias de enseñanza en función del objetivo de aprendizaje y tipos de contenidos (Merrill, 2001). En segundo lugar se determinan las demás estrategias, asociadas a las características de cada estilo de aprendizaje y de cada estilo de cognitivo (Prieto et al., 2004a, Prieto et al., 2004b).

Para definir las estrategias instruccionales, a partir del objetivo de aprendizaje, la propuesta *Instructional Transaction Theory* (ITT), planteada por Merrill (1997) y destinada precisamente para procesos instructivos automatizados, establece relaciones entre los tipos de aprendizaje u objetivos con los tipos de estrategias instructivas. Esta teoría se basa en los supuestos que existen diferentes tipos de conocimientos y destrezas, y que éstos requieren de la utilización de diferentes condiciones o estrategias de enseñanza para que se produzca el aprendizaje. Una estrategia instruccional efectiva debe incluir la forma de presentar los contenidos, formas de ejercitación o práctica y apoyo o guía consistentes con el tipo de conocimiento o destreza que se desea que el alumno aprenda (Merrill, 1997).

Un marco de referencia para seleccionar las estrategias de enseñanza, en función de las características de los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, lo constituye las distintas categorías de estrategias instruccionales que plantean Reigeluth y Moore (1999): control del aprendizaje, mayor control al estudiante o al profesor; foco del aprendizaje, dominio-interdisciplinario y tópico-problemas; agrupamiento para aprender, individual, de a parejas, en grupos o equipos; interacciones para aprender, con otras personas y/o con distintos tipos de recursos; y apoyo para aprender, ya sea de tipo cognitivo o emocional.

A partir de las características y necesidades reflejadas en cada una de las descripciones de las categorías de estilo de aprendizaje y de estilo cognitivo, correspondientes a las teorías que han sido seleccionadas para la adaptación, se establecen las estrategias adecuadas para cada caso. Éstas posteriormente se aplicarán en la presentación de los contenidos y en las ayudas u opciones de

navegación, personalizadas a cada categoría de estudiante-usuario definida en el Modelo del Estudiante. La Tabla 47 resume esta primera tarea del Modelo de Enseñanza.

Tabla 47

Seleccionar las estrategias instruccionales

Productos:	Entradas	Objetivo de aprendizaje, Modelo del Estudiante, Modelo del Dominio
	Salidas	Estrategias instruccionales
Técnicas y herramientas		- Selección de estrategias instruccionales en función del objetivo de aprendizaje y el Modelo del Dominio - Selección de estrategias instruccionales en función de los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos,
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de definir el objetivo de aprendizaje, Modelo del Dominio y el Modelo del Estudiante

- **Definir las presentaciones de contenidos alternativas**

A partir de las estrategias instruccionales, seleccionadas en función del objetivo de aprendizaje, Modelo del Dominio y las categorías de estudiantes de acuerdo a los estilos de aprendizaje, se diseñan las presentaciones de contenidos alternativas. La cantidad de presentaciones de contenidos alternativas será igual a la cantidad de clases de estilos de aprendizaje. La forma de presentar los contenidos considera los siguientes aspectos: los distintos formatos de información que se utilizarán para presentar los contenidos, las secuencias de actividades de aprendizaje y las herramientas adicionales que estarán disponibles, tales como distintas formas de evaluación, el acceso a documentación anexa y servicios de comunicación (ver Figura 32).

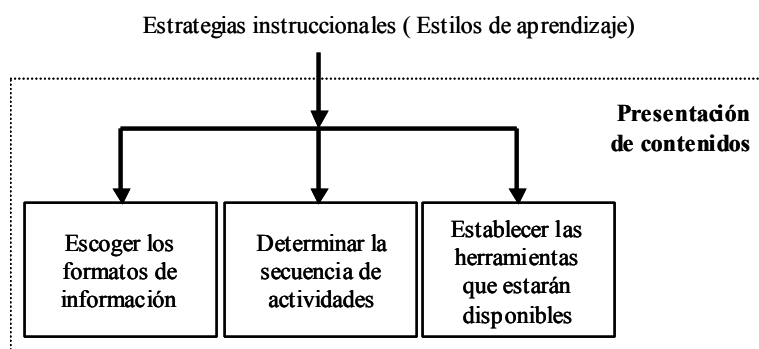


Figura 32. Subtareas para especificar las presentaciones de contenidos alternativas

Para algunas categorías de estilos de aprendizaje se recomienda el uso de determinados formatos de información para presentar los contenidos, de acuerdo a las preferencias correspondientes a cada estilo. Esto significa incorporar los mismos contenidos pero utilizando distintos medios para representarlos, tales como texto, sonido, imágenes, animaciones y vídeo. Los formatos de información se seleccionan en función de estas preferencias, de manera de proporcionar al estudiante los contenidos en los formatos de información que le serán más útiles.

Existen distintas formas de presentar las diferentes actividades de aprendizaje, definiendo distintas secuencias. Dependiendo de las características de cada estilo de aprendizaje se establecen las secuencias de actividades. La tarea de definir la secuencia de actividades implica determinar en qué orden se presentarán estas actividades para cada uno de los estilos de aprendizaje, de acuerdo a las necesidades y preferencias de los estudiantes, reflejadas en la descripción de cada una de las categorías de estilos seleccionadas.

Para los estilos de aprendizaje activo, reflexivo, teórico y pragmático (Alonso et al., 1999) se pueden establecer distintas secuencias de actividades de aprendizaje (Papanikolaou & Grigoriadou, 2004). La secuencia de actividades para un alumno que posee un estilo de aprendizaje reflexivo, dadas sus preferencias es: teoría, ejemplos y ejercicios; para un estudiante con un estilo activo, la secuencia será distinta: preguntas, ejemplos, teoría. Para un estudiante con un estilo teórico, las actividades ordenadas son: preguntas, teoría y ejemplos; en cambio, para un alumno con un estilo pragmático: ejemplos, teorías, preguntas.

Reigeluth y Moore (1999) plantea que las formas de interacción para aprender se clasifican en la interacción con personas y la interacción con recursos. La opción de herramientas disponibles consiste en proporcionar distintas herramientas adicionales a los estudiantes, en el momento que visualizan los contenidos, de manera que puedan interactuar con otras personas o con recursos complementarios. Estas herramientas, pueden facilitar el acceso tanto a actividades como a otros recursos; actividades de trabajo conjunto que le permitan la comunicación con sus pares, como

foros o *chat*; información anexa, como textos para lecturas adicionales. Para ciertos estudiantes, dependiendo del estilo de aprendizaje, es relevante trabajar de manera individual y acceder a otras fuentes anexas de información; sin embargo, para otros, el trabajo grupal o en colaboración es más estimulante y efectivo. Las herramientas disponibles se deben proporcionar en función de estas necesidades, de manera de favorecer las distintas formas de interacción, las más adecuadas en función de las características de los estudiantes, con la finalidad de facilitarles el proceso de aprendizaje. La Tabla 48 resume esta tarea.

Tabla 48

Definir las presentaciones de contenidos alternativos

Productos:	Entradas	Selección de las estrategias instruccionales y Modelo del Dominio
	Salidas	Formatos de información, secuencia de actividades, herramientas disponibles
Técnicas y herramientas		<p>Para los formatos de información: detallar los formatos de información asociados a cada estilo de aprendizaje, de acuerdo a sus preferencias</p> <p>Para la secuencia de actividades: definir las secuencias de actividades de aprendizaje en relación con cada estilo</p> <p>Para las herramientas disponibles: establecer las herramientas adicionales que, para cada estilo, estarán disponibles, de acuerdo a las particularidades de cada uno</p>
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de la selección de las estrategias instruccionales

- **Definir las opciones de navegación**

Los estilos cognitivos representan las formas como las personas se aproximan a la organización y representación de la información (Riding, 2001). Son estas diferencias individuales las que determinan que distintos estudiantes requieran diferentes tipos de ayuda de navegación y, también, consideren distintas formas efectivas de recorrerla, durante la interacción con el SH (Chen & Macredie, 2002).

Las estrategias instruccionales derivadas de las características de los estilos cognitivos se especifican en la adaptación de las distintas opciones de navegación. En ellas hay que definir las distintas secuencias recomendadas para recorrer la información y las herramientas de ayuda para la navegación, de acuerdo a las necesidades de los estudiantes, en función de las particularidades cada estilo cognitivo (ver Figura 33).

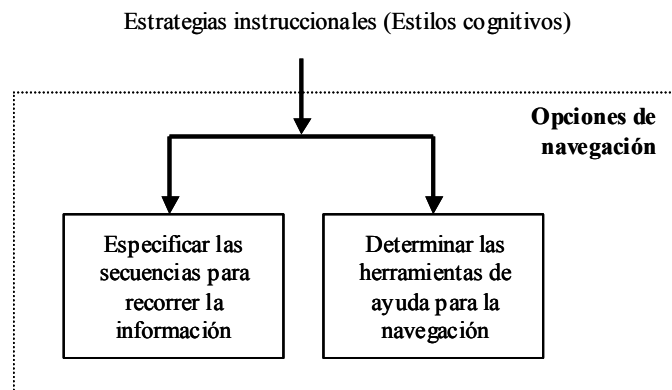


Figura 33. Subtareas para especificar las opciones de navegación

Las secuencias recomendadas para recorrer la información que se diseñen en función de las estrategias de enseñanza basadas en los estilos cognitivos, permitirán proveer un mayor o menor grado de libertad a los estudiantes en el recorrido de la información, proporcionando caminos ajustados a sus necesidades particulares. Esto se concreta proporcionando una navegación libre o guiada.

De acuerdo a lo planteado por Riding y Sadler-Smith (1992), las distintas teorías de estilos cognitivos pueden agruparse en dos dimensiones principales: analítico-holístico y verbal-visual. Los estudiantes con un estilo cognitivo analítico que corresponden a las categorías independiente de campo, reflexivo, agudización, convergente y analítico, prefieren recorrer la información libremente, donde el control está centrado en el alumno; por el contrario, aquellos cuyo estilo es clasificado como holístico, que son las categorías dependiente de campo, impulsivo, nivelamiento, divergente y holístico, necesitan de apoyo, donde el control esté centrado más en el profesor o el sistema, proporcionándoles un aprendizaje y navegación guiada (Chen & Macredie, 2002, Lee et al., 2005).

Las herramientas de ayuda para la navegación deben diseñarse de acuerdo a las formas preferentes, de cada estilo cognitivo, para percibir la organización de la información y favorecer la estructuración de la nueva, contenida en el sistema.

Estas ayudas de navegación se diseñan con la finalidad de facilitar la orientación del estudiante en el SH, permitiendo que el estudiante-usuario sepa dónde se encuentra y a qué páginas puede acceder desde allí.

Las herramientas de ayuda para la navegación que pueden utilizarse son metáforas, mapas, menús, etc. (Alessi & Trollip, 2001). La utilización de metáforas, son una manera de orientar a los estudiantes en un SH, facilitando la organización de los contenidos y el recuerdo de ellos; las buenas metáforas están basadas en cosas que son familiares para las personas, como lugares, mapas y objetos cotidianos. Los mapas, geográficos o conceptuales, facilitan la navegación por su naturaleza visual, permitiéndole al alumno tener una visión completa de la estructura de los contenidos. Los menús, son como las tablas de contenidos de un libro, proveen una visión general de ellos y de la forma como están organizados; también facilitan tanto la orientación como la navegación de un usuario. Los estudiantes con un estilo cognitivo de características analíticas (independiente de campo, reflexivo, agudización, convergente, analítico) prefieren herramientas ayuda que les permitan ubicar información específica, como los índices o menús; por el contrario, aquéllos cuyo estilo es clasificado como holístico (dependiente de campo, impulsivo, nivelamiento, divergente, holístico) requieren de una ayuda de navegación distinta, como los mapas o metáforas, que le facilitan una visión global del sistema (Chen & Macredie, 2002, Lee et al., 2005).

Si la teoría de estilos cognitivos utilizada pertenece a la dimensión visual-verbal, la representación de las ayudas de las opciones de navegación que estén disponibles para cada categoría de estudiante-usuario, deberían diseñarse en función de cada una de estas preferencias. La Tabla 49 resume las subtarear de esta tarea.

Tabla 49

Definir las opciones de navegación

Productos:	Entradas	Selección de estrategias instruccionales
	Salidas	Secuencias recomendadas para recorrer la información y herramientas de ayuda para la navegación
Técnicas y herramientas		Secuencias recomendadas para recorrer la información: libre o guiada Herramientas de ayuda para la navegación: metáforas, mapas, menús, otras
Participantes		Profesor
Momento de realización de la actividad		Después de definir el objetivo de aprendizaje, Modelo del Dominio y Modelo del Estudiante

- **Seleccionar los Métodos y Técnicas de adaptación de presentación de contenidos**

En esta fase se establecen los métodos y técnicas de adaptación que permitirán generar en el sistema las alternativas ya precisadas en la presentación de contenidos. El método o la combinación de métodos de adaptación para la presentación de contenidos que se utilizarán deben ser seleccionados en función de los tipos de adaptación que se quiere lograr.

Las técnicas de adaptación escogidas serán aquellos procedimientos que permitan concretar estos distintos tipos de adaptación, proporcionando así, las presentaciones de contenidos ajustadas a las particulares necesidades de los estudiantes-usuarios, identificadas en cada categoría de estilo de aprendizaje. Todas las técnicas que se han revisado, son factibles de aplicar en sistemas que sean diseñados específicamente para el aprendizaje. Las ventajas de ellas es que permiten proporcionar los contenidos ajustados a las necesidades de los estudiantes, ya sea en diferentes formatos, distintas secuencias o proporcionando mayor o menor cantidad de contenidos, con mayor o menor grado de dificultad (alteración de fragmentos, variante de páginas y técnica basada en marcos); al mismo tiempo, es posible utilizarlas para suministrar o inhibir información complementaria de acuerdo a los requerimientos del estudiante (texto expansible y oscurecimiento de fragmentos).

En el proceso de selección de las técnicas, además del diseñador del sistema debería participar la persona que será autor del mismo, pues debe ser verificarse la posibilidad de implementarlas en la aplicación o herramienta de autor que será utilizada para desarrollar el SHAA.

Tabla 50

Seleccionar métodos y técnicas de adaptación de presentación de contenidos

Productos	Entradas	Presentación de contenidos
	Salidas	Adaptación de la presentación de contenidos
Técnicas y herramientas		Métodos: - Explicaciones Adicionales, Previas y Comparativas o Texto Condicional - Variantes de Explicaciones - Ordenamiento Técnicas: - Alteración de Fragmentos - Variantes de Páginas/Fragmentos e Inserción/Remoción de Fragmentos - Texto Expansible - Técnica basada en marcos - Oscurecimiento de fragmentos
Participantes		Profesor /Autor de la aplicación
Momento de realización de la actividad		Después de definir la presentación de contenidos

• **Seleccionar los Métodos y Técnicas de adaptación de opciones de navegación**

De manera similar a la etapa anterior, en ésta se definen los métodos y técnicas de adaptación que permitirán crear las distintas opciones de navegación, que han sido precisadas de manera previa.

También se deben escoger el(los) método(s) de adaptación para las opciones de navegación y las técnicas respectivas. Para seleccionar las técnicas de adaptación que se utilizarán, se debe analizar también los tipos de enlaces que se crearán y se manipularán, de modo que sea factible aplicarlas.

Algunas de las técnicas de adaptación de opciones de navegación para SHA no son recomendables de aplicar en sistemas diseñados para el aprendizaje, por las desventajas que poseen.

Las técnicas de ordenación de enlaces, eliminación de enlaces y ocultación de enlaces pueden crear confusión en el estudiante-usuario e impedir que tenga una visión de la totalidad del sistema,

de manera que no sabrá que ha aprendido y que le falta por aprender. La técnica de guía directa, si es utilizada de manera exclusiva, convertiría la navegación en una secuencia lineal, donde el alumno pierde todo el control sobre el diseño hipertexto del sistema; combinada con otras técnicas puede ser aplicada.

Al igual que para la selección de las técnicas de adaptación de presentación de contenidos, se debe prever, de manera conjunta con el autor del sistema, si éstas pueden ser aplicadas en la herramienta informática que será usada para la construcción del mismo.

En la Tabla 51 se especifican los métodos, tipos de enlaces y técnicas preferentes de adaptación de las opciones de navegación que deben escogerse en esta tarea. Las técnicas señaladas con un asterisco son las menos recomendadas para SHAA.

Tabla 51

Seleccionar métodos y técnicas de adaptación de opciones de navegación

Productos	Entradas	Opciones de navegación
	Salidas	Adaptación de las opciones de navegación
Técnicas y herramientas		Métodos: - Guía Global - Guía Local - Ayudas para la orientación Global - Ayudas para la orientación Local - Gestión de vistas personalizadas Tipos de enlaces: - Enlaces locales no contextuales - Enlaces contextuales - Enlaces de índices y páginas de contenidos - Enlaces en mapas locales y globales Técnicas: - Guía directa* - Ordenación de enlaces* - Ocultación*, Eliminación* e Inhibición de enlaces - Anotación de enlaces - Generación de enlaces - Adaptación de Mapas
Participantes		Profesor /Autor de la aplicación
Momento de realización de la actividad		Después de definir las opciones de navegación

3.6 Síntesis de las entradas y salidas de las actividades de METHADIS

El detalle de cada uno de los niveles, actividades asociadas a ellos, tareas y subtareas que componen cada actividad y formas de relación en METHADIS han sido explicadas y detalladas. Esto se realizó en función de diversas opciones que podría enfrentar un profesor, que tenga como objeto diseñar una unidad de aprendizaje en un SHAA basado en los estilos de aprendizaje y en los estilos cognitivos de los potenciales estudiantes-usuarios.

En la Figura 34 se representa, mediante un mapa, las entradas y salidas de cada una de las actividades y tareas de METHADIS. La primera actividad, definir el objetivo de aprendizaje, tiene como salida el objetivo ya definido, para una unidad de aprendizaje concreta. Las tareas correspondientes a esta primera actividad son: seleccionar el dominio de aprendizaje (SDA), escoger la taxonomía de tipos de aprendizaje (ETTA) y definir el tipo de aprendizaje (DTA). El objetivo de aprendizaje será la entrada para tres actividades diferentes: la definición del Modelo del Dominio, la selección de las teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos y, junto con otras, la definición del Modelo de Enseñanza. Las tareas que se realizan para definir el Modelo del Dominio son: hacer una lista de conceptos o actividades (HLC), dividir estos conceptos en páginas o nodos (DP), dividir las páginas en conceptos atómicos o actividades específicas (DCA), establecer las relaciones conceptuales (ERC) y definir el tipo de estructura del SH (DEH). Las salidas en el Modelo del Dominio son dos: la estructura del SH y la estructura conceptual de los contenidos de aprendizaje.

La selección de las teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos, es la actividad del segundo nivel. Las tareas que se deben desarrollar en esta actividad son: aplicar criterios de selección a las teorías de estilos de aprendizaje (CTEA) y aplicar criterios de selección a las teorías de estilos cognitivos (CTEC). Las salidas son la teoría de estilo de aprendizaje que se utilizará para adaptar los contenidos y la teoría de estilos cognitivos que se considerará para ajustar las opciones de navegación.

En el tercer nivel, las actividades que hay que desarrollar son la definición del Modelo del Estudiante y del Modelo de Enseñanza. Para el Modelo del Estudiante las entradas son las teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos que han sido escogidas en el nivel anterior. Las tareas necesarias para definir esta actividad son: aplicar el cuestionario de estilos de aprendizaje (AC), aplicar el test de estilos cognitivos (AT), determinar el estilo de aprendizaje de cada alumno (DEA) y determinar el estilo cognitivo de cada estudiante (DEC). Las salidas serán los estereotipos de usuarios, generados a partir del producto cartesiano entre el conjunto de las categorías de estilos de aprendizaje y el conjunto de las categorías de estilos cognitivos. Esta salida, es decir, las categorías de estudiantes-usuarios, será la entrada para el Modelo de Enseñanza, junto con el objetivo de aprendizaje y la estructura conceptual de los contenidos de aprendizaje. En este último modelo, las tareas que se deben efectuar son: seleccionar las estrategias instruccionales (SEI), definir las presentaciones de contenidos (DPC), definir las opciones de navegación (DON), seleccionar los métodos y técnicas de adaptación para la presentación de contenidos (MTPC) y seleccionar los métodos y técnicas de adaptación para las opciones de navegación (MTON). Las tareas DPC y DON contienen a su vez subtareas. Las subtareas de DPC son: escoger los formatos de información (EFI), determinar la secuencia de las actividades de aprendizaje (DSA) y establecer las herramientas que estarán disponibles para las distintas categorías de usuarios (EHD). Las subtareas para la DON son dos: especificar las secuencias para recorrer la información (ESRI) y determinar las herramientas de ayuda para la navegación (DHAN). Las estrategias instruccionales seleccionadas serán las entradas para las tareas DPC y para la DON. Las salidas de la tarea DPC son las presentaciones de contenidos alternativas que alimentará la tarea MTPC. Las salidas de DON son las distintas opciones de navegación, que a la vez son las entradas de la tarea MTON. Las salidas de estas dos últimas tareas, MTPC y MTON, permitirán obtener la adaptación para cada categoría de estudiante-usuario definida en el Modelo del Estudiante.

Con el fin de aplicar y luego validar esta metodología propuesta, en el próximo capítulo se diseña un caso concreto de estudio, donde se desarrollará una unidad de aprendizaje, basada en web,

utilizando METHADIS, que se concretará a través de la construcción del correspondiente prototipo del sistema.

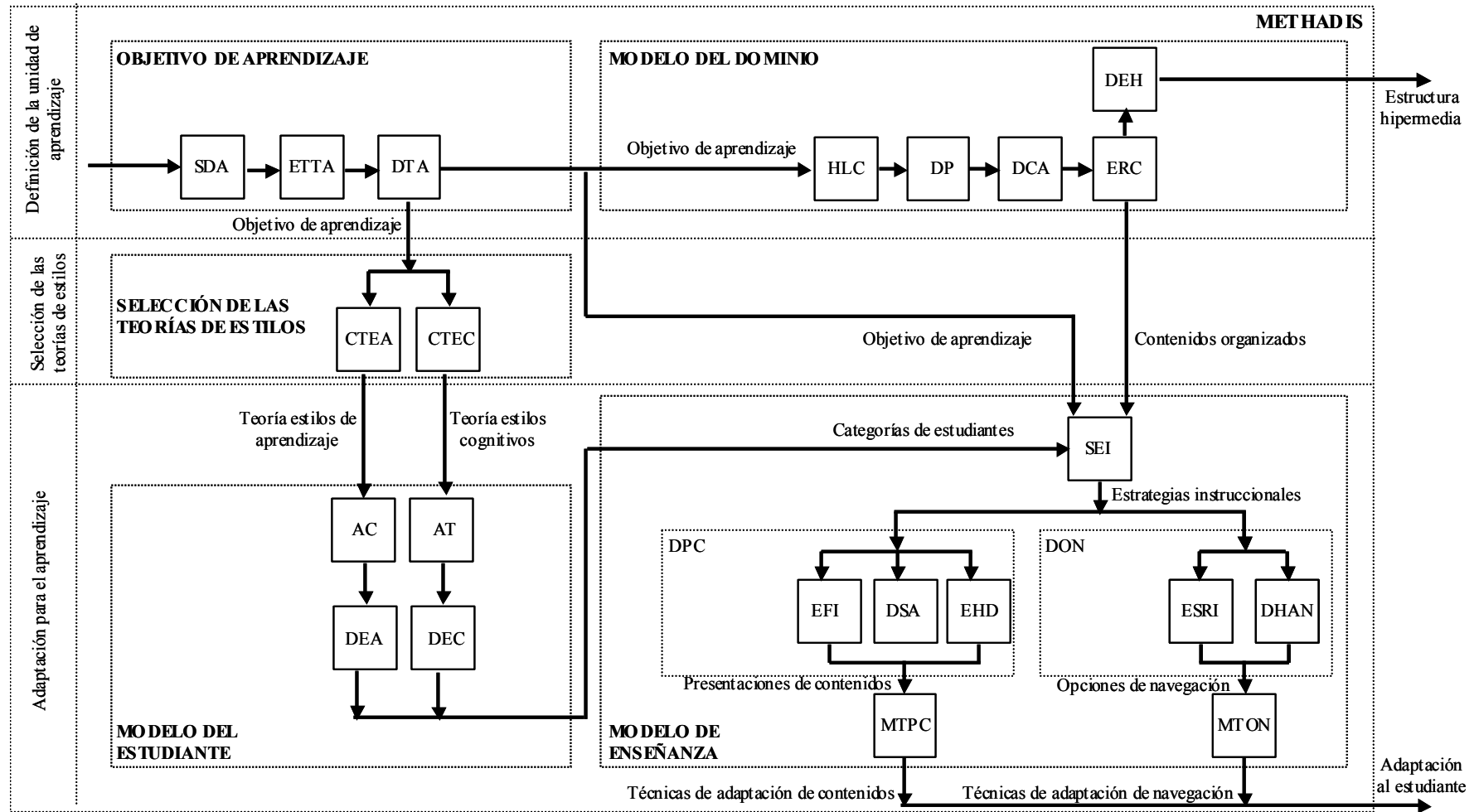


Figura 34. Mapa de METHADIS detallado

CAPÍTULO 4

Diseño de un caso de estudio utilizando METHADIS

4.1 Introducción

En la primera parte de este capítulo se va a aplicar la metodología METHADIS a una unidad de aprendizaje específica del área de Informática Educativa, a fin de diseñar y desarrollar un prototipo de SHAA destinado a estudiantes universitarios, específicamente del área de pedagogía en Educación Básica y Biología y Ciencias, de la Facultad de Educación y Ciencias Humanas, de la Universidad de Antofagasta (<http://www.uantof.cl/>), Chile. Este caso de estudio se va a aplicar a una muestra de estudiantes de dicha Facultad a fin de obtener información que retroalimente la propuesta de diseño de METHADIS.

El proceso de diseño consiste en desarrollar la totalidad de las actividades planteadas en cada uno de los tres niveles de METHADIS. A partir de un objetivo de aprendizaje específico, para la unidad de aprendizaje “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet”, se describen cada una de las acciones realizadas para lograr, al finalizar este proceso, presentaciones de contenidos y ayudas de navegación ajustadas para cada categoría de estudiante-usuario que sea definida.

En la segunda parte, se describe el prototipo desarrollado, para las distintas categorías de estudiantes que sean definidas. Se presentan los principales escenarios, indicando las herramientas y opciones disponibles en cada uno de ellos; los restantes serán incluidos en el Anexo I, dada la gran cantidad de escenarios que componen el sistema.

Para desarrollar el prototipo se ha utilizado Claroline¹⁴, una herramienta que permite a profesores crear y administrar cursos basados en web, reflejando el resultado de la aplicación de METHADIS. Claroline se ha escogido por la facilidad para generar, incluir y administrar distintas categorías de cursos, siendo principalmente un entorno que facilita el trabajo colaborativo mediante servicios de comunicación asíncronos y síncronos, como foro y *chat*. Al mismo tiempo,

¹⁴ Claroline versión 1.5.4 es un software libre, desarrollado por la Universidad de Lovaina, basado en PHP/MySQL que está disponible en veintiocho idiomas, incluido el español (Claroline, 2006).

dispone de otras herramientas adicionales complementarias, de carácter opcional, que son de gran utilidad para la gestión de cursos en línea, tales como: agenda, manejo de grupos, asignación de tareas, avisos, publicación de documentos y generador y evaluador de ejercicios.

Este gestor de contenidos, Claroline, no es una herramienta de autor para SHA, pero permite desarrollar un prototipo donde los distintos tipos de usuarios que se definen pueden acceder a los contenidos y opciones de navegación ajustadas a sus particularidades y preferencias de acuerdo a las categorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos que se utilizan para definirlos.

Esta decisión se fundamenta en la revisión realizada de las distintas propuestas de herramientas de autor para SHA. La mayoría de ellas son herramientas que están sólo parcialmente implementadas y aún en proceso de desarrollo y evaluación; otras, las menos, son utilizadas principalmente por sus creadores, al interior de los grupos de investigación que las han desarrollado, estando disponibles para usarlas libremente sólo las versiones anteriores. Éstas últimas sólo podrían ser utilizadas para desarrollar SHA por especialistas del área de informática.

4.2 Aplicación de METHADIS

La unidad de aprendizaje “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet” se ha desarrollado siguiendo las etapas de METHADIS con el fin de ser adaptada a las características de los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de las teorías que se seleccionen, de los potenciales estudiantes-usuarios. La definición del objetivo de aprendizaje de la unidad a desarrollar es la primera actividad de METHADIS, correspondiente al primer nivel. A partir de la definición del objetivo de aprendizaje se van desarrollando las restantes actividades que comprende esta metodología de diseño. Una vez desarrolladas todas las actividades, tareas y subtareas, se implementa en el prototipo las formas de adaptación establecidas, ajustadas a los distintos tipos de estudiantes-usuarios. La adaptación de la presentación de los contenidos se basa en una teoría específica de estilos de aprendizaje y el ajuste de las opciones de navegación en una de estilos cognitivos.

4.2.1. Definición de la unidad de aprendizaje

- **Objetivo de aprendizaje**

La primera etapa es definir lo que se quiere que los estudiantes, que interactúen con el prototipo, logren. La unidad de aprendizaje a desarrollar es “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet”, que corresponde a una taxonomía propuesta por Sánchez (2001), sobre las distintas potencialidades de los servicios de comunicación de la red Internet para el ámbito de los centros educativos.

- **Seleccionar el dominio de aprendizaje:**

Para este caso específico, el dominio del aprendizaje se define en el ámbito cognitivo, pues se pretende que los estudiantes conozcan e identifiquen las distintas potencialidades de los distintos servicios de comunicación de la red Internet, para su utilización en centros educativos.

- **Escoger la taxonomía del tipo de aprendizaje:**

La taxonomía escogida es la planteada por Merrill (1997) que pertenece al dominio cognitivo. Esta elección se basa en el hecho de que se proporcionan guías para establecer las estrategias instruccionales en función del tipo de aprendizaje, específicamente para sistemas instruccionales basados en la utilización de aplicaciones informáticas.

- **Definición del tipo de aprendizaje:**

El tipo de aprendizaje, de acuerdo a los contenidos asociados a la unidad de aprendizaje, corresponde a conceptos, ver Tabla 52.

Tabla 52

Qué enseñar (Merrill, 1997).

Objetivo	Tipo de estrategia instructiva	Estructura de los contenidos
Identificar ejemplos de objetos, dispositivos, procedimientos, acciones o símbolos que pertenecen a una clase	Concepto o “tipos de ...”	Características propias que determinan la pertenencia a una clase específica. Conjunto de ejemplos y contraejemplos que incluyan la representación y descripción

El objetivo de la unidad de aprendizaje “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet” se ha definido de la siguiente manera. **Identificar los servicios de comunicación de la red Internet y sus distintas potencialidades como medios para la difusión y soporte didáctico en los centros educativos.**

De acuerdo al objetivo de aprendizaje el SH que se debe diseñar es uno de representación, basado en una concepción cognitivista del aprendizaje, donde se establezcan relaciones entre los distintos conceptos involucrados, con el fin de facilitar la adquisición y organización conceptual de estos conocimientos.

- **Modelo del Dominio**

En el Modelo del Dominio se estructuran los contenidos de la unidad de aprendizaje, especificando las relaciones entre los distintos conceptos involucrados. Para ello, en primer término, se hará una lista de los principales conceptos. Luego, cada uno de estos conceptos se dividirá en páginas y cada página, a su vez, en fragmentos o conceptos atómicos llamadas lexias. Una vez que se han descompuestos la totalidad de los conceptos involucrados en esta unidad de aprendizaje, se establecen los tipos de relaciones conceptuales, mediante un esquema. Finalmente, se define el tipo de estructura del SH, asociada a la representación de este modelo.

- **Lista de conceptos compuestos de la unidad de aprendizaje “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet”**

Se establece un único concepto compuesto, que corresponde al nombre de la unidad:

- Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet

- **Lista de páginas del concepto compuesto**

- Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet:

- Servicio y recurso de información: servicios de comunicación disponibles en la red Internet y sus diferentes características. Acceso a búsquedas, selección de información de cualquier tipo y una amplia gama de recursos informáticos.
- Recurso metodológico: Incluye una gran cantidad y variedad de contenidos de aprendizaje y herramientas que pueden ser utilizadas para la colaboración y el currículum.
- Medio de difusión: difundir y mantener actualizada información de los distintos actores y niveles de un centro educativo.
- Herramienta pedagógica: utilizar herramientas informáticas para desarrollar habilidades y/o áreas curriculares específicas.
- Medio de construcción: de conocimientos y de medios de difusión.
- Herramienta de administración curricular: facilita la administración del proceso de enseñanza-aprendizaje.

➤ **Lista de fragmentos de cada página**

- Servicio y recurso de información:

- Páginas web.
- Correo Electrónico.
- IRC (*Internet Relay Chat*).
- FTP (*File Transfer Protocol*).
- *Telnet*.
- Características.

- Recurso metodológico:

- Material de aprendizaje en línea.
- Herramientas de trabajo colaborativo.
- Herramientas para el currículum.

- Medio de difusión:

- Información de los estudiantes.
- Información de los docentes.
- Información de la administración educacional.

- Información de padres y/o apoderados.
- Herramienta pedagógica:
 - Herramienta para desarrollar habilidades específicas.
 - Herramienta para desarrollar áreas curriculares específicas.
- Medio de construcción:
 - Para la difusión de información.
 - De conocimientos.
- Herramienta de administración curricular:
 - Difundir información curricular del centro educativo.
 - Publicación de documentos.
 - Información de evaluaciones y calificaciones de los estudiantes.

➤ **Relaciones conceptuales**

Este sistema está concebido como un SH de representación, por la forma como se estructuran los contenidos, de manera de facilitarle al alumno la organización de estos nuevos conocimientos mediante relaciones explícitas entre los conceptos de la unidad de aprendizaje, junto con las opciones que va a disponer el estudiante para recorrerlos.

Para representar gráficamente estas relaciones conceptuales se utiliza un grafo de conceptos, donde están presentes el concepto compuesto, las páginas y las relaciones. Los arcos indican la relación entre el concepto compuesto y las páginas, como también la relación entre páginas. El arco significa que “está relacionado con”, uniendo los elementos relacionados. En este caso no se consideran relaciones de prerrequisitos, como tampoco de inhibidores; a los contenidos puede accederse en cualquier orden.

En la Figura 35 se representa el concepto compuesto de la unidad de aprendizaje, que ha sido dividido en seis páginas.

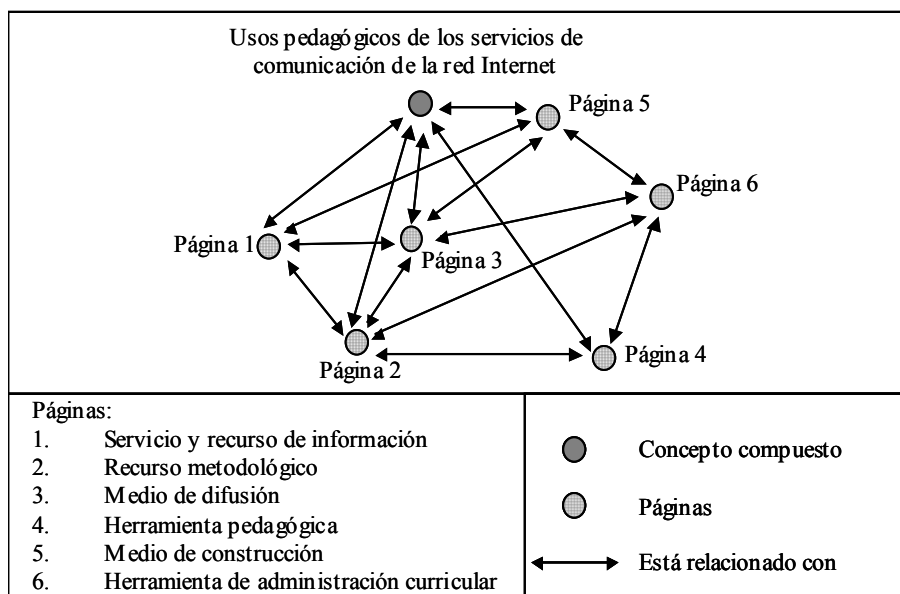


Figura 35. Relaciones conceptuales entre las páginas del concepto compuesto “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet”.

El concepto compuesto “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet” se relaciona con cada una de las seis páginas que compondrán el sistema. La página 1, contiene el concepto “Servicio y recurso de información” que se relaciona con la página 2, “Recurso metodológico”, página 3, “Medio de difusión”, y con la página 5, “Medio de construcción”. Los servicios y recursos de información son un recurso metodológico de una gran relevancia para los estudiantes, pues permiten acceder a fuentes primarias o secundarias de información, que están localizadas en los lugares geográficos más diversos, para trabajar de forma individual o colaborativa, ya sea en tiempo real o de manera diferida. Estos servicios de comunicación de la red Internet son medios que permiten difundir información del centro educativo, ya sea de los estudiantes, curricular o administrativa. Por otra parte, estos servicios pueden utilizarse como medios de construcción, por ejemplo, para desarrollar foros de discusión, páginas o sitios web, etc.

La página 2, “Recurso metodológico” se relaciona con la página 1, “Servicio y recurso de información”, con la página 3, “Medio de difusión”, con la página 4, “Herramienta pedagógica” y con la página 6, “Herramienta de administración curricular”. Los servicios de comunicación de la red Internet, como recursos metodológicos, son medios que permiten el intercambio de

información mediante las distintas formas de comunicación que soportan (bidireccional o multidireccional, local o distribuida, abierta o cerrada, sincrónica o asincrónica), transformándose en una fuente de recursos de distintos tipos de información. A la vez, los recursos metodológicos que se desarrollan pueden difundirse a través de los servicios de comunicación, de manera de llegar a una gran cantidad de estudiantes, independiente del lugar físico en que se encuentren. Los recursos metodológicos son también herramientas pedagógicas que permiten fortalecer habilidades específicas y áreas del conocimiento. Finalmente, estos recursos didácticos son herramientas necesarias para la gestión de las distintas asignaturas que se imparten en centros educativos.

La página 3, “Medio de difusión”, se relaciona con la página 1, “Servicio y recurso de información”, con la página 2, “Recurso Metodológico”, con la página 5, “Medio de construcción” y con la página 6, “Herramienta de administración curricular”. La forma de difundir la información en la red Internet, es a través del uso de los distintos servicios de comunicación que posee, como páginas web, bitácoras o *blogs*, correo electrónico y FTP. Al utilizarse estos servicios de comunicación como medios de difusión permiten al estudiante acceder a distintos recursos, en los más variados formatos, que puede utilizar en función de sus necesidades. Para difundir la información pueden utilizarse estos mismos servicios como medios de construcción de páginas o portales con información corporativa del centro educativo. Al mismo tiempo, estos medios de difusión son herramientas imprescindibles para la administración curricular, pues facilitan que la información, tanto de los estudiantes como de la gestión de los distintos niveles de un centro educativo, este al alcance de quienes la requieren.

La página 4, “Herramienta pedagógica”, está relacionada de manera directa con la página 2, “Recurso metodológico” y con la página 6, “Herramienta de administración curricular”. Los servicios de comunicación, concebidos como herramientas pedagógicas, permiten desarrollar áreas curriculares específicas, además de habilidades en los estudiantes, siendo un recurso metodológico que puede utilizarse en asignaturas específicas y para diferentes formas de aprendizaje en línea. A la vez, estas actividades curriculares pueden ser administradas utilizando los servicios de

comunicación de la red Internet procesando y proporcionando información curricular completa de ellas.

La página 5, “Medio de construcción”, se relaciona con la página 1, “Servicio y recurso de información”, con la página 3, “Medio de difusión” y con la página 6 “Herramienta de administración curricular”. Estos servicios de comunicación de la red Internet pueden utilizarse como “Medio de construcción”, ya sea de forma individual o colaborativa, para proporcionar información al interior de un centro educativo o de manera global, en tiempo real o de forma diferida. Esto con el fin de difundir información de carácter corporativa, información de actividades o proyectos de los estudiantes o información de interés para los padres, como el resultado de evaluaciones por asignaturas o cursos.

Finalmente, la página 6, “Herramienta de administración curricular” está relacionada con la página 2, “Recurso metodológico”, la página 3, “Medio de difusión”, la página 4, “Herramienta pedagógica” y la página 5, “Medio de construcción”. Como “Herramienta de administración curricular”, los servicios de comunicación de la red Internet, facilitan la gestión de los recursos metodológicos para las asignaturas, permiten difundir todo tipo de información relativa al proceso de enseñanza-aprendizaje destinada a alumnos, profesores, administradores, padres y comunidad educativa en general. También proporcionan la posibilidad de administrar las distintas herramientas pedagógicas que pueden ser desarrolladas para un área curricular específica y facilitan la gestión de la construcción de espacios de información, como páginas web, con datos que son requeridos, principalmente, por los distintos integrantes de la comunidad educativa.

En las siguientes figuras se representarán cada una de las seis páginas con los conceptos atómicos asociados.

En la Figura 36 se representan los conceptos atómicos que componen la página 1, “Servicio y recurso de información”.

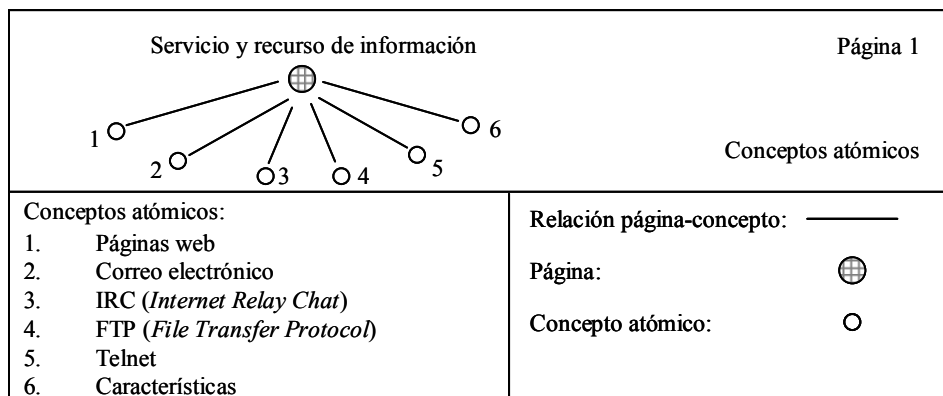


Figura 36. Relación conceptual de la página 1, “Servicio y recurso de información”

Los conceptos atómicos que contiene esta página son: páginas web, correo electrónico, IRC (*Internet Relay Chat*), FTP (*File Transfer Protocol*), Telnet y las características de los mismos.

La Figura 37 muestra los conceptos atómicos correspondientes a la página 2, “Recurso metodológico”.

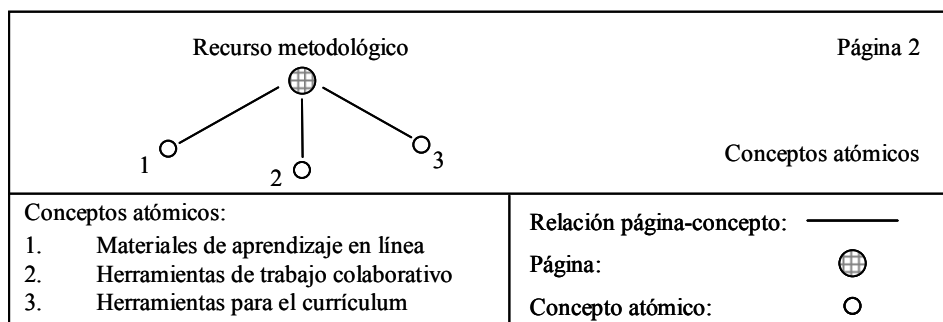


Figura 37. Relación conceptual de la página 2, “Recurso metodológico”

La página “Recurso metodológico” se dividió en tres conceptos atómicos: materiales de aprendizaje en línea, herramientas de trabajo colaborativo y herramientas para el currículum, que son aquellas que permiten apoyar áreas específicas de conocimiento.

Los conceptos atómicos de la página 3, “Medio de difusión” se detallan en la en la Figura 38.

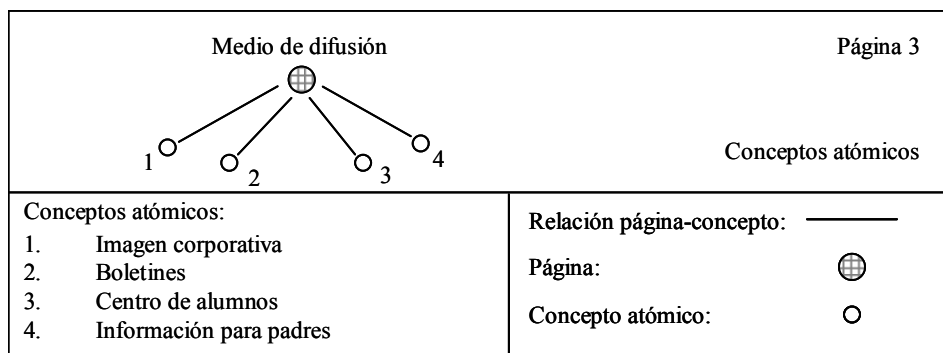


Figura 38. Relación conceptual de la Página 3, “Medio de difusión”

En la página “Medio de difusión” se hizo una descomposición en cuatro conceptos atómicos, en función de los distintos objetivos e intereses de los diferentes actores de un centro educativo.

Para la página “Herramienta pedagógica” se establecieron dos conceptos atómicos: herramientas para desarrollar habilidades específicas y herramientas para desarrollar áreas curriculares específicas. Estos fragmentos, que componen esta página, se muestran en la Figura 39.

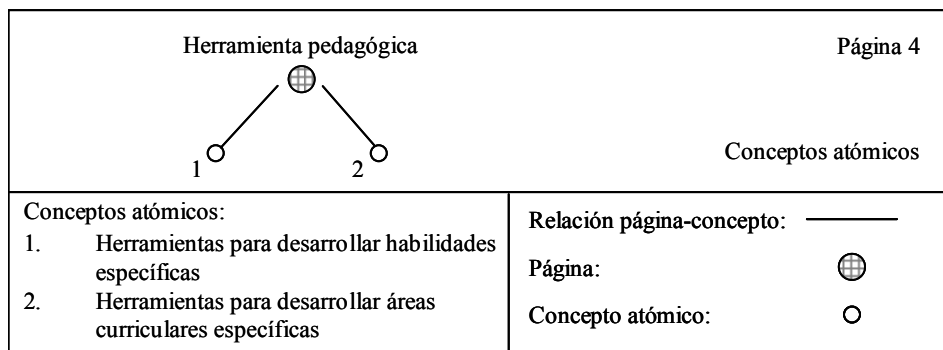


Figura 39. Relación conceptual de la Página 4, “Herramienta pedagógica”

Esta descomposición obedece a la posibilidad de utilizar los servicios de la red Internet para generar: herramientas como software educativo (juegos interactivos, *applets*, etc.) ya sea para desarrollar habilidades específicas, tales como lógicas, lingüísticas, musicales, etc., o para apoyar áreas específicas del currículum escolar, mediante tutoriales.

Los conceptos atómicos que componen la página “Medio de construcción” se esquematizan en la Figura 40.

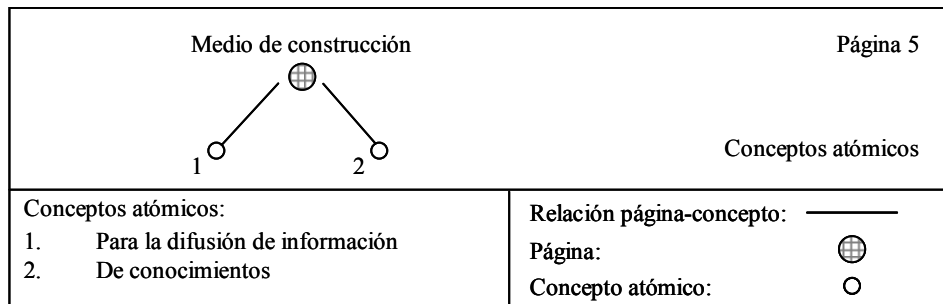


Figura 40. Relación conceptual de la Página 5, “Medio de construcción”

Los servicios de la red Internet pueden utilizarse para difundir información, mediante la creación o construcción de espacios como páginas web, bitácoras o *blogs*, foros, listas de discusión, etc. A la vez, estos servicios permiten la construcción de conocimientos a través de los distintos tipos de interacción que pueden producirse entre personas (estudiante-estudiante, estudiante-profesor, estudiante-experto), donde la tecnología desempeña un rol de mediación en las diferentes modalidades de comunicación (local o distribuida, bidireccional o multidireccional, síncrona o asíncrona).

Finalmente, en la Figura 41 están representados los conceptos atómicos: información curricular del centro educativo, publicación de documentos e información de evaluaciones y calificaciones de los estudiantes, correspondientes a la página, “Administración Curricular”.

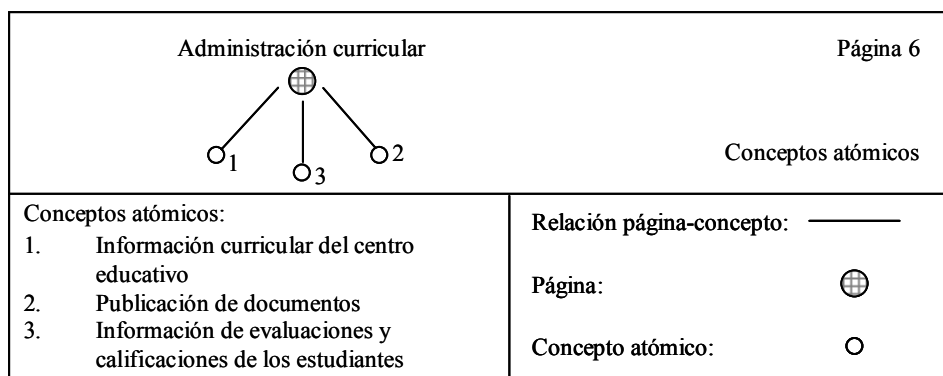


Figura 41. Relación conceptual de la Página 6, “Administración curricular”

Las funciones administrativas se pueden desarrollar de una manera más eficiente y efectiva al utilizar los servicios de comunicación de la red Internet, pues se difunde información curricular y de actividades curriculares de un centro educativo, facilitando el acceso, desde cualquier lugar y en cualquier momento, a documentos, datos y publicaciones actualizadas, de interés para los distintos sectores de una comunidad educativa

➤ **Estructura del SH:**

La estructura del SH se definirá a partir de la estructura conceptual previamente definida (ver Figura 35). Para ello se optará por asociar un concepto compuesto por cada página o nodo, basándose en la forma de definir el hiperespacio en función de los conceptos (Brusilovsky, 2003). Esta estructura hipermedia está representada en la Figura 42 y los enlaces de navegación entre cada página corresponden a los enlaces conceptuales del Modelo del Dominio.

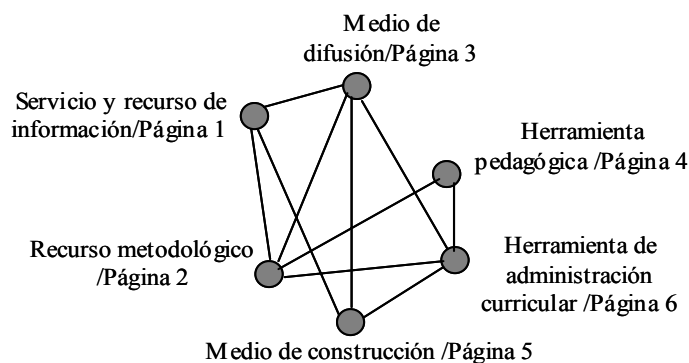


Figura 42. Estructura del SH, asociando un concepto por cada página o nodo

Se escoge esta opción, dentro de las tres opciones existentes, porque es la que mejor se adecua para una unidad de aprendizaje pequeña, en la cual los conceptos que están incluidos son pocos.

4.2.2 Selección de teorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos

En esta actividad del segundo nivel de METHADIS se seleccionan las teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos que determinarán las categorías de estudiantes-usuarios en el

Modelo del Estudiante y las estrategias instruccionales en el Modelo de Enseñanza. Para seleccionar los modelos que se utilizan en este caso de estudio, se aplican los criterios propuestos por Karagiannidis y Sampson (2004) y Sampson y Karagiannidis (2003) y el criterio de la cantidad de categorías de estilos de aprendizaje, a partir del objetivo de aprendizaje anteriormente definido.

- **Selección de estilos de aprendizaje**

A partir del objetivo **Identificar los servicios de comunicación de la red Internet y sus distintas potencialidades como medios para la difusión y soporte didáctico en los centros educativos**, se aplican los criterios propuestos en METHADIS.

La teoría de estilos de aprendizaje seleccionada es la planteada por Alonso et al. (1999), que establece cuatro categorías de estilos de carácter general: activo, reflexivo, teórico y pragmático. Esta teoría posee validez teórica y empírica, posee un instrumento en español para clasificar a los estudiantes, CHAEA que consta de 80 ítems con dos opciones de respuesta (Sí o No) y no tiene un alto costo. La clasificación es adecuada para el contexto de aprendizaje, donde los contenidos son representados mayoritariamente a través de un formato de textual, y es, además, una clasificación de carácter general, ver Tabla 53.

Tabla 53

Aplicación de criterios de selección para la teoría de estilos de aprendizaje

Criterios de selección	Teoría de estilos de aprendizaje Alonso et al. (1999)
Apropiado para el contexto de aprendizaje	Si
Justificación teórica y empírica	Si
Relaciona cada estilo con las correspondientes estrategias instruccionales	Para cada estilo se hacen sugerencias de estrategias de enseñanza, además de la disponibilidad de trabajos de investigación realizados de manera previa en relación con estas categorías de estilos (Leighton et al., 2004; Prieto et al., 2004a; Prieto et. Al, 2004b)
Disponibilidad de instrumentos de medición	Si
Cantidad de ítems del instrumento de medición	80 ítems. Se responde Si o No.
Costo del instrumento de medición	Mínimo, se adjunta con el libro
Cantidad de categorías de estilos de aprendizaje	4

- **Selección de estilos cognitivos**

El modelo de estilos cognitivos a utilizar es la clasificación de independencia y dependencia de campo (Witkin & Goodenough, 1985; Witkin et al., 1987), ampliamente validado y aplicado en numerosas investigaciones en el ámbito de SH y SHA para el aprendizaje (Chen & Ford, 1997; Chen & Macredie, 2002; Ford & Chen, 2001; Lee et al., 2005; Mitchell et al., 2004; Triantafillou et al., 2003), ver Tabla 54.

Tabla 54

Aplicación de criterios de selección para seleccionar la teoría de estilos cognitivos

Criterios de selección	Teoría de estilos cognitivos
	Witkin et al. (1987)
Apropiado para el contexto de aprendizaje	Si
Justificación teórica y empírica	Si
Relaciona cada estilo con las correspondientes estrategias instruccionales	Numerosas investigaciones en relación con los estilos cognitivos propuestos en el ámbito de SH y SHA (Chen & Ford, 1997; Chen & Macredie, 2002; Ford & Chen, 2001; Lee et al., 2005; Mitchell et al., 2004; Triantafillou et al., 2003)
Disponibilidad de instrumentos de medición	Si
Cantidad de ítems del instrumento de medición	18 figuras, divididas en dos partes
Costo del instrumento de medición	Ninguno, disponible en la Biblioteca de la USAL en Ávila

El instrumento que se utiliza para determinar estos estilos cognitivos es el Test de las Figuras Enmascaradas forma Colectiva (TFEC), que consta de 18 ítems. Para escoger esta teoría de estilos cognitivos, también se aplicaron los mismos criterios de selección (Karagiannidis & Sampson, 2004; Sampson & Karagiannidis, 2003).

4.2.3 Adaptación para el aprendizaje

▪ **Modelo del Estudiante**

La adaptación se basa solamente en los estereotipos que se definen a partir del producto cartesiano de las categorías de estilos de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático) planteadas por Alonso et al. (1999) y en los estilos cognitivos (independiente y dependiente de campo) propuestos por Witkin et al. (1987). De acuerdo a los modelos de estilos utilizados, se generan ocho categorías posibles de estudiantes, ver Tabla 46.

➤ **Aplicar el cuestionario para medir los estilos de aprendizaje**

La aplicación del instrumento que permite medir los estilos de aprendizaje activo, reflexivo, teórico y pragmático, CHAEA (Alonso et al., 1999) se lleva a cabo con los estudiantes que componen el grupo experimental, estudiantes universitarios, alumnos de pedagogía, de la Facultad de Educación y Ciencias Humanas de la Universidad de Antofagasta, Chile. El tiempo de aplicación no está limitado, pero se calcula en 15 minutos aproximadamente (Alonso et al., 1999).

➤ **Determinar los estilos de aprendizaje**

Una vez aplicado el instrumento CHAEA (Alonso et al., 1999) se tabulan las respuestas emitidas por los estudiantes a fin de determinar el estilo de aprendizaje preponderante de cada uno de los estudiantes que integran el grupo experimental, para ello se debe asignar a cada respuesta el valor de 1 si el alumno contesta de manera afirmativa. Para cada estilo están definidos veinte ítems no secuenciales; la suma de los valores obtenidos correspondientes a cada categoría de estilo de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático) determinará el estilo preponderante del estudiante, que será en el que obtenga la mayor puntuación de las cuatro categorías antes mencionadas.

➤ **Aplicar el test para medir los estilos cognitivos**

La aplicación del test de figuras enmascaradas, forma colectiva (Witkin et al., 1987), a cada estudiante que forma parte del grupo experimental, permite determinar el estilo cognitivo de cada

uno (independiente de campo o dependiente de campo). Este test perceptivo, consiste en que el alumno localice una figura simple, previamente mostrada, dentro de una figura mayor y compleja que ha sido organizada de manera que enmascara la figura más simple. Cada estudiante recibe un cuadernillo, que está dividido en tres partes. La primera parte sólo sirve para que el alumno entienda el mecanismo del test y se habitúe a él. La segunda y tercera parte constan de 9 figuras cada una, ordenadas por criterio de dificultad. El estudiante dispondrá de 8 minutos para responder cada una de estas partes puntuables. El tiempo total de aplicación, incluyendo las tres partes, no exceda de 30 minutos.

➤ **Determinar los estilos cognitivos**

Para determinar el estilo cognitivo de cada estudiante que realice el test de figuras enmascaradas, forma colectiva (Witkin et al., 1987), se debe revisar cada una de las respuestas emitidas de acuerdo a la clave de corrección, donde para cada figura compleja se indica la figura simple que está oculta o enmascarada. Si el estudiante obtiene más de 9 respuestas correctas, el estilo cognitivo será independiente de campo; por el contrario si la puntuación obtenida es igual o menor a 9 respuestas correctas, se clasificará como dependiente de campo.

Tabla 55

Ocho categorías de estudiantes-usuarios

Estilos de aprendizaje	Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático
Estilos cognitivos	Estereotipos			
Independiente de campo (IC)	Activo, IC	Reflexivo, IC	Teórico, IC	Pragmático, IC
Dependiente de campo (DC)	Activo, DC	Reflexivo, DC	Teórico, DC	Pragmático, DC

▪ **Modelo de Enseñanza**

➤ **Estrategias instruccionales**

Las estrategias instruccionales se seleccionan en función del objetivo de aprendizaje, los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos y los contenidos.

En función del objetivo de aprendizaje planteado, y de acuerdo a Merrill (2001), para la enseñanza de conceptos y tipos de dispositivos o sistemas, todos los estudiantes necesitan ver ejemplos y contra ejemplos de cada uno, independientemente del estilo de aprendizaje o cognitivo predominante que posean. Los contenidos a presentar deben incluir:

- Listados de los distintos servicios de comunicación de la red Internet y sus potencialidades con sus respectivas características, indicando a la clase que corresponden y especificando las diferencias.
- Ejemplos y contra ejemplos de los distintos tipos de servicios de comunicación incluyendo información multimedia, describiendo sus características.

La Tabla 56 resume las estrategias que deben utilizarse en función del objetivo planteado en la presentación de los contenidos, exploración, ejercitación y el apoyo o guía que se le debe proporcionar al estudiante.

Tabla 56

Cómo enseñar (Merrill, 1997).

Objetivo	Presentación	Exploración	Prácticas	Guía al alumno
Identificar ejemplos de objetos, dispositivos, procedimientos, acciones o símbolos que pertenecen a una clase	Tipo o clase a la que pertenece lo enseñado. Características, ejemplos ilustrativos, otros ejemplos y contraejemplos	Selección de nuevos ejemplos y contraejemplos. Discriminación de características	Identificar ejemplos y contraejemplos. Explicar por qué un determinado caso pertenece o no a una clase de acuerdo a sus características	Durante la presentación : En cada ejemplo se ilustran las características discriminativas Durante la práctica : Se ilustran las clasificaciones correctas e incorrectas

➤ **Presentación de contenidos**

Para establecer las estrategias de enseñanza en función de cada uno de los estilos de aprendizaje se ha realizado un cruce entre las características de cada uno de los estilos y algunas categorías de estrategias de enseñanza, como son el **foco**, la **agrupación** y la **interacción para el aprendizaje** (Leighton et al., 2004; Prieto et al., 2004b)

A partir de las estrategias instruccionales asociadas a las características de cada uno de los estilos de aprendizaje es posible determinar los formatos de información, las secuencias de actividades (Papanikolaou et al., 2002) y la herramientas que dispondrán los estudiantes de cada categoría, ver Tabla 57.

Tabla 57

Presentación de contenidos alternativas en función de cada estilo de aprendizaje

Estilos de aprendizaje	Formatos de información	Secuencia de actividades	Herramientas disponibles
Activo	Texto	Preguntas-Ejemplos-Teoría	<i>Chat</i> , Foros
Reflexivo	Texto, imágenes	Teoría-Ejemplos-Preguntas	Información adicional
Teórico	Texto	Preguntas-Teoría-Ejemplos	Ejercicios adicionales, <i>Chat</i> , Foros
Pragmático	Texto	Ejemplos-Teoría-Preguntas	<i>Chat</i> , Foros

➤ **Opciones de navegación**

En el caso de los estilos cognitivos se toman en cuenta investigaciones en el área de SH y estilos cognitivos (Chen & Macredie, 2002; Mitchell et al., 2004) que permiten establecer las estrategias instruccionales de **control del aprendizaje** y **apoyo al aprendizaje** de acuerdo a las características de cada estilo, ver Tabla 58.

Las secuencias de los recorridos y los tipos de ayuda para recorrer la información del SHA para cada estilo cognitivo, en función de las estrategias de enseñanza para cada categoría, están expuestas en Tabla 59. Para los estudiantes con un estilo cognitivo independiente de campo es más cómodo una navegación libre y la utilización de índices para acceder a las distintas páginas

del sistema; por el contrario, para los alumnos con un estilo cognitivo dependiente de campo, se establecen recomendaciones para recorrer la información proporcionando una secuencia y un mapa global que les permite navegar a través de los distintos nodos.

Tabla 58

Estrategias instruccionales para cada estilo cognitivo

Estilo cognitivo	Estrategias instruccionales
Independiente de campo	<ul style="list-style-type: none"> - Control del aprendizaje: navegación libre - Apoyo para el aprendizaje: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Apoyo mínimo, aprendizaje libre ▪ Preferencia por los índices de contenidos (analítico)
Dependiente de campo	<ul style="list-style-type: none"> - Control del aprendizaje: navegación guiada - Apoyo para el aprendizaje: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprendizaje guiado, proporcionando mayor cantidad de información ▪ Preferencia por los mapas para la navegación (global)

Tabla 59

Estilos cognitivos, control y apoyo para el aprendizaje.

Estilos cognitivos	Secuencia de recorridos	Herramientas de ayuda para la navegación
Independiente de campo	Navegación libre	Índices
Dependiente de campo	Navegación guiada	Mapas

Las distintas categorías de estudiantes-usuarios se han generado combinando todas las categorías de los modelos de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos que se utilizan como base de la adaptación. Esto implica que existirán cuatro presentaciones de contenidos alternativas, con dos tipos distintos de opciones de apoyo a la navegación, correspondiendo cada una de ellas a una de las posibles categorías de usuarios definidas en el Modelo del Estudiante, ver Tabla 60.

La descripción de las estrategias instruccionales para cada uno de los estilos permite establecer el Modelo de Enseñanza, siendo cada una de ellas una regla de adaptación. Estas reglas serán concretadas por la aplicación de métodos de adaptación, específicamente mediante las técnicas de adaptación de presentación de contenidos y las de opciones de navegación.

Tabla 60

Presentación de contenidos y opciones de navegación para cada categoría de estudiante

Estilos de aprendizaje	Presentaciones de contenidos alternativas	Opciones de navegación	
		Independiente de campo	Dependiente de campo
Activo	- Texto - Preguntas-Ejemplos-Teoría - Chat, Foros	- Navegación libre - Índices	
	- Texto - Preguntas-Ejemplos-Teoría - Chat, Foros		- Navegación guiada - Mapas
Reflexivo	- Texto, imágenes - Teoría-Ejemplos-Preguntas - Información adicional	- Navegación libre - Índices	
	- Texto, imágenes - Teoría-Ejemplos-Preguntas - Información adicional		- Navegación guiada - Mapas
Teórico	- Texto - Preguntas-Teoría-Ejemplos - Ejercicios adicionales, Chat, Foros	- Navegación libre - Índices	
	- Texto - Preguntas-Teoría-Ejemplos - Ejercicios adicionales, Chat, Foros		- Navegación guiada - Mapas
Pragmático	- Texto - Ejemplos-Teoría-Preguntas - Chat, Foros	- Navegación libre - Índices	
	- Texto - Ejemplos-Teoría-Preguntas - Chat, Foros		- Navegación guiada - Mapas

➤ **Métodos y técnicas de presentación de contenidos**

Finalmente, deben determinarse los métodos y técnicas de adaptación que se utilizarán a fin de concretar las características de las presentaciones de contenidos y de las opciones de navegación. Las presentaciones de contenidos alternativas, en función de los estilos de aprendizaje, utilizan

distintos formatos de información, secuencia de actividades y herramientas complementarias, ver Tabla 61.

Tabla 61

Métodos y técnicas de adaptación para la presentación de contenidos

Características de las presentaciones de contenidos	Métodos de adaptación de presentación de contenidos	Técnicas de adaptación de presentación de contenidos
Formatos de información distintos	Variante de explicaciones	Variante de páginas o alteración de fragmentos
Diferentes secuencias de actividades	Variante de explicaciones	Variante de páginas o alteración de fragmentos
Herramientas disponibles: - Información y ejercicios adicionales - Acceso a chat y foros	Explicaciones adicionales	Texto expansible y variante de páginas

➤ **Métodos y técnicas de opciones de navegación**

Las opciones de navegación, en función de los estilos cognitivos, incluyen la secuencia de recorridos y las herramientas de ayuda para la navegación. Para los estilos independiente / dependiente de campo se determina una secuencia libre y otra guiada y uso de índices y mapas (enlaces locales no contextuales), respectivamente (ver Tabla 62). De acuerdo al detalle anterior, se determinan los métodos y técnicas de adaptación de las opciones de navegación, ver Tabla 63.

Tabla 62

Métodos y técnicas de adaptación para las opciones de navegación

Características de las opciones de navegación	Métodos de adaptación de opciones de navegación	Técnicas de adaptación de opciones de navegación
Navegación guiada: Secuencia de recorridos	Guía local	Anotación de enlaces
Mapa: Herramientas de ayuda	Guía global	Guía directa

4.3 Presentación de los prototipos desarrollados

En este apartado se presentarán los principales escenarios de los prototipos desarrollados; los restantes están disponibles en el Apéndice A. Los escenarios correspondientes al prototipo de SHAA desarrollado, específicamente los de las categorías de estudiantes-usuarios reflexivo-independiente de campo y pragmático-dependiente de campo, y los escenarios correspondientes al SH que utiliza el grupo de control serán ilustrados acá.

4.3.1 Principales pantallas del prototipo del grupo experimental

- **Categoría reflexivo- independiente de campo**

Para esta categoría de estudiante-usuario las características de la presentación de contenidos son: formato de información textual y de imágenes, con una secuencia de contenidos de teoría-ejemplos-preguntas. En herramientas dispone de información adicional, donde se encuentran documentos relativos al tema de la unidad de aprendizaje (Tabla 57). Las opciones de navegación para esta categoría (independiente de campo) son navegación libre y utilización de índices. La Figura 43 muestra la primera pantalla que visualizará el estudiante, en ella debe ingresar su nombre de usuario y clave de acceso.

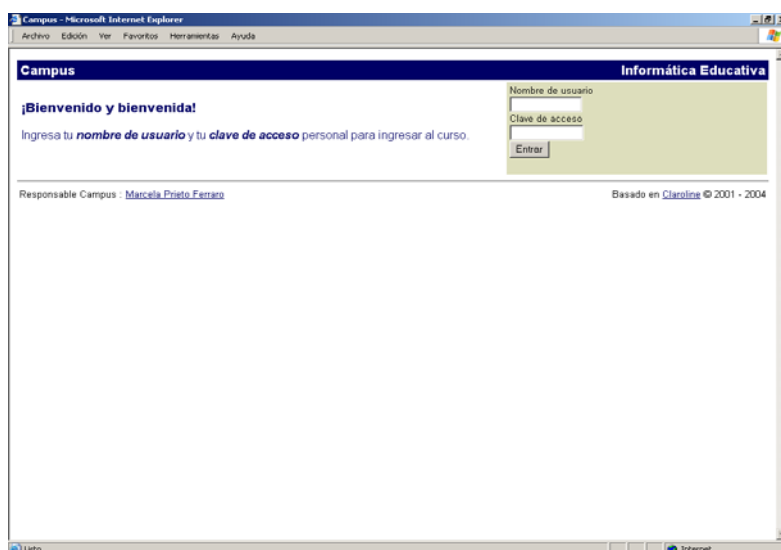


Figura 43. Pantalla inicial.

Una vez que el estudiante ingrese su nombre de usuario y clave de acceso, se encuentra con la pantalla del curso que le corresponde de acuerdo a su estereotipo de usuario (Ver Figura 44). En el lado izquierdo aparecen las opciones que posee en función de sus particularidades. La opción “Documentos” le permite ingresar al curso diseñado para esta categoría.



Figura 44. Pantalla inicial del curso para la categoría reflexivo-independiente de campo

Cada una de las pantallas del curso está compuesta por tres marcos. En la parte superior, se encuentra el marco que contiene el título, donde está el nombre de la página que visualiza el estudiante. En el lado izquierdo de la pantalla, se ubica el marco que contiene el índice, que le permite al estudiante acceder a las distintas páginas, y en la parte inferior del mismo está el enlace con las herramientas disponibles para esta categoría determinada de usuario. El marco central de la pantalla contiene los contenidos y en su parte superior derecha están los enlaces para acceder a los ejemplos y a las preguntas, relativas a este nodo.

La Figura 45 muestra la pantalla de la Página 1 “Servicio y recurso de información”-Teoría para esta categoría de usuario. Los contenidos están en formato de texto y de imágenes y en la secuencia teoría-ejemplos-ejercicios.



Figura 45. “Servicio y recurso de información”- Teoría. Categoría reflexivo- independiente de campo.

La Figura 46 muestra la pantalla de la Página 1 “Servicio y recurso de información”-Ejemplos. En ella se encuentran enlaces a ejemplos junto con imágenes de algunos de ellos.



Figura 46. “Servicio y recurso de información”- Ejemplos. Categoría reflexivo- independiente de campo.

La Figura 47 muestra la pantalla de la Página 1 “Servicio y recurso de información”-Preguntas, donde el estudiante encuentra preguntas relativas a los contenidos de esa página específica.



Figura 47. “Servicio y recurso de información”- Preguntas. Categoría reflexivo- independiente de campo.

Las restantes cinco páginas, Página 2 “Recurso Metodológico”, Página 3 “Medio de Difusión”, Página 4 “Herramienta Pedagógica”, Página 5 “Medio de Construcción” y Página 6 “Administrador curricular”, mantienen la misma estructura que la Página 1, igual secuencia de actividades de aprendizaje y se utilizan los mismos formatos para representar la información que se le proporciona al estudiante (ver Anexo I). Para la navegación entre ellas, para los usuarios de esta categoría, el índice permanece al lado izquierdo de la pantalla, permitiéndoles navegar libremente, en cualquier momento, a cualquiera de las otras páginas.

▪ Categoría pragmático-dependiente de campo

Para esta categoría de estudiante-usuario las características de la presentación de contenidos son: formato de información textual, con una secuencia de contenidos de ejemplos - teoría - preguntas. Las herramientas disponibles son un foro y un chat (Tabla 57).

Las opciones de navegación para esta categoría (dependiente de campo) son navegación guiada y utilización de mapas. La navegación guiada está señalada por números secuenciales en el mapa de navegación. La opción recomendada a seguir en el recorrido de la información está con color azul;

que corresponden a las páginas relacionadas con la página que el estudiante esté visualizando en ese momento. El color gris representa los enlaces a los cuales puede acceder, pero no son recomendados en ese momento, porque no tienen una relación directa, de acuerdo a la forma como se estructuró el SH. El mapa y la guía de navegación se encuentran en la columna izquierda de cada una de las seis pantallas.

La Figura 48 muestra la pantalla inicial del curso con las opciones disponibles para el desarrollo de esta unidad de aprendizaje, para esta categoría de estudiante-usuario. Estas son: anuncios, documentos, foros, usuarios y debate (chat).



Figura 48. Pantalla inicial para la categoría pragmático-dependiente de campo.

La Figura 49 muestra la pantalla inicial de la unidad de aprendizaje, ubicada en la opción documentos, con las indicaciones para navegar a través de las distintas páginas.

En el costado izquierdo, de la Figura 48, se ubica el mapa de navegación, donde las líneas representan las relaciones entre las distintas páginas. En este mapa se despliega un texto indicando el nombre de la página, cuando se posiciona el cursor sobre cualquiera de los rectángulos que representan a cada una de las páginas.

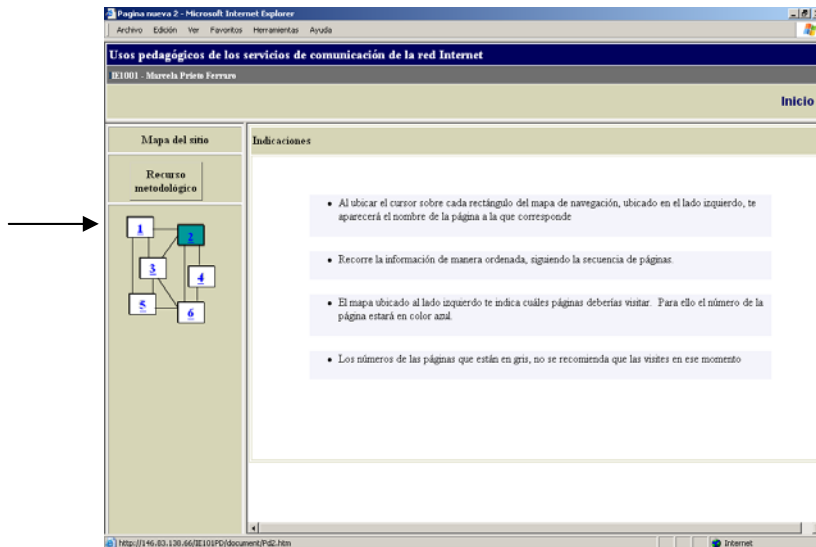


Figura 49. Indicaciones para una navegación guiada. Categoría pragmático-dependiente de campo.

La Figura 50 muestra la pantalla de la página 1 “Servicio y recurso de información” donde la secuencia de actividades de aprendizaje establecida es: ejemplos-teoría-preguntas (Tabla 57).

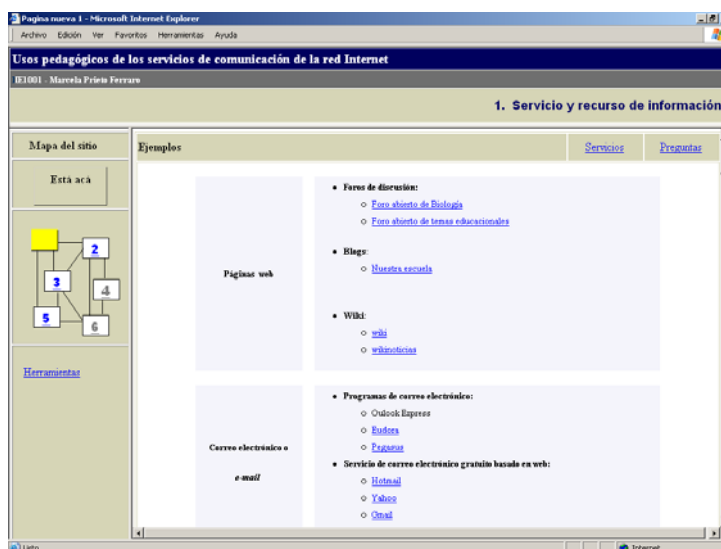


Figura 50. “Servicio y recurso de información”- Ejemplos. Categoría pragmático-dependiente de campo.

En la parte superior derecha del marco central, se encuentran los enlaces a la teoría y a las preguntas relativas a los mismos. Al posicionar el cursor en el número uno en el mapa de navegación, se despliega el texto “Está aquí”, para indicarle al estudiante su ubicación en relación

a los nodos. Los números que representan a las restantes páginas están en azul o gris, dependiendo si se relacionan directamente con la página que está visualizando el alumno en ese momento o no, de acuerdo a la estructura del SH definida previamente (ver Figura 42).

En la Figura 51 se muestra la pantalla 2 “Recurso metodológico”, donde se sigue la misma secuencia de actividades de aprendizaje. En el marco central están los contenidos o teoría, pudiendo acceder a las preguntas y ejemplos mediante los enlaces respectivos ubicados en la parte superior derecha. En el mapa de navegación, al ubicar el cursor sobre el número cinco, se despliega el texto “Medio de construcción” indicando el nombre de esa página, pero en color gris, pues aunque puede acceder a esa página no se le recomienda, porque no hay una relación directa desde la página 2, que es donde se encuentra el alumno.

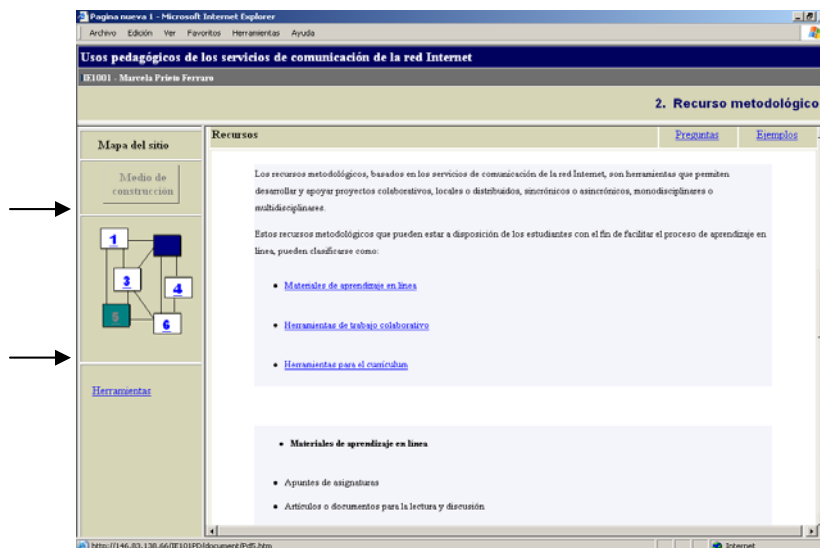


Figura 51. “Recurso metodológico”- Teoría. Categoría pragmático-dependiente de campo

4.3.2 Principales pantallas del prototipo del grupo de Control

Para el grupo de control se desarrolló el SH de acuerdo a la estructura previamente definida (ver Figura 42), sin ninguna forma de adaptación. Las opciones disponibles, además de los documentos, que contienen las páginas que conforman el sistema, son: anuncios, foros y debate. La Figura 52 muestra la pantalla inicial que visualizarán los estudiantes del grupo de control, una vez que han ingresado al sistema.



Figura 52. Pantalla inicial para los estudiantes del grupo de control.

La forma de navegación en este sistema es mediante hipertexto. Éstos están incluidos en los contenidos y ejemplos de cada una de las páginas. A diferencia de los sistemas desarrollados en función de los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, que poseían un marco en el lado izquierdo, ya sea con un índice o mapa de navegación, este prototipo no incluye ese tipo de ayuda. La Figura 53 representa la pantalla “Medio de difusión”, para el grupo de control, donde se incluye la secuencia de teoría, preguntas y ejemplos. Esta secuencia se aplica también para las restantes páginas del SH. En este caso se muestra la pantalla que contiene los ejemplos de estos contenidos.



Figura 53. “Medio de difusión”- Ejemplos. Grupo de control.

4.4 Próxima etapa

La aplicación de METHADIS a un caso de estudio implica desarrollar cada una de las actividades propuestas en cada uno de los tres niveles de esta metodología de diseño, para una unidad de aprendizaje concreta.

La unidad de aprendizaje seleccionada, correspondiente a la asignatura de “Computación Educativa” de estudiantes de pedagogía de la Facultad de Educación y Ciencias Humanas de la Universidad de Antofagasta, Chile, fue “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet”.

Lo anterior significa definir el objetivo de aprendizaje de la unidad y el Modelo del Dominio que representa la estructura conceptual. Seleccionar la teoría de estilos de aprendizaje y la teoría de estilos cognitivos en las cuales basar la adaptación fue la fase siguiente. A partir de las actividades realizadas se define el Modelo del Estudiante, donde se generan las posibles categorías de estudiante-usuario. Finalmente, de acuerdo a la propuesta de METHADIS, se estableció el Modelo de Enseñanza, donde convergen las actividades anteriores, para definir las estrategias instruccionales que se plasman a través de las distintas formas de proporcionar los contenidos, acorde con cada una de las categorías de estilos de aprendizaje, y las opciones para recorrer la información, en función de los estilos cognitivos, de los potenciales usuarios del prototipo.

Para concretar lo anterior se ha desarrollado un prototipo de SH considerando cada una de las ocho categorías de estudiante-usuario. De esta manera cada uno de los estudiantes del grupo experimental accederá a un sistema diseñado específicamente de acuerdo a sus propios estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. En cambio, aquellos estudiantes que conformen el grupo de control, trabajaran con un SH que no considera ningún tipo de diferencia individual.

En el capítulo siguiente se describe la experimentación realizada, con el grupo experimental y el grupo de control. Junto a lo anterior se proporcionarán los datos obtenidos y la información resultante del procesamiento.

CAPÍTULO 5

Diseño experimental y análisis de datos del caso de estudio

5.1 Introducción

En este capítulo se describe el diseño experimental utilizado, la presentación de los datos obtenidos y el análisis de ellos. El análisis realizado correspondió exclusivamente a uno de tipo cuantitativo.

El primer apartado se refiere al diseño experimental de esta investigación. Se describe el diseño escogido, se detallan los materiales e instrumentos utilizados, se explica la definición de la población y muestra escogida y, finalmente, el procedimiento seguido.

Los datos que se presentan corresponden a los resultados obtenidos por los participantes en el experimento. Éstos se obtuvieron al aplicar el cuestionario de estilos de aprendizaje y el test de estilos cognitivos a los estudiantes que integraron el grupo experimental y que permitieron definir las distintas categorías de estudiantes – usuarios del prototipo del SHAA. También se incluyen los resultados de las prepruebas y pospruebas que se aplicaron a ambos colectivos, grupo experimental y grupo de control.

Al final de este capítulo se efectúa el análisis de la totalidad de los datos obtenidos, tanto en la preprueba como en la posprueba, que fueron aplicadas a los estudiantes del grupo experimental y del grupo de control. Se realizan diversos contrastes entre estos datos con el objeto de aceptar o rechazar las hipótesis propuestas al inicio de esta investigación.

5.2 Diseño experimental del caso de estudio

El diseño experimental preprueba-posprueba y grupo de control, que se utilizó, incluyó la variable experimental o independiente (SH adaptado a los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos) y un grupo de control, con el que se empleó un tratamiento neutral (SH sin adaptación). Esto se realizó con el objeto de medir el efecto, en cada uno de los grupos participantes, en el aprendizaje de los

contenidos previamente definidos, de modo de poder aceptar o rechazar las hipótesis planteadas en esta investigación.

Este diseño se representa, a continuación, de forma esquematizada en la Figura 54. En la primera fila está representado el grupo experimental; en la segunda el grupo de control. Los subíndices 1 y 2 indican la aplicación del preprueba y el posprueba, respectivamente. La R representa la igualación de los grupos por aleatorización. La X es la variable experimental, indica el tratamiento que fue aplicado al grupo experimental, que corresponde a la adaptación del SH basada en los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, como características del estudiante, para ello se ajustó la presentación de los contenidos en función de los estilos de aprendizaje y las opciones de navegación de acuerdo a los estilos cognitivos. El tratamiento neutral del grupo de control correspondió a la aplicación del mismo SH a todos los integrantes del grupo, sin considerar ningún tipo de diferencias individuales. La aplicación de la preprueba y de la posprueba permitió medir tanto los conocimientos previos de los estudiantes como los obtenidos después de la aplicación de ambos prototipos de sistemas.

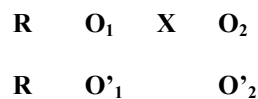


Figura 54. Diseño experimental

5.2.1 Materiales e instrumentos

La totalidad de los materiales e instrumentos utilizados y aplicados, en este caso de estudio, son descritos a continuación.

- **Unidad de aprendizaje**

La unidad de aprendizaje desarrollada fue la misma para el SHAA y el SH. Ésta correspondió al área de Informática Educativa, específicamente a la unidad de aprendizaje “Usos pedagógicos de

los servicios de comunicación de la red Internet” de los cursos que se imparten a la totalidad de los estudiantes del área de educación, de la Facultad de Educación y Ciencias Humanas de la Universidad de Antofagasta, Chile.

Todas las carreras de pedagogía pertenecientes a esta facultad tienen dentro de su currículum obligatorio, al menos una asignatura del área de la Informática Educativa, cuyo objetivo es proporcionarles a los estudiantes herramientas que les permitan conocer y valorar las distintas formas de aplicación de la informática en los centros educativos, a nivel de currículum escolar, evaluación y gestión administrativa.

- **Prototipo de SHAA basado en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos**

Se diseñó un prototipo de SHAA basado en estilos de aprendizaje y en estilos cognitivos, aplicando METHADIS. Este prototipo ajustó la presentación de los contenidos a las características de los estilos de aprendizaje Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático; las opciones y ayudas para la navegación se diseñaron en función de las particularidades de los estilos de cognitivos Independiente de campo y Dependiente de campo, que fueron utilizados para la adaptación. El objetivo de aprendizaje y los respectivos contenidos de este sistema correspondieron a la unidad de aprendizaje que se seleccionó de manera previa. Este prototipo fue utilizado por los estudiantes del grupo experimental.

- **SH**

El SH que se diseñó y desarrolló incluyó el mismo objetivo de aprendizaje y contenidos que el prototipo de SHAA. Este SH presentó los mismos contenidos, formatos de información y opciones de navegación a todos los estudiantes, sin establecer diferencias de algún tipo. Éste fue utilizado por los estudiantes que integraron el grupo de control.

- **Instrumento de medición de los estilos de aprendizaje**

Para determinar los estilos de aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental, se dispuso del instrumento de medición de las categorías de estilos de aprendizaje que fue seleccionada para la adaptación. Éste corresponde al Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) que consta de 80 ítems breves en los que el estudiante debe responder con un signo “+” si está más de acuerdo que en desacuerdo, o con un signo “-” si está más en desacuerdo que de acuerdo. Son veinte ítems, distribuidos de forma aleatoria, por cada categoría de estilo de aprendizaje definida (Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático (Alonso et al., 1999).

- **Instrumento de medición de los estilos cognitivos**

El instrumento de medición de las categorías de estilos cognitivos Independiente de campo y Dependiente de campo asociado a la teoría de estilos cognitivos escogida para basar la adaptación de las opciones y ayudas para la navegación del SHAA, es el *Group Embedded Figures Test* (GEFT) o Test de Figuras Enmascaradas forma Colectiva (TFEC) (Witkin et al., 1987). Es un test perceptivo donde el sujeto debe localizar una figura simple, previamente conocida, dentro de otra figura más compleja, la cual ha sido organizada de manera que enmascara la figura más simple. Los que poseen un estilo Independiente de campo tienen la capacidad de percibir figuras ocultas. Este instrumento está compuesto por 18 figuras, divididas en dos partes, ordenadas según el criterio de dificultad. El tiempo de respuesta que disponen los estudiantes es de 8 minutos para cada una de las partes.

- **Preprueba y posprueba**

La preprueba y la posprueba se diseñaron en función de los contenidos de la unidad de aprendizaje que se seleccionó, para ser aplicadas en dos momentos, tanto a los estudiantes del grupo experimental como del grupo de control: antes de utilizar los sistemas (SHAA y SH) y después de finalizada las actividades de aprendizaje de la unidad desarrollada. Las preguntas de ambos instrumentos son las mismas (Ver Anexo II). La aplicación de estos instrumentos permite

determinar las diferencias obtenidas por los estudiantes de cada uno de los grupos, experimental y de control, en el aprendizaje de los contenidos.

5.2.2 Definición de población y muestra

La población que ha sido considerada para esta experimentación son todos los estudiantes de las distintas carreras de pedagogía, pertenecientes a la Facultad de Educación y Ciencias Humanas de la Universidad de Antofagasta, Chile. En esta facultad están adscritas las siguientes carreras del área de educación: Pedagogía en Informática Educativa, Pedagogía en Biología y Ciencias, Educación General Básica y Educación Parvularia.

En algunas carreras la asignatura de Informática Educativa se dicta durante el primer semestre y en otras durante el segundo semestre.

La población corresponde a todos los estudiantes de las cuatro carreras de Pedagogía, que dictó, el año 2005, la Facultad de Educación y Ciencias Humanas de la Universidad de Antofagasta, Chile. La muestra utilizada en este estudio fue intencionada, de acuerdo a la disponibilidad de los cursos para participar en esta experimentación. Ésta estuvo compuesta por un total de 46 alumnos, pertenecientes a las carreras de Pedagogía en Educación Básica y Pedagogía en Biología y Ciencias. .

- **Grupo experimental y grupo de control**

Los estudiantes fueron asignados al azar a los grupos experimental y de control, sin hacer ninguna distinción por la carrera de procedencia. El grupo experimental se formó con un total de 26 alumnos y el grupo de control con 20 estudiantes.

5.2.3 Procedimiento

- **Técnicas de recolección de datos**

Para recoger los datos, necesarios en las distintas etapas de este estudio, se utilizaron diversos instrumentos que fueron descritos anteriormente. El Cuestionario CHAEA de Estilos de Aprendizaje (Alonso et al., 1999), el Test de las Figuras Enmascaradas forma Colectiva (TFEC) para determinar los estilos cognitivos (Witkin et al., 1987) y la preprueba y posprueba que medían los conocimientos, previos y posteriores de los estudiantes, relacionados con los contenidos de aprendizaje incorporados en el prototipo, el puntaje máximo posible de obtener en ellos es de 16 puntos (ver Apéndice II).

Los dos primeros instrumentos se aplicaron solamente a los estudiantes que conformaron el grupo experimental, con el objeto de determinar los estilos de aprendizaje y los estilos cognitivos de cada uno de ellos. Ambos instrumentos de medición fueron aplicados con anterioridad a la realización del experimento, de manera de poder tabular los resultados y determinar el prototipo con el cual iban a trabajar de acuerdo a sus características individuales. Esto permitió definir las distintas categorías de estudiantes-usuarios del SHAA. Así, cuando los estudiantes interactuaron con el sistema asignado lo hicieron con los contenidos secuenciados de acuerdo a su estilo de aprendizaje y las opciones y ayudas de navegación en función de sus estilos cognitivos. Los resultados obtenidos fueron tabulados de acuerdo a las instrucciones de cada uno de los instrumentos.

La preprueba se aplicó a todos los alumnos, tanto a los que conformaban el grupo experimental como el de control. Ésta fue aplicada el mismo día y de manera previa a que los estudiantes ingresarán por primera vez a cada uno de los sistemas desarrollados. La posprueba fue aplicada a la totalidad de los estudiantes que participaron en este estudio una vez finalizado el experimento.

- **Descripción de la actividad**

La primera etapa consistió en determinar los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de los estudiantes pertenecientes al grupo experimental, que en total fueron 26 alumnos, pertenecientes a las carreras de Pedagogía en Educación Básica y Pedagogía en Biología y Ciencias, de la Facultad de Educación y Ciencias Humanas de la Universidad de Antofagasta, Chile. Esto significó aplicar y tabular los resultados de cada uno de los instrumentos escogidos para tal efecto. Esta etapa se desarrolló en las dos semanas previas a que los estudiantes tuvieran acceso al sistema.

En la segunda fase, que tuvo una duración total de cinco semanas, la primera actividad consistió en aplicar la preprueba a los estudiantes del grupo experimental y grupo de control antes de iniciar el trabajo con cada prototipo. Posteriormente, se le asignó a cada estudiante su nombre de usuario y clave de acceso a la plataforma, que contenía las distintas versiones del curso. De esta forma, los integrantes del grupo experimental accedieron a los contenidos organizados de acuerdo a sus estilos de aprendizaje y a las opciones de navegación diseñadas en función de sus estilos cognitivos. Todos los estudiantes del grupo de control tuvieron acceso al mismo SH en la plataforma, que no consideraba ninguna forma de adaptación. Ambos grupos pudieron acceder a la plataforma a lo menos dos veces por semana, durante las horas de clases, como también en horas libres si deseaban hacerlo, pues estaba disponible en horario de funcionamiento de los Laboratorios de Computación.

La tercera y última etapa consistió en aplicar la posprueba y tabular los resultados obtenidos por los estudiantes de ambos grupos, una vez finalizado el experimento.

De la totalidad de 26 alumnos asignados al grupo experimental, pertenecientes a ambas carreras, 25 terminaron la actividad. En el grupo de control, 16 estudiantes finalizaron la actividad, de los 20 previamente asignados.

5.3 Presentación de los datos obtenidos

En la Tabla 63 se representan los estilos de aprendizaje y los estilos cognitivos de cada uno de los estudiantes del grupo experimental. Las categorías de estilos de aprendizaje son: Activo (A), Reflexivo (R), Teórico (T) y Pragmático (P). Las categorías de estilos cognitivos son: Independiente de campo (IC) y Dependiente de campo (DC)

Tabla 63

Estilos de Aprendizaje y Estilos Cognitivos de los estudiantes del grupo experimental

Estilos de Aprendizaje y Estilos Cognitivos del Grupo Experimental		
Estudiante	Estilo de Aprendizaje	Estilo Cognitivo
1	A	DC
2	A	IC
3	P	DC
4	R	DC
5	R	DC
6	T	IC
7	R	IC
8	A	IC
9	A	IC
10	T	IC
11	T	IC
12	A	DC
13	R	DC
14	P	IC
15	T	DC
16	P	IC
17	R	IC
18	A	IC
19	A	IC
20	R	IC
21	A	IC
22	R	DC
23	R	DC
24	P	IC
25	R	IC

En la Tabla 64 se resume la cantidad de alumnos, pertenecientes al grupo experimental, de acuerdo a los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos.

Tabla 64

Cantidad de estudiantes de acuerdo al Estilo de Aprendizaje y Estilo Cognitivo del grupo experimental

Cantidad de estudiantes por Estilos de Aprendizaje y Estilos Cognitivos Grupo Experimental		
	IC	DC
A	6	2
R	4	5
T	3	1
P	3	1

Los resultados obtenidos por los estudiantes, del grupo de control y del grupo experimental, en la preprueba y posprueba están representados en las Tablas 65 y 66 respectivamente.

Tabla 65

Resultados preprueba y posprueba de los estudiantes del grupo de control

Grupo de Control		
Estudiante	Preprueba	Posprueba
1	11	13
2	14	14
3	11	13
4	10	14
5	7	12
6	13	15
7	7	9
8	7	9
9	6	9
10	9	9
11	12	15
12	2	12
13	2	11
14	6	10
15	9	11
16	3	7

Tabla 66

Resultados preprueba y posprueba de los estudiantes del grupo experimental

Grupo Experimental		
Estudiante	Preprueba	Posprueba
1	8	11
2	7	13
3	4	13
4	9	14
5	7	15
6	9	15
7	5	13
8	6	15
9	8	14
10	8	16
11	7	13
12	5	13
13	12	15
14	2	9
15	8	12
16	11	16
17	8	12
18	5	14
19	8	13
20	10	15
21	2	8
22	10	12
23	6	13
24	6	11
25	9	12

5.4 Análisis de los datos

La prueba estadística que fue utilizada para determinar si los dos grupos, grupo experimental y grupo de control, difieren entre sí de manera significativa es la “t” de Student, que está basada en el modelo teórico de distribución de Student (Hernández, Fernández & Baptista, 2003).

La prueba “t” tiene un carácter inferencial que permite efectuar un contraste de hipótesis para la diferencia de medias, puesto que evalúa si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto de sus medias, en un contexto experimental (Hernández et al., 2003). De esta forma se

podrá aceptar o rechazar la hipótesis nula, que propone que no hay diferencia significativa entre ambos grupos. Si se acepta la hipótesis nula implica que no existen diferencias significativas entre los dos grupos antes mencionados, esto significa que el tratamiento aplicado al grupo experimental, de proporcionar un entorno de aprendizaje creado con una metodología de diseño para adaptar los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de cada estudiante-usuario, no afecta o conlleva a un aprendizaje más efectivo. Por el contrario, si la hipótesis nula es rechazada, implica que la variable independiente, en este caso, la metodología de adaptación diseñada, se traduce en un elemento importante para atender las diferencias individuales de los estudiantes, como son los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, facilitando el logro de los objetivos de aprendizaje.

Para analizar los datos se realizarán cinco confrontaciones de resultados, utilizando esta prueba estadística. En primer lugar se contrastarán los resultados de las prepruebas del grupo experimental y de control. Luego, se compararán los resultados de las pospruebas con los resultados de las prepruebas en ambos grupos. También se contrastarán los resultados de las pospruebas de estos dos grupos. Finalmente, se realizará la comparación entre las diferencias obtenidas entre la posprueba y preprueba en ambos grupos (Hernández et al., 2003).

Todos los cálculos se realizaron para un nivel de confianza fijado del 0.05, esto es que existe el 95% de probabilidad que los grupos en realidad difieren significativamente entre sí y el 5% de posibilidad de error.

Cuando el valor “t” se calcula mediante la utilización de una aplicación estadística computacional, la significancia es proporcionada como parte de los resultados y debe ser menor a 0,05, de acuerdo al intervalo de confianza que fue escogido en esta investigación (95%). Esto es, si el p-valor es mayor o igual a 0,05 no existen diferencias significativas; en cambio si el p-valor es menor que 0,05 se puede establecer que si hay diferencias estadísticamente significativas.

El paquete estadístico computacional usado para realizar el análisis de los datos obtenidos fue *Statgraphics Plus 5.1*.

5.4.1 Comparación entre las prepruebas del grupo experimental y del grupo de control

Esta comparación permite determinar si los grupos, experimental y de control, son equiparables en el momento inicial de la experimentación, de modo de comprobar la validez interna y externa de los resultados obtenidos. La Tabla 67 muestra los resultados obtenidos en la preprueba en cada grupo.

Tabla 67

Resultados preprueba de los estudiantes del Grupo Experimental y del Grupo de Control

Preprueba Grupo Experimental y Grupo de Control		
Estudiante	Grupo Experimental	Grupo de Control
1	8	11
2	7	14
3	4	11
4	9	10
5	7	7
6	9	9
7	5	7
8	6	6
9	8	9
10	8	12
11	7	10
12	5	2
13	12	10
14	2	6
15	8	9
16	11	3
17	8	
18	5	
19	8	
20	10	
21	2	
22	10	
23	6	
24	6	
25	9	

En la Figura 55 se representan los valores obtenidos por el grupo de control y el grupo experimental en la preprueba que se les aplicó al inicio de la investigación. Los extremos de las líneas indican los puntajes mínimos (2) y máximos (12 y 14) obtenidos en los resultados de la preprueba por el grupo experimental y el grupo de control, respectivamente. El 50% de los

puntajes de la preprueba del grupo experimental están en el rango de 6,5 a 10,5 puntos, en cambio el 50% de los puntajes del grupo de control están en el rango de 5,5 a 9 puntos, existiendo una menor dispersión. La mediana es 9 en el grupo de control y 7,5 en el grupo experimental.

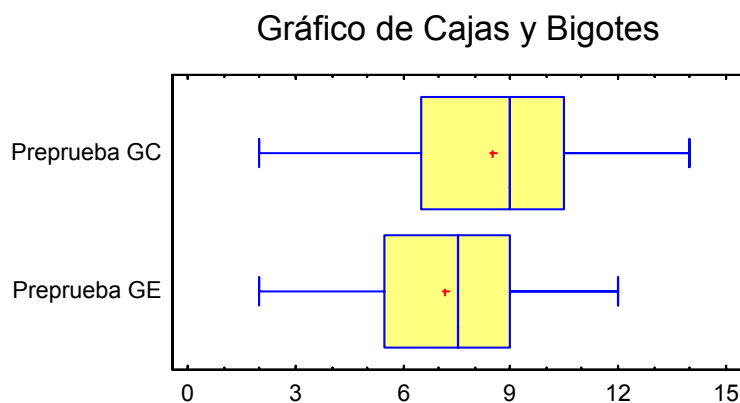


Figura 55. Resultados preprueba del grupo de control y grupo experimental

- **Contraste “t” de comparación de medias:**

En la Tabla 68 están los principales datos estadísticos de del grupo de control y grupo experimental.

Tabla 68

Datos de las prepruebas del grupo de control y del grupo experimental

Datos	Preprueba Grupo de Control	Preprueba Grupo Experimental
Media	8,0625	7,2
Desviación típica	3,73218	2,5
Frecuencia	16	25
t	0,888015	
p-valor	0,379977	

Suponiendo que las varianzas son iguales ($F = 2,22867$ y $p\text{-valor} = 0,0773995$), el valor de la prueba estadística t es $0,888015$, $p\text{-valor} = 0,379977$. Como el $p\text{-valor}$ para el test no es inferior a $0,05$ se puede decir que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos experimental y de control, para un nivel de confianza del 95%.

Se concluye, entonces, que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las prepruebas aplicadas a los grupos experimental y de control. De lo anterior, se deduce que los grupos son lo suficientemente homogéneos en sus conocimientos previos.

5.4.2 Comparación entre la posprueba y la preprueba aplicadas al grupo control

El siguiente cálculo del valor “t” corresponde a la posprueba y preprueba del grupo de control del caso de estudio, sometido a la interacción con el SH sin ninguna forma de adaptación a algún tipo de diferencias individuales. Esta comparación tiene como finalidad conocer si existen diferencias significativas entre ambas medias.

La Figura 56 representa, de manera gráfica, los valores obtenidos por el grupo de control en la posprueba y preprueba, que fue aplicada al inicio y al final de la investigación. El puntaje mínimo obtenido en la posprueba es 7, en cambio en la preprueba fue 2. En la posprueba los puntajes entre el cuartil inferior y el cuartil superior varían entre 9 y 13,5, en cambio en la preprueba de 6 a 11. El valor máximo obtenido en la posprueba fue 15 y en la preprueba 14. La mediana en la posprueba (11,5) es superior a la de la preprueba (8).

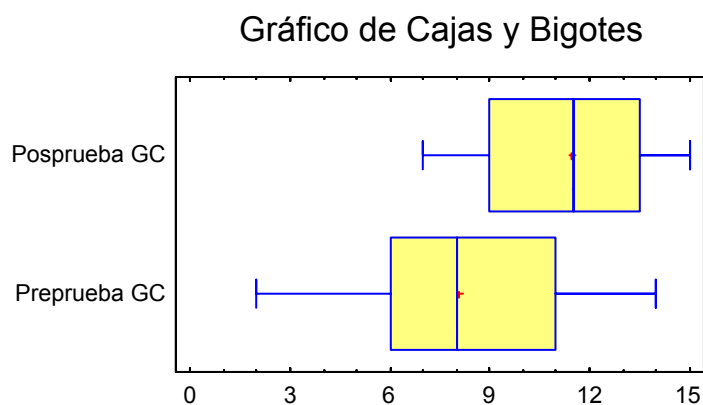


Figura 56. Resultados posprueba y preprueba del grupo de control

- **Contraste t de comparación de medias:**

En la Tabla 69 se presentan los datos estadísticos de la posprueba y preprueba del grupo de control.

Tabla 69

Datos de la posprueba y preprueba del grupo de control

Datos	Posprueba	Preprueba
Media	11,4375	8,0625
Desviaciones típicas	2,44864	3,73218
Tamaño de la muestra	16	16
t	3,02437	
p-valor	0,00253451	

Si se asume que las varianzas no son iguales, el valor de la prueba estadística t es 3,02437, p-valor = 0,00253451. Como el p-valor calculado para el test es inferior a 0,05 se puede decir que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la posprueba y preprueba del grupo de control, para un nivel de confianza del 95%.

Se concluye, entonces, que existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la posprueba y preprueba del grupo de control. De acuerdo a lo anterior, también se deduce que hubo aprendizaje en los estudiantes que fueron sometidos a la interacción con el SH.

5.4.3 Comparación entre la posprueba y la preprueba aplicadas al grupo experimental

El cálculo del valor “t” corresponde a la posprueba y preprueba del grupo experimental sometido a la interacción con el SH adaptado a los estilos de aprendizaje y los estilos cognitivos de los participantes. Esta comparación se realiza para conocer si existen diferencias significativas entre las medias de la posprueba y la preprueba.

En la Figura 57 se representan los valores obtenidos por el grupo experimental en la posprueba y preprueba. En la posprueba el primer cuartil es 12 y el tercer cuartil es 15, siendo la mediana 13; en la preprueba estos valores son inferiores, el primer cuartil es 6 y el tercer cuartil es 9, con una

mediana igual a 8. Los valores mínimos y máximos en la posprueba fueron 8 y 16; en la preprueba fueron 2 y 12, respectivamente.

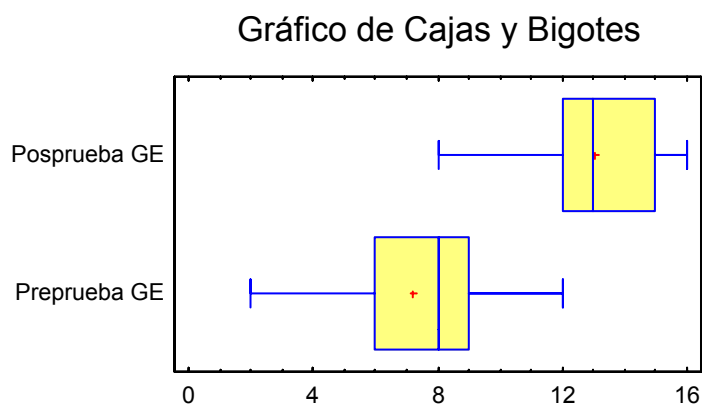


Figura 57. Resultados posprueba y preprueba del grupo experimental

- **Contraste “t” de comparación de medias:**

En la Tabla 70 se muestran los datos estadísticos de la posprueba y preprueba del grupo de control.

Tabla 70

Datos de la posprueba y preprueba del grupo experimental

Datos	Posprueba	Preprueba
Media	13,08	7,2
Desviaciones típicas	1,97737	2,5
Tamaño de la muestra	25	25
t	9,2236	
p-valor	1,66678E-12	

Se asume que las varianzas son iguales ($F = 0,6256$ p-valor = $0,257667$), el valor de la prueba estadística t es $9,2236$, p-valor = $1,66678E-12$. Puesto que el p-valor calculado para el test es inferior a $0,05$ se puede decir que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la posprueba y preprueba del grupo experimental, para un nivel de confianza del 95%.

Se concluye, entonces, que existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la posprueba y preprueba del grupo experimental. Por lo anterior, se deduce que fue efectivo el

tratamiento en los estudiantes que participaron en el grupo experimental, en el sentido que el logro de los aprendizajes no es atribuible al azar.

5.4.4 Comparación entre las pospruebas del grupo experimental y del grupo de control

Con esta comparación se quiere determinar si los resultados obtenidos al finalizar la experimentación, los grupos experimental y de control demostraron diferencias estadísticamente significativas con relación a los resultados de aprendizaje obtenidos. En la Tabla 71 se muestran los resultados obtenidos en ambas pospruebas.

Tabla 71

Resultados posprueba de los estudiantes del Grupo Experimental y Grupo de Control

Posprueba Grupo Experimental y Grupo de Control		
Estudiante	Grupo Experimental	Grupo de Control
1	10	13
2	12	14
3	12	13
4	13	13
5	14	11
6	14	10
7	12	9
8	14	8
9	13	9
10	15	14
11	12	13
12	12	11
13	14	10
14	9	9
15	11	10
16	15	11
17	11	
18	13	
19	13	
20	15	
21	13	
22	13	
23	10	
24	9	
25	10	

La Figura 58 representa los valores obtenidos por el grupo experimental y el grupo de control en la posprueba, aplicada al finalizar la fase de experimentación. Los valores mínimos y máximos en la

posprueba del grupo experimental corresponden a 9 y 15; en la posprueba del grupo de control corresponden a 8 y 14, respectivamente. En la posprueba del grupo experimental el 50% de los valores, entre el primer y tercer cuartil se encuentra en el rango de 11 a 14; en cambio, en la posprueba del grupo de control se encuentran en el rango de 8 a 14.

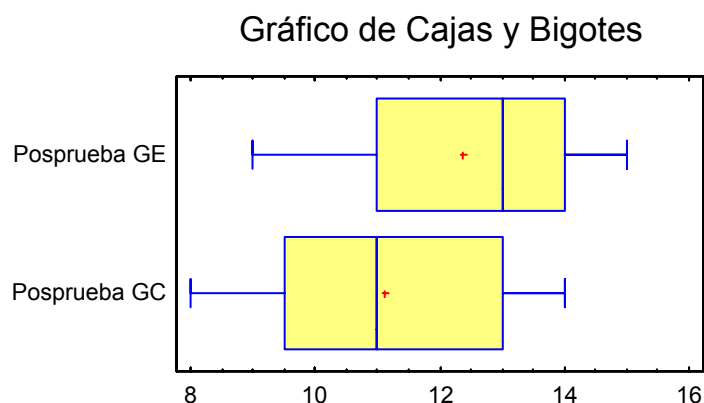


Figura 58. Resultados obtenidos en la posprueba, por el grupo experimental y el grupo de control

- **Contraste “t” de comparación de medias:**

La Tabla 72 expone los datos estadísticos del grupo experimental y del grupo de control.

Tabla 72

Datos de la posprueba del grupo experimental y del grupo de control

Datos	Posprueba Grupo Experimental	Posprueba Grupo de Control
Media	13,08	11,4375
Desviaciones típicas	1,97737	2,44864
Tamaño de la muestra	25	16
t	2,36336	
p-valor	0,0115948	

Asumiendo que las varianzas son iguales ($F = 0,65212$ p-valor = 0,339961), el valor de la prueba estadística t es 2,36336, p-valor = 0,0115948. Como el p-valor calculado para el test es inferior a 0,05 se puede afirmar que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las pospruebas del grupo experimental y del grupo de control, para un nivel de confianza del 95%.

Se concluye, entonces, que existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las pospruebas del grupo experimental y grupo de control. Por ello, se deduce que hubo mejores resultados de aprendizaje en los estudiantes que interactuaron con el SH adaptado a sus preferencias en comparación con los alumnos que integraban el grupo de control y que tuvieron un tratamiento neutro.

5.4.5 Comparación de las diferencias entre la posprueba y la preprueba entre el grupo experimental y el grupo de control

Se compararán las diferencias entre la posprueba y preprueba del grupo experimental con el grupo de control. Se quiere determinar si la variación en el aprendizaje es la misma para los alumnos que utilizaron el SH adaptado a sus estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, que para los estudiantes del grupo de control que sólo fueron sometidos a un SH que no consideraba aquéllas diferencias. Esto permitirá aceptar o rechazar la hipótesis nula planteada en este trabajo de investigación. La Tabla 73 expone las diferencias en los puntajes obtenidos en cada grupo.

En la Figura 59 están representados gráficamente los valores de las diferencias entre la posprueba y preprueba, tanto del grupo experimental como del grupo de control. La mediana del puntaje ganancia en el grupo experimental es 6; en el grupo de control es 2,5. Los valores entre el primer y tercer cuartil varían entre 5 y 8 para la diferencia de puntajes en el grupo experimental; en cambio, los valores entre el primer y tercer cuartil varían solamente entre 2 y 4 para la diferencia de puntajes en el grupo de control. Sólo dos valores atípicos se encuentran en la diferencia de puntaje entre la posprueba y preprueba del grupo de control, que reflejan una ganancia de 9 y 10 puntos.

Tabla 73

Diferencias entre la posprueba y preprueba del grupo experimental y grupo de control

Diferencias entre la posprueba y preprueba en ambos grupos		
Estudiante	Diferencia Grupo de Control	Diferencia Grupo Experimental
1	2	3
2	0	6
3	2	9
4	4	5
5	5	8
6	2	6
7	2	8
8	2	9
9	3	6
10	0	8
11	3	6
12	10	8
13	9	3
14	4	7
15	2	4
16	4	5
17		4
18		9
19		5
20		5
21		6
22		2
23		7
24		5
25		3

Gráfico de Cajas y Bigotes

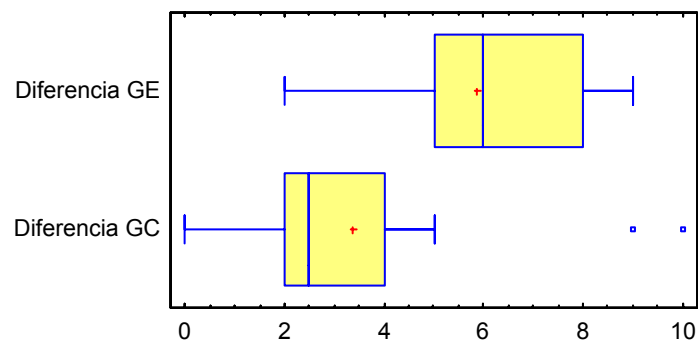


Figura 59. Valores de las diferencias entre la posprueba y preprueba, del grupo experimental y del grupo de control.

- **Contraste “t” de comparación de medias:**

Los datos estadísticos de las diferencias de ambas muestras, grupo experimental y grupo de control, están tabulados en la Tabla 74.

Tabla 74

Datos de la diferencia entre posprueba y preprueba del grupo experimental y del grupo de control

Datos	Posprueba Grupo Experimental	Posprueba Grupo de Control
Media	5,88	3,375
Desviaciones típicas	2,04776	2,75379
Tamaño de la muestra	25	16
t	3,33715	
p-valor	0,000934448	

Se asume que las varianzas no son iguales ($F = 0,552967$ p-valor = 0,189446). El valor de la prueba estadística t es 3,33715, p-valor = 0,000934448. Como el p-valor calculado para el test es inferior a 0,05 se puede afirmar sin duda que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las diferencias entre la posprueba y preprueba del grupo experimental y el grupo de control, para un nivel de confianza del 95%. De acuerdo a lo anterior se rechaza la hipótesis nula a favor de la alternativa, para $\alpha = 0,05$, aceptándose la hipótesis de la investigación. Las diferencias obtenidas en los puntajes de la posprueba y preprueba por los estudiantes que integraron el grupo experimental son superiores a las obtenidas por aquéllos que participaron en el grupo de control.

Se concluye, entonces, que existen diferencias estadísticamente significativas entre el logro de los aprendizajes (mayor variación entre los conocimientos iniciales y finales) obtenido por los estudiantes del grupo experimental con relación a los alumnos pertenecientes al grupo de control.

De acuerdo a los análisis expuestos anteriormente, es posible afirmar que los alumnos pertenecientes a ambos grupos aprendieron de manera significativa, es decir, que ambos SH fueron herramientas didácticas efectivas. Sin embargo, los estudiantes que integraron el grupo

experimental tuvieron un mayor logro, que los que conformaron el grupo de control, tomando en cuenta los conocimientos iniciales o previos de los estudiantes y los que lograron aprender al final.

CAPÍTULO 6

Conclusiones y proyecciones futuras

6.1 Introducción

Para diseñar SHAA, desde una perspectiva pedagógica, se deben considerar diversos y variados aspectos relacionados con:

- El tipo de aprendizaje.
- Los rasgos o particularidades de los potenciales estudiantes-usuarios que serán consideradas para realizar la adaptación.
- La selección de estrategias instruccionales asociadas al objetivo de aprendizaje y a las características y necesidades de los usuarios.
- La selección de los métodos y técnicas más adecuadas para adaptar la forma de presentar los contenidos y las opciones y ayudas de navegación.

Para ello, se requiere definir distintas actividades y las diferentes relaciones que se encuentren entre ellas, especificando en qué momentos deben realizarse y definiéndose la secuencia de etapas o fases en que deben efectuarse. Por lo tanto, elaborar una metodología de diseño permite no sólo establecer relaciones entre las distintas actividades involucradas sino también definir las secuencias necesarias de las mismas.

METHADIS es una metodología de diseño para SHAA que basan sus reglas de adaptación en función de los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de sus potenciales estudiantes-usuarios. Los estilos de aprendizaje o preferencias de los estudiantes para aprender determinarán la forma de presentar los contenidos y seleccionar actividades de aprendizaje acordes a las particularidades de cada uno de ellos. Las características de los estilos cognitivos o maneras de organizar y procesar la información serán las que definirán las formas y ayudas de navegación, a través de los contenidos asociados al objetivo de aprendizaje.

En el apartado 6.2 se establecen las conclusiones en función de los objetivos de este trabajo de investigación y considerando los resultados obtenidos en el caso de estudio donde se aplicó METHADIS. En la sección 6.3 se describen algunas posibles líneas de investigación que se

pueden desarrollar a futuro a fin de continuar evaluando y perfeccionando la propuesta. Finalmente, en el apartado 6.4 se mencionan las diferentes publicaciones que se desarrollaron durante el proceso de esta investigación; éstas avalan su desarrollo y muestran la evolución de las distintas etapas del trabajo efectuado.

6.2 Conclusiones

Las siguientes conclusiones se establecen en relación con los objetivos de esta investigación y los resultados obtenidos en el caso de estudio.

De acuerdo al objetivo general y los objetivos específicos, planteados en el Capítulo 1, apartado 1.3, de esta tesis, se detallan los logros obtenidos, en el transcurso de la investigación, en función de cada uno de ellos.

“Elaborar y validar una metodología, desde una perspectiva pedagógica, para el diseño de SHAA basados en web, en función de los tipos de aprendizaje, estilos cognitivos y estilos de aprendizaje”.

- Es posible desarrollar una metodología para diseñar SHAA, desde una perspectiva pedagógica, en función de las características asociadas a las categorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos, de teorías de estilos específicas, de sus potenciales estudiantes-usuarios.

“Caracterizar los modelos necesarios para diseñar un SHA”.

- Es factible caracterizar los diferentes modelos utilizados para diseñar SHA, considerando diferentes enfoques para cada uno de ellos, como también describir los métodos y técnicas de adaptación que pueden ser utilizadas para concretarla según las necesidades de los potenciales estudiantes-usuarios. Además, se establecieron y destacaron aquellos métodos y técnicas de mayor utilidad para sistemas diseñados con el fin de favorecer algún tipo de aprendizaje.

“Establecer criterios de selección de teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos para SHAA”.

- Es posible incorporar en la metodología de diseño de SHAA criterios de selección de modelos o teorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. En la revisión del estado del arte realizada, se encontró un conjunto de criterios de selección de teorías de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos (Sampson & Karagiannidis, 2003; Karagiannidis & Sampson, 2004) de gran utilidad, pues incluye, además de aspectos prácticos, de justificación teórica y empírica, otros criterios como el que plantea la necesidad de contrastar si la teoría de estilo, ya sea de aprendizaje o cognitivo, es apropiada para el contexto de aprendizaje en función del tipo de categorías definidas. En el caso específico de las teorías de estilos de aprendizaje, se agregó un nuevo criterio, el de tomar en cuenta la cantidad de categorías de estilos especificadas, pues si son demasiado numerosas se establecería una gran cantidad de estereotipos de usuarios, haciendo mucho más complejo el proceso de adaptación.

“Definir una metodología para el diseño de SHAA, basada en reglas de adaptación en función del tipo de aprendizaje, estrategias instruccionales, estilos de aprendizaje y estilos cognitivos”.

- Es posible definir una metodología de diseño de SHAA que incluya la selección de métodos y técnicas de adaptación en función de las estrategias instruccionales seleccionadas en relación con el objetivo de aprendizaje y con las preferencias y necesidades asociadas a las características de cada una de las categorías de estudiante-usuario, definida en el modelo del estudiante. Para ello se debió definir actividades, tareas, secuencias y relaciones entre ellas.

“Diseñar y desarrollar un SH y un SHAA, basado en la metodología propuesta”.

- Se diseñaron y desarrollaron los prototipos de SH y de SHAA. Para el diseño del prototipo de SHAA se desarrollaron cada una de las actividades definidas en cada uno de los niveles de METHADIS (Capítulo 4), en la secuencia establecida. El diseño se realizó a partir del objetivo “Identificar los servicios de comunicación de la red Internet y sus distintas potencialidades como medios para la difusión y soporte didáctico en los centros educativos”,

de la unidad de aprendizaje “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet”, de la asignatura “Computación Educativa”. La plataforma utilizada para el uso de los prototipos fue el gestor de contenidos Claroline, que permitió establecer los accesos al SH a los estudiantes del grupo de control y al SHAA a los alumnos del grupo experimental, en función de sus estilos de aprendizaje y estilos cognitivos.

“Aplicar los sistemas desarrollados a muestras de estudiantes”.

- Se establecieron dos grupos para el caso de estudio: un grupo de control y un grupo experimental. Los estudiantes participantes pertenecían a las carreras de Pedagogía en Biología y Ciencias y Pedagogía en Educación Básica, de la Facultad de Educación y Ciencias Humanas de la Universidad de Antofagasta, Chile. La asignación de los estudiantes a cada uno de los grupos se realizó de forma aleatoria. Una vez aplicados los instrumentos para medir los estilos de aprendizaje, estilos cognitivos y conocimientos previos, los sistemas estuvieron disponibles para los estudiantes durante cuatro semanas, tanto en las horas de clase como en las horas libres, en los Laboratorios de Computación.

“Validar la metodología propuesta”.

- METHADIS fue validada como propuesta a través de los resultados obtenidos en la realización del caso de estudio. Sin embargo, ésta debe ser probada en distintos ámbitos, con distintos tipos de objetivos de aprendizaje, modelos y teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos y, también, en distintos niveles educacionales.

A partir de los resultados obtenidos en el caso de estudio, donde se aplicó METHADIS para desarrollar el prototipo de SHAA para el grupo experimental y el SH con los mismos contenidos, pero sin ninguna forma de adaptación, destinado al grupo de control, se pueden establecer además otras conclusiones más específicas.

- Tanto los estudiantes que integraron el grupo experimental como los que conformaron el grupo de control demostraron haber logrado aprendizajes, después de haber interactuado con cada uno de los sistemas.
- Los estudiantes que integraron el grupo experimental demostraron un mayor nivel de logros que los estudiantes del grupo de control. Además, también se comprobó que en relación a los conocimientos previos de cada grupo, la puntuación de ganancia fue mayor en los estudiantes del grupo experimental.
- METHADIS como propuesta metodológica fue efectiva, en el ámbito de la unidad de aprendizaje, del área de Informática Educativa, “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet”, para estudiantes de Pedagogía en Biología y Ciencias y Pedagogía en Educación General Básica de la Facultad de Educación y Ciencias Humanas, de la Universidad de Antofagasta, para diseñar el prototipo de SHAA cuyo objetivo es considerar diferencias individuales asociadas a los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos, para obtener mejores logros en el aprendizaje.
- Los resultados obtenidos sólo permiten generalizar que para los estudiantes de Pedagogía de la Facultad de Educación y Ciencias Humanas, de la Universidad de Antofagasta, frente a contenidos de la unidad de aprendizaje, del área de Informática Educativa, “Usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet” es más efectivo un sistema diseñado con METHADIS, que adapta la presentación de los contenidos y las actividades de aprendizaje a sus estilos de aprendizaje y las opciones y ayudas de navegación a sus estilos cognitivos, que un SH con iguales contenidos, pero que no considera ninguna forma de adaptación.
- No es posible establecer en este estudio si el efecto en los logros de aprendizaje de la adaptación de la presentación de contenidos y actividades de aprendizaje basada en las categorías de estilos de aprendizaje utilizadas fue mayor, igual o menor que el efecto en los

logros de aprendizaje de la adaptación de las opciones y ayudas de navegación basada en las particularidades de cada estilo cognitivo aplicado. Para evaluar lo anterior habría que comparar los efectos de la adaptación basada exclusivamente en los estilos de aprendizaje con los efectos de la adaptación basada en los estilos cognitivos, desarrollando dos prototipos de SHAA distintos. Esto implicaría medir si existen diferencias en el logro de aprendizajes, cuando se compara la forma de presentar los contenidos y el acceso a actividades complementarias con las ayudas y opciones de navegación, de manera de facilitar la adquisición de las relaciones conceptuales a través de la estructura del sistema desarrollado.

- Tampoco es posible establecer la efectividad de METHADIS cuando la adaptación se basa considerando otros modelos o teorías de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos.
- Para el caso de estudio desarrollado se utilizó sólo un prototipo de SHAA, por lo que requeriría ser probada la efectividad de METHADIS en el desarrollo de un SHAA con una herramienta de autor específica para SHA.
- METHADIS como propuesta metodológica para el diseño de SHAA no es una propuesta acabada, sino que esta abierta a modificaciones como resultado de otras investigaciones que puedan desarrollarse en el mismo sentido.

6.3 Proyecciones futuras

A partir de METHADIS como propuesta, es posible continuar desarrollando otras líneas de investigación que permitan evaluar y mejorar esta proposición. Éstas son:

- Desarrollar investigaciones con estudiantes de distintos niveles educacionales (primaria, secundaria y universitaria) y en diferentes sectores de aprendizaje, de manera de considerar otras áreas disciplinarias.

- Desarrollar investigaciones que midan el efecto en los logros de aprendizaje debido, de manera exclusiva, a la adaptación de la presentación de contenidos y actividades de aprendizaje propuestas, basadas en las particularidades de cada categoría de estilos de aprendizaje.
- Desarrollar investigaciones que midan el efecto en los logros de aprendizaje debido sólo a la adaptación de las opciones y ayudas para la navegación de un sistema, basadas en las características de cada categoría de estilos de cognitivo.
- Desarrollar investigaciones utilizando otras teorías o modelos de estilos de aprendizaje y de estilos cognitivos.
- La metodología aplicada para evaluar METHADIS como propuesta para diseñar SHAA basados en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos de los potenciales estudiantes usuarios fue de carácter cuantitativa. Debería realizarse también una evaluación de tipo cualitativo que permita recoger información respecto, por ejemplo, al grado de satisfacción de los estudiantes-usuarios del sistema diseñado con esta metodología, de forma de comprobar si satisface sus preferencias.
- Evaluar la metodología propuesta en el diseño de SHAA que se desarrollen con herramientas de autor específicas para la producción de SHA.

6.4 Publicaciones

Las diferentes publicaciones realizadas, en distintos momentos, como consecuencia del avance y desarrollo de este trabajo de investigación, permitieron ir avalando las distintas etapas realizadas y muestran la evolución del trabajo efectuado. Éstas se describen a continuación.

Revistas

1. Prieto, M., Leighton, H., García, F. & Gros, B. (2005). Metodología para diseñar la presentación de contenidos en sistemas hipermedia adaptativos basados en estilos de aprendizaje. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. Monográfico: "Estado actual de los sistemas e-learning". Vol. 6(2). Disponible en: http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_prieto_leighton_garcia_gros.htm
2. Leighton, H., Prieto, M., García, F. J. (2006). Metodología para determinar Atributos y Métricas en Sistemas Hipermedia Adaptativos Educativos basados en Estilos de Aprendizaje. Aceptado en: *Educación: Revista de la Universidad de Costa Rica*. ISSN 0379-7082

Congresos, simposios y *workshops* Internacionales

1. Prieto, M., Gros, B. & García, F. (2004). Técnicas de adaptación de presentación de contenidos en Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en Estilos de Aprendizaje. En J.M Sánchez, J.A. Gómez, M.A. Vega, B. Fernández & J. Bravo (Eds.), *Avances en Informática Educativa. VI Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE 2004)*, Cáceres: Grupo de Arquitectura de Computadores y Diseño Lógico (ARCO), Universidad de Extremadura.
2. Prieto, M., Leighton, H. & García, F. (2004). Adaptive educational hypermedia proposal based on learning styles and quality evaluation. En P. De Bra & W. Nejdl (Eds.), *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems: LNCS 3137*. Third International Conference, AH2004 (pp. 316-319). Berlin: Springer Verlag.
3. Prieto, M., García, F. J. (2006) METHADIS: Methodology for the Design of Adaptive Hypermedia Systems for Learning based on Learning and Cognitive Styles. In *Proceedings of the 1st Workshop on Adaptive Web-Based Education and Learning Styles*, held as Part of the 6th IEEE International Conference on Advanced Learning

Technologies (July 5, 2006, Kerkrade, The Netherlands).
<http://www.win.tue.nl/~acristea/AWELS/W1-2pri.doc.2006>. También publicado como:

- a Prieto, M. & García, F. (2006). METHADIS: Methodology for the Design of Adaptive Hypermedia Systems for Learning based on Learning and Cognitive Styles. En Kinshuk, R. Koper, P. Kommers, P. Kirschner, D. G. Sampson, W. Didderen (Eds.), *Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2006)* (pp. 1137-1138). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, (ISBN 0-7695-2632-2). Disponible en:
<http://csdl2.computer.org/comp/proceedings/icalt/2006/2632/00/263201137.pdf>

Informes Técnicos

1. Prieto, M., Gros, B. & García, F. (2003). Modelos para la Elaboración de Materiales Hipermedia Adaptativos para el Aprendizaje. *Informe Técnico (DPTOIA-IT-2003-003)*, Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca. Disponible en:
<http://tejo.usal.es/inftec/2003/DPTOIA-IT-2003-003.pdf>.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguaded, J. I. & Cabero, J. (2002). *Educación en red. Internet como recurso para la educación*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Alessi, S. & Trollip, S. (2001). *Multimedia for learning*. USA: Allyn and Bacon.
- Alonso, C., Gallego, D. & Honey, P. (1999). *Los estilos de aprendizaje*. Bilbao: Ediciones Mensajero.
- Anderson, J. R. (2000). *Cognitive psychology and its implementations*. 5th Ed. New York: W.H. Freeman.
- Bailey, C., Hall, W., Millard, D., & Weal, M. (2002). Towards Open Adaptive Hypermedia. En P. De Bra, P. Brusilovsky, & R. Cornejo (Eds.), *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems: Proceedings of Second International Conference AH 2002. Lecture Notes in Computer Science, LNCS 2347* (pp. 36-46). Berlin: Springer-Verlag.
- Bajraktarevic, N., Hall, W. & Fullick, P. (2003). Incorporating learning styles in hypermedia environment: Empirical evaluation. En P. De Bra y M. Schraefel (Eds.), *Proceedings of the Workshop on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Fourteenth Conference on Hypertext and Hypermedia, Hypertext'03* (pp. 41-52). Disponible en: <http://wwwis.win.tue.nl/ah2003/proceedings/www-4/> [Consultado: el 5-05-2005]
- Barbosa, H., & García, F. J. (2005). Importance of Online Assessment in the E-Learning Process. En *Proceedings of the 6th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training. ITHET 2005* (pp. F3B-1-F3B-6), IEEE Computer Society Press.
- Berlanga, A. J., García, F. J. (2004). A Proposal to Define Adaptive Learning Designs. En L. Aroyo & C. Tasso (Eds.), *Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for Educational Adaptive Hypermedia, SW-EL 2004. Held in conjunction with the 3rd International Conference AH 2004* (Eindhoven, The Netherlands, August 23-26, 2004) (Vol. CS-Reports 04-19 AH2004: Workshop Proceedings, Part II, pp. 354-358). Eindhoven: TU/e Technische Universiteit Eindhoven.
- Berlanga, A. (2006). *Diseños Instructivos Adaptativos: Formación personalizada y reutilizable en entornos educativos*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca.
- Berners-Lee, T. (1999). *Weaving the Web: The original design and ultimate destiny of the World Wide Web by its Inventor*. San Francisco: Harper.
- Berners-Lee, T., Fielding, R. & Frystyk, H. (1996). Hypertext Transfer Protocol--HTTP/1.0. RFC 1945, MIT/LCS, UC Irvine.

- Berry, L. H. (2000). Cognitive effects of Web page design. En B. Abbey (Ed.) *Instructional and cognitive impacts of Web-based education* (pp. 41-51). Hershey, USA: Idea group publishing.
- Bloom, B. S. (1972). *Taxonomía de los objetivos de la educación: la clasificación de las metas educacionales. Manuales I y II*. Buenos Aires: Editorial Ateneo.
- Bray, T., Paoli, J., Sperberg-MacQueen, C. M., Maler, E., Yergeau, F. & Cowan, J. (2004). *Extensible Markup Language (XML) 1.1*. World Wide Web Consortium Recommendation. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-xml11-20040204/>. [Consultado: 27-05-2005]
- Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 6(2-3), 87-129.
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction*, Vol. 11 (1/2), 87-110.
- Brusilovsky, P. (2003). Developing adaptive educational hypermedia systems: From design models to authoring tools. En T. Murray, S. Blessing & S. Ainsworth (Eds.) *Authoring Tools for Advanced Learning Technologies* (pp. 337-409). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Brusilovsky, P. (2004). Adaptive navigation support: from adaptive hypermedia to the adaptive Web and beyond. *Psychology Journal*, 2(1), 7-23.
- Brusilovsky, P., Eklund, J. & Schwarz, E. (1998). Web-Based education for all: A tool for developing adaptive courseware. En Computer Networks and ISDN Systems. *Proceedings of Seventh International World Wide Web Conference 30(1-7)*, (pp. 291-300).
- Brusilovsky, P. & Pesin, L. (1998) Adaptive navigation support in educational hypermedia: An evaluation of the ISIS-Tutor. *Journal of Computing and Information Technology* 6 (1), 27-38.
- Buendía, F. & Díaz, P. (2002). A framework for educational adaptive hypermedia applications. En P. De Bra, P. Brusilovsky & R. Cornejo (Eds.), *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems: Proceedings of Second International Conference AH 2002. Lecture Notes in Computer Science, LNCS 2347* (pp. 476-479). Berlin: Springer-Verlag.
- Carro, R. M., (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. Disponible en: <http://www.ii.uam.es/~rcarro/tesis/tesis.html>. [Consultado: 27-06-2005]

- Carro, R. M., Pulido, E. & Rodríguez, P. (2001). TANGOW: a Model for Internet Based Learning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning, IJCEELL, Vol. 11, Nos. 1/2, 25-34*. Disponible en: <http://www.inderscience.com/ejournal/c/ijceell/ijceell2001/ijceell2001v11n12.html>. [Consultado: 06-05-2005]
- Carver, C. A., Howard, R. A. & Lane, W. D. (1999). Addressing different learning styles through course hypermedia. *IEEE Transactions on Education, 42(1), 33-38*.
- Cerf, V. & Kahn, R. (1974). A Protocol for Packet Network Intercommunication. *IEEE Transactions on Communications, vol. 22, 637-648*
- Chen, S. Y. & Ford, N. (1997). Towards adaptive information systems: Individual differences and hypermedia. *Information Research, Vol. 2, N°3*. Disponible en: <http://informationr.net/ir/3-2/paper37.html>. [Consultado: 12-11-2004]
- Chen, S. Y. & Macredie, R. (2002). Cognitive styles and hypermedia navigation: Development of a learning model. *Journal of the American Society for Information Science and Technology, 53(1), 3-15*.
- Claroline (2006). *Claroline: Open source e-learning*. Disponible en: <http://www.claroline.net> [Consultado: 26-06-2006]
- Cristea, A. (2004). Adaptive course creation for all. *International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'04), Vol. 1. IEEE, (pp. 718-722)*. Disponible en: <http://wwwis.win.tue.nl/~acristea/HTML/Minerva/papers/ACristeaWWWEducationTrack-AdaptiveCourse-final-2give.pdf>. [Consultado: 05-05-2005]
- Cristea, A. & Stash, N. (2006). AWELS: Adaptive Web-Based Education and Learning Styles. En Kinshuk, R. Koper, P. Kommers, P. Kirschner, D. G. Sampson, W. Didderen (Eds.), *Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2006)* (pp. 1135-1136). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, (ISBN 0-7695-2632-2). Disponible en: <http://csdl2.computer.org/comp/proceedings/icalt/2006/2632/00/263201135.pdf>. [Consultado: 12-09-2006]
- Curry, L. (1983). *Learning styles in continuing medical education*. Ottawa: Canadian Medical Association.
- De Bra, P. (1998). Adaptive hypermedia on the Web: Methods, technology and applications. En *Proceedings of the WebNet 98 Conference* (pp. 220-225). Fl., USA: AACE
- De Bra, P. (1999). Design issues in adaptive hypermedia application development. En P. Brusilovsky y P. De Bra (Eds.), *Proceedings of the Second Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web* (pp. 29-

- 39). Disponible en: <http://www.wis.win.tue.nl/~debra/asum99/>. [Consultado: 10-03-2005]
- De Bra, P., Aerts, A. & Rousseau, B. (2002). Concept relationship types for AHA! 2.0. En *Proceedings of the AACE ELearn'2002 Conference* (pp. 1386-1389).
- De Bra, P. & Brusilovsky, P. (1998). Using adaptive hypermedia for Web-based education. *Tutorial at the AACE WebNet'98 Conference*. Orlando, FL, USA.
- De Bra, P., Brusilovsky, P. & Houben, G. (1999a). Adaptive hypermedia, from systems to framework. En *ACM Computing Surveys, Symposium Edition*.
- De Bra, P. & Calvi, L. (1998). AHA! An open adaptive hypermedia architecture. *The New Review of Hypermedia and Multimedia*, 4, 115-139.
- De Bra, P., Houben, G. & Wu, H. (1999b). AHAM: A Dexter-based reference model for adaptive hypermedia. En K. Tochtermann (Ed.), *ACM Conference on Hypertext and Hypermedia* (pp. 147-156). New York: ACM.
- De Bra, P. & Stash, N. (2002). AHA! adaptive hypermedia for all. En *Proceedings of the 4th International System Administration and Network Engineering Conference (SANE 2002)* (pp. 411-412). Maastricht, The Netherlands: NLUUG.
- Delestre, N., Pécuchet, J., & Barry-Gréboval, C. (1999). Why to use a dynamic adaptive hypermedia for teaching, and how to design it? En P. De Bra & J. Leggett (Eds.), *WebNet'99, World Conference of the WWW and Internet* (pp. 277-282). Norfolk, VA: AACE.
- Dunn, R. & Dunn, K. (1978). *Teaching students through their individual learning styles: A practical approach*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Eklund, J. & Brusilovsky, P. (1999) InterBook: An Adaptive Tutoring System. *Uniserve Science News*, 12, 8-13.
- Eklund, J. & Sinclair, K. (2000). An empirical appraisal of the effectiveness of adaptive interfaces for instructional systems. *Educational Technology and Society Journal*, 3(4), 165-177.
- Eklund, J. & Woo, R. (1998). A cognitive perspective for designing multimedia learning environments. En R. Corderoy (Ed.), *Proceedings of the 15th Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, ASCILITE98* (pp. 181-190). Wollongong: University of Wollongong Press.
- Federico, P.-A. (1999). Hypermedia environments and adaptive instruction. *Computer in Human Behavior*, 15, 653-692.
- Felder, R. (1996). Matters of style. *ASEE Prism*, 6(4), 18-23.

- Ford, N. & Chen, S. Y. (2005). Matching/mismatching revisited: an empirical study of learning and teaching styles. *British Journal of Educational Technology*, 32, 5-22.
- Gagné, R. M. (1979). *Principios básicos del aprendizaje para la instrucción*. México: Diana.
- García, F. J., Berlanga, A. J., Moreno, M^a N., García, J. & Carabias, J. (2004). HyCo – An Authoring Tool to Create Semantic Learning Objects for Web-Based E-learning Systems. En N. Koch, P. Fraternali, M. Wirsing (Eds.), *Proceedings Web Engineering. 4th International Conference, LNCS 3140, ICWE 2004*. (pp. 344-348). Berlin: Springer-Verlag.
- García, F. J. & García, J. (2005). Educational Hypermedia Resources Facilitator. *Computers & Education*, 3, 301-325.
- García, L. (2001). *SEM-HP: Un modelo sistémico, evolutivo y semántico para el desarrollo de Sistemas Hipermedia Adaptativos. Tesis Doctoral*. España: Universidad de Granada.
- Gargallo, B. (1997). Estilos cognitivos: Reflexividad-impulsividad. Su modificación en el aula. En J. L. Heras (Ed), *Educación en valores. Educación para el Desarrollo Personal y Social en la Infancia y la Adolescencia*. Disponible en: <http://www.aidex.es/publicaciones/jorn-cc/cc-07.pdf>. [Consultado: 02-05-2005].
- Gilbert, J. & Han, E. (1999). Adapting Instruction in Search of "A Significant Difference". *Network and Computer Applications*, 22, 149-160.
- Gorham, J. (1986). Assessment classification and implications of learning styles as instructional interactions. *Communication Education. ERIC Reports*, 35(4), 411-417.
- Gregorc, A. (2005). *Gregorc Style Delineator*. Disponible en: <http://www.gregorc.com/instrume.html>. [Consultado: 7-05-2005].
- Gros, B. (1997). *Diseños y programas educativos. Pautas pedagógicas para la elaboración de software*. Barcelona: Ariel Educación, S. A.
- Gutiérrez, J. & Pérez, T. (2001). Sistemas de Interacción Persona - Computador. En M. Ortega & J. Bravo (Eds.) *Sistemas Hipermedia Adaptativos* (pp. 159-179). España: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Halasz, F. & Schwartz, M. (1994). The Dexter hypertext reference model. *Communications of the ACM*, 37(2), 30-39.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.

- Holthi, J. & Hall, W. (1998). An evaluation of adapted hypermedia techniques using static user modelling. En *Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia*, Celebrado en el Hypertext'98 (pp. 45-50).
- Honey, P. & Munford, A. (1992). *The manual of learning styles*. Maidenhead: Peter Honey.
- Holzman, P. S. & Klein, G. S. (1954). Cognitive system-principles of leveling and sharpening: individual differences in visual time-error assimilation effects. *Journal of Psychology*, 37, 105-122
- Hübscher, R. (2001). What's in a prerequisite. En *Proceedings of International Conference on Advanced Learning Technology (ICALT 2001)* (pp. 365-368). Madison USA: IEEE Computer Society Press
- Hudson, L. (1966). *Contrary Imaginations*. Harmondsworth: Penguin.
- IMS LD. (2003). *Learning Design specification v1*. Disponible en: <http://www.imsglobal.org/learningdesign>. [Consultado: 25-06-2005].
- IMS LOM. (2001). *Learning Resource Metadata specification v1.1.2*. Disponible en: <http://www.imsglobal.org/metadata>. [Consultado: 25-06-2005].
- International Engineering Consortium (2005). On-Line Education. *Wireless Application Protocol (WAP)*. <http://www.iec.org/online/tutorials/wap/index.html>. [Consultado: 10-5-2005].
- Jonassen, D. & Grabowski, B. (1993). *Handbook of individual differences*. Hillsdale, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kagan, J. (1966). Reflection-impulsivity: The generality and dynamic of conceptual tempo. *Journal of Abnormal Psychology*, 71, 17-24
- Kappel, G., Pröll, B., Retschitzegger, W. & Schwinger, W. (2003). Customisation for ubiquitous web applications - a comparison of approaches. *International Journal of Web Engineering Technology*, Vol. 1, N°1. 79-111.
- Karagiannidis, C. & Sampson, D. (2004). Adaptation rules relating learning styles research and learning objects meta-data. En L. Aroyo, C. Tasso (Eds.), *Workshop on individual differences in Adaptive Hypermedia 2004. Held in conjunction with the 3rd International Conference AH 2004* (Eindhoven, The Netherlands, August 23-26, 2004). Vol. CS-Report 04-18 AH2004: Workshop Proceedings, Part I, pp.136-145), Eindhoven: TU/e Technische Universiteit Eindhoven.
- Kirby, J. R., Moore, P. J. & Schofield, N. J. (1988). Verbal and visual learning styles. *Contemporary Educational Psychology*, 13, 169-184

- Kobsa, A., Koenemann, J. & Pohl, W. (2001). Personalized hypermedia presentation techniques for improving online customer relationships. *The Knowledge Engineering Review*, 16(2), 111-155.
- Koch, N. (2001). *Software Engineering for Adaptive Hypermedia Applications. Reference Model, Modeling Techniques and Development Process*. PhD. Thesis, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Kolb, A. Y. & Kolb, D. A. (2005). *Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education*. Disponible en: <http://www.learningfromexperience.com/images/uploads/Learning-styles-and-learning-spaces.pdf>. [Consultado: 12-05-2005].
- Lee, C. H. M., Wing Cheng, Y., Rai, S., & Depickere, A. (2005). What affect student cognitive style in the development of hypermedia learning system? *Computers & Education*, 45(1), 1-19
- Leighton, H., García, F. & López, R. (2004). Determinación de atributos y métricas en Sistemas Hipermedia Educativos Adaptativos. En J. M Sánchez, J. A. Gómez, M. A. Vega, B. Fernández & J. Bravo (Eds.), *Avances en Informática Educativa. VI Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE 2004)* Cáceres: Grupo de Arquitectura de Computadores y Diseño Lógico (ARCO), Universidad de Extremadura.
- Leighton, H., Prieto, M. & García, F. J. (2006). Metodología para determinar Atributos y Métricas en Sistemas Hipermedia Adaptativos Educativos basados en Estilos de Aprendizaje. Aceptado en: *Educación: Revista de la Universidad de Costa Rica*. ISSN 0379-7082. En prensa.
- León, J. (1998). La adquisición del conocimiento a través del material escrito: Texto tradicional y sistemas de hipertextos. En C. Vizcarro & J. León (Eds.), *Nuevas tecnologías para el aprendizaje* (pp. 65-86). Madrid: Ediciones Pirámide.
- Linard, M. & Zeiliger, R. (1995). Designing navigational support for educational software. En B. Blumental, J. Gomostaev & C. Unger (Eds.), *The 5th East-West International Conference, EWHCI95* (pp. 63-78). Berlin: Springer-Verlag.
- Majó, J. & Marqués, P. (2002). *La revolución educativa en la era de Internet*. Barcelona: Cisspraxis.
- Martín, M. (2001) *La web semántica en América Latina. Búsqueda y navegación semántica para el sistema de catalogación de métricas e indicadores*. Disponible en: http://www.w3.org/2001/sw/Europe/reports/dev_workshop_report_8/Taller-SW.PDF. [Consultado: 24-05-2005]
- Medina, N., García, L. & Parets, J. (2002a). Taxonomía de sistemas hipermedia adaptativos. En *JISBD'2002, Taller de Sistemas Hipermedia Colaborativos y Adaptativos* (pp. 1-10).

- Medina, N. García, L., Rodríguez, Ma. J., Parets, J. (2002b). Adaptation in an evolutionary hypermedia System: Using semantic Petri nets. En P. De Bra, P. Brusilovsky & R. Cornejo (Eds.), *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Proceedings of Second International Conference AH 2002, Lecture Notes in Computer Science, LNCS 2347* (pp. 576-579), Berlin: Springer-Verlag
- Medina, N. García, L., Torres, J. Parets, J. (2001). Evolution in adaptive hypermedia systems. *IWPSE'01*. Orlando, Florida.
- Merrill, M. D. (1997). Instructional strategies that teach. En *CBT Solutions*, Noviembre/Diciembre 1997, 1-11. Disponible en: <http://www.id2.usu.edu>. [Consultado: 19-11-2003].
- Merrill, M. D. (2001). Instructional strategies and learning styles: Which takes precedence? En R.Reisser & J.Dempsey (Ed.), *Trends and Issues in Instructional Technology*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: same limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*.63, 81-97.
- Mitchell, T., Chen, S. Y. & Macredie, R. (2004). Adapting hypermedia to cognitive styles: Is it necessary? En L. Aroyo, C. Tasso (Eds.), *Workshop on individual differences in Adaptive Hypermedia 2004. Held in conjunction with the 3rd International Conference AH 2004* (Eindhoven, The Netherlands, August 23-26, 2004). (Vol. CS-Report 04-18 AH2004: Workshop Proceedings, Part I, pp. 146-155), Eindhoven: TU/e Technische Universiteit Eindhoven.
- Morales, E. & García, F. J. (2005). Quality content management for e-learning: General issues for a decision support system. In C. Chen, J. Filipe, I. Seruca & J. Cordeiro (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2005*,(pp. 343-346).
- Murray, T. (2004). *The MetaLinks hyperbook tool: An introduction/overview*. Disponible en: <http://ddc.hampshire.edu/metalinks/metalinksIntro.html>. [Consultado: 07-02-2005].
- Okamoto, T., Cristea, A. & Kayama, M. (2001). Future integrated learning environments with multimedia. *Journal of computer assisted learning*, 17, 4-12.
- Papanikolaou, K. & Grigoriadou, M. (2004). Accomodating learning style characteristics in Adaptive Educational Hypermedia Systems. En L. Aroyo, C. Tasso (Eds.), *Workshop on individual differences in Adaptive Hypermedia 2004. Held in conjunction with the 3rd International Conference AH 2004* (Eindhoven, The Netherlands, August 23-26, 2004).

(Vol. CS-Report 04-18 AH2004: Workshop Proceedings, Part I, pp. 77-86), Eindhoven: TU/e Technische Universiteit Eindhoven.

- Papanikolaou, K., Grigoriadou, M., Magoulas, G. & Kornilakis, H. (2002). Towards new forms of knowledge communication: the adaptive dimension of a web-based learning environment. *Computer and Education*, 39(4), 333-360.
- Pask, G. (1972). A fresh look at cognition and the individual. *International Journal of Man-Machine Studies*, 4, 211-216.
- Paule, M., Pérez, P., Pérez, J., González, M., Rodríguez, M. & Ocio, S. (2003). Feijoo.net: An approach to personalised E-Learning using learning styles. En J. Jacko, C. Stephanidis (Eds.), *Human-Computer Interaction. Theory and Practice (Part I) Vol. I* (pp. 833-837). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers
- Peña, C., Marzo, J., de la Rosa, J. & Fabregat, R. (2002). Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje. En las actas del *Sexto congreso de la Red Iberoamericana de Informática Educativa, RIBIE 2002*. Vigo: Servicio de publicaciones Universidad de Vigo
- Prieto, M., Gros, B. & García, F. (2003). Modelos para la Elaboración de Materiales Hipermedia Adaptativos para el Aprendizaje. *Informe Técnico (DPTOIA-IT-2003-003)*, Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca. Disponible en: <http://tejo.usal.es/inftec/2003/DPTOIA-IT-2003-003.pdf>. [Consultado: 01-12-2003].
- Prieto, M., Gros, B. & García, F. (2004a). Técnicas de adaptación de presentación de contenidos en Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en Estilos de Aprendizaje. En J. M Sánchez, J. A. Gómez, M. A. Vega, B. Fernández & J. Bravo (Eds.), *Avances en Informática Educativa. VI Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE 2004)*, Cáceres: Grupo de Arquitectura de Computadores y Diseño Lógico (ARCO), Universidad de Extremadura.
- Prieto, M., Leighton, H. & García, F. (2004b). Adaptive educational hypermedia proposal based on learning styles and quality evaluation. En P. De Bra & W. Nejdl (Eds.), *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems: LNCS 3137. Third International Conference, AH2004* (pp. 316-319). Berlin: Springer-Verlag.
- Prieto, M., Leighton, H., García, F. & Gros, B. (2005). Metodología para diseñar la presentación de contenidos en sistemas hipermedia adaptativos basados en estilos de aprendizaje. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Monográfico: "Estado actual de los sistemas e-learning"*. Vol. 6(2). Disponible en: http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_prieto_leighton_garcia_gros.htm [Consultado: 05-11-2005].

- Prieto, M. & García, F. (2006). METHADIS: Methodology for the Design of Adaptive Hypermedia Systems for Learning based on Learning and Cognitive Styles. En Kinshuk, R. Koper, P. Kommers, P. Kirschner, D. G. Sampson, W. Didderen (Eds.), *Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2006)* (pp. 1137-1138). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, (ISBN 0-7695-2632-2). Disponible en: <http://csdl2.computer.org/comp/proceedings/icalt/2006/2632/00/263201137.pdf>. [Consultado: 29-08-2006].
- Raggett, D., Le Hors, A. & Jacobs, I. (1999) *HTML 4.01 Specification; W3C Recommendation*. Disponible en <http://www.w3.org/TR/html401/>. [Consultado: 27-05-2005].
- Rego, H., Moreira, T. & García, F. J. (2005a). The impact of metadata on AHKME E-Learning Platform. En *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2005)*. (Kaohsiung, Taiwán, July 5-8, 005). P. Goodyear, D. G. Sampson, D. Jin-Tan Yang, Kinshuk, T., Okamoto, R., Hartley, N. S. Chen (Eds.), (pp. 817-821), IEEE Computer Society Press, (ISBN 0-7695-2338-2).
- Rego, H., Moreira, T. & García, F. J. (2005b). Reusable learning objects as key factor on AHKME e-learning platform". En V. Uskov (Ed.), *Proceedings of the Fourth IASTED International Conference on Web-Based Education, WBE 2005*. (pp. 183-188), Acta Press. ISBN 0-88986-482-9. ISSN1482-7905.
- Reigeluth, C. M. & Moore, J. (1999). Cognitive education and the cognitive domain. En C. M. Reigeluth (Ed.) *A new paradigm of instructional theory*, II edition (pp. 51-68). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Renzulli, J. S. (2001). Ability, interests, and styles as aptitudes for learning: A person-situation interactions perspective. En R. J. Sternberg & L-f. Zhang (Eds.) *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles* (pp. 23-46). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Riding, R. (2001). The nature and effects of cognitive styles. En R. J. Sternberg & L-f. Zhang (Eds.) *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles* (pp. 47-71). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Riding, R. & Sadler-Smith, E. (1992). Type of instructional material, cognitive style and learning performance. *Educational Studies*, 18, 323-340.
- Riechmann, S. W. & Grasha, A. F. (1974). A rational approach to developing and assessing the construct validity of a student learning style scales instrument. *Journal of Psychology*, 87, 213-223.
- Rumetshofer, H. & Wös, W. (2003). An approach for Adaptable Learning Systems with respect to psychological aspects. En *2003 ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 558-563). New York: ACM Press.

- Sadler-Smith, E. & Riding, R. (1999). Cognitive style and instructional preferences. *Instructional Science*, 27, 355-371.
- Sampson, D. & Karagiannidis, C. (2003). Accommodating learning styles in adaptation logics for personalised learning systems. En P. Barker & S. Rebelsky (Eds.), *The 14th World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (ED-MEDIA 2002)* (pp. 1715-1720). Denver, CO.: AACE.
- Sánchez, J. (2001). *Aprendizaje visible, tecnología invisible*. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones
- Sarasin, L. (1998). *Learning style perspectives. Impact in the classroom*. Madison, WI: Atwood Publishing.
- Spiro, R. J. & Jehng, J.-Ch. (1990). Cognitive Flexibility and Hypertext: Theory and Technology for the Nonlinear and Mutlidimensional Traversal of Complex Subject Matter. En D. Nix, R. Spiro (Eds.), *Cognition, Education, and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology* (pp. 163-204). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Stash, N. & De Bra, P. (2004). Incorporating cognitive styles in Aha! (The adaptive hypermedia architecture). En *Proceedings of the IASTED International Conference Web-based Education* (pp. 378-383). Calgary: ACTA Press
- Stash, N., Cristea, A. & De Bra, P. (2004). Authoring of learning styles in adaptive hypermedia: Problems and solutions. En *Proceedings of the Thirteenth International Conference WWW'04 Education Track*, (pp. 114-123). New York: ACM Press.
- SUN Microsystem (2006). *The Java tutorial: A practical guide for programmers*. Disponible en: <http://java.sun.com/docs/books/tutorial/index.html>. [Consultado: 26-06-2006].
- Toppano, E. (2002). Adaptation through interactions modelling in educational hypermedia. En P. De Bra, P. Brusilovsky & R. Cornejo (Eds.), *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Proceedings of Second International Conference AH2002, Lecture Notes in Computer Science, LNCS 2347* (pp. 576-579), Berlin: Springer-Verlag
- Triantafillou, E., Pomportsis, A. & Demetriadis, S. (2003). The design and the formative evaluation of an adaptive educational system based on cognitive styles. *Computers & Education*, 41, 87-103.
- Universidad de Lovaina (2005). *CLAROLINE*. Disponible en: <http://www.claroline.net> [Consultado: 14-01-2005].

- Vassileva, J. (1997). Dynamic Course Generation. *Communication and Information Technologies*, 5(2), 87-102.
- Weber, G. & Specht, M. (1997) User modeling and adaptive navigation support in WWW-based tutoring systems. En: A. Jameson, C. Paris and C. Tasso (Eds.): *User Modeling: Proceedings of the Sixth International Conference, UM97*, (pp. 289-300), Vienna: Springer-Verlag.
- Witkin, H. A. & Goodenough, D. (1985). *Estilos cognitivos: Naturaleza y orígenes*. Madrid: Pirámide.
- Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E. & Karp, S. A. (1987). *Tests de Figuras Enmascaradas*. (2ª Edición revisada ed.) Madrid: TEA Publicaciones de Psicología Aplicada. Serie menor N° 118.
- Wolf, C. (2002). *iWeaver: Towards an interactive Web-Based adaptive learning environments to address individual learning styles*. Disponible en: <http://www.eurodl.org/materials/2002/2HTML/iWeaver/htm> [Consultado: 10-12-2004].
- Wu, H., de Kort, E. & De Bra, P. (2001). Design issues for general-purpose adaptive hypermedia systems. En *Proceedings of the 12th ACM Conference on Hypertext and Hipermedia*, (pp. 141-150). New York: ACM Press.

APÉNDICES

APÉNDICE I

ESCENARIOS PROTOTIPOS

1. Grupo de Control

Esta primera pantalla corresponde a la página de “Servicio y recurso de información” donde se desarrolla la parte teórica, en este caso específico los servicios de la red Internet. Los enlaces a las demás páginas relacionadas con esta están aparecen como hiperenlaces en el texto, ver Figura 60.



Figura 60. “Servicio y recurso de información” – Teoría. Grupo de Control.

La pantalla de la Figura 61 también corresponde a la página de “Servicio y recurso de información”, pero se muestra la parte correspondiente a las preguntas asociadas al tema. El estudiante puede acceder a ellas utilizando el enlace ubicado en la parte superior derecha del marco central (ver Figura 60).



Figura 61. “Servicio y recurso de información” – Preguntas. Grupo de Control.

Los ejemplos de la página “Servicio y recurso de información” se muestran en la Figura 62. Para acceder a los distintos ejemplos se pincha el enlace y se abre una nueva página, la indicada en el hipertexto.



Figura 62. “Servicio y recurso de información” – Ejemplos. Grupo de Control.

La Figura 63 muestra la página “Recurso metodológico”. En la parte superior izquierda del marco central de cada página está indicado si corresponde a la teoría, como en este caso, o a los ejemplos o preguntas relativas al tema que el estudiante esté revisando. Se definen qué son los recursos

metodológicos y a través de hipertexto se puede acceder de manera no secuencial a cada uno de los conceptos atómicos definidos para este nodo.



Figura 63. “Recurso Metodológico” – Teoría. Grupo de Control.

En la Figura 64 se muestran las preguntas relativas a los contenidos de la página “Recurso metodológico”.



Figura 64. “Recurso Metodológico” – Preguntas. Grupo de Control.

Los enlaces hipertextuales de los ejemplos correspondientes al concepto atómico “Materiales de aprendizaje en línea”, de la página “Recurso metodológico”, se muestran en la Figura 65.



Figura 65. “Recurso Metodológico” – Ejemplos. Grupo de Control.

La página “Medio de difusión” se representa en la Figura 66. En ella se muestran los enlaces a otras páginas, “Servicios y recursos de información” y “Medio de construcción”, y los enlaces hipertextuales a las formas de difusión para los distintos estamentos de un centro educativo.



Figura 66. “Medio de difusión” – Teoría. Grupo de Control.

En la Figura 67 se muestran las preguntas de la página “Medio de difusión”. En la parte inferior de la página, al igual que en todas las demás, se encuentran enlaces para volver a las restantes actividades: los ejemplos y la teoría.



Figura 67. “Medio de difusión” – Preguntas. Grupo de Control.

La Figura 68 muestra los ejemplos de la página “Medio de difusión”. Para ver los distintos ejemplos se deben pinchar los enlaces hipertextuales que están clasificados por medios de difusión de estudiantes, docentes, administradores educacionales y padres y/o apoderados.



Figura 68. “Medio de difusión” – Ejemplos. Grupo de Control.

En la Figura 69 se muestra la página “Herramienta pedagógica”. Tiene enlaces a las páginas relacionadas de acuerdo a la estructura del SH, “Recurso metodológico” y “Administración curricular”. También enlaces a los dos conceptos atómicos que la componen.



Figura 69. “Herramienta pedagógica” – Teoría. Grupo de Control.

Las preguntas asociadas a los contenidos de la página “Herramienta pedagógica” se muestran en la Figura 70.



Figura 70. “Herramienta pedagógica” – Preguntas. Grupo de Control.

En la Figura 71 se muestran los enlaces a ejemplos de herramientas para desarrollar habilidades específicas y de herramientas para apoyar sectores curriculares específicos.



Figura 71. “Herramienta pedagógica” – Ejemplos. Grupo de Control.

La Figura 72 corresponde a la página “Medio de construcción”. En ella se definen cada uno de los conceptos atómicos y los enlaces respectivos.



Figura 72. “Medio de construcción” – Teoría. Grupo de Control.

En la Figura 73 se muestran las preguntas, de la página “Medio de construcción”, que facilitan al alumno la comprensión de los conceptos y sus relaciones.



Figura 73. “Medio de construcción” – Preguntas. Grupo de Control.

La Figura 74 muestra ejemplos de distintas herramientas de comunicación que facilitan la construcción de conocimientos con enlaces en hipertextos que permiten al estudiante conocerlas.



Figura 74. “Medio de construcción” – Ejemplos. Grupo de Control.

En la Figura 75 se muestran los contenidos de la página “Administrador curricular” con enlaces hipertextuales a cada uno de los tres conceptos atómicos que se definieron en la estructura del SH.

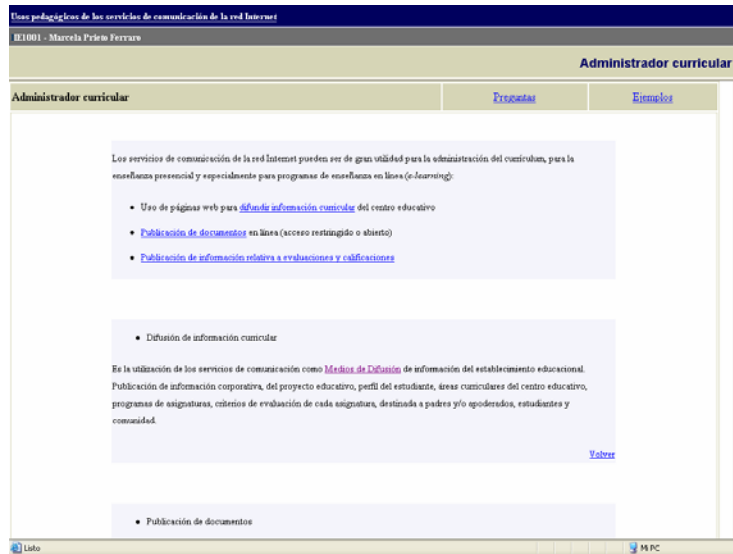


Figura 75. “Administrador curricular” – Teoría. Grupo de Control.

La Figura 76 muestra las preguntas que se les proponen a los estudiantes en relación con los contenidos de la página “Administrador curricular”.



Figura 76. “Administrador curricular” – Preguntas. Grupo de Control.

La Figura 77 tiene ejemplos de páginas de centros educativos donde se difunde información curricular, se publican documentos e información relativa a evaluaciones y calificaciones de alumnos.



Figura 77. “Administrador curricular” – Ejemplos. Grupo de Control.

2. Grupo Experimental

- **Categoría Activo – Independiente de campo y Dependiente de campo**

Tabla 75

Estilo de Aprendizaje Activo – Estilos cognitivos Independiente de campo y Dependiente de campo

Estilos de aprendizaje	Presentaciones de contenidos	Opciones de navegación	
		Independiente de campo	Dependiente de campo
Activo	- Texto - Preguntas-Ejemplos-Teoría - Chat, Foros	- Navegación libre - Índices	
	- Texto - Preguntas-Ejemplos-Teoría - Chat, Foros		- Navegación guiada - Mapas

➤ Categoría Activo – Independiente de campo

La secuencia, para la categoría de estudiantes con un estilo de aprendizaje activo, se define mediante el orden de preguntas-ejemplos-teoría que incluye información de carácter textual. El enlace “herramientas” le facilita el acceso a un Chat y a un foro. Cada una de las siguientes

figuras, muestra en el lado izquierdo el índice, que está disponible para la categoría de estudiantes usuarios con un estilo cognitivo independiente de campo. Ellos pueden acceder a cada una de las páginas en el orden que deseen, navegando libremente (Tabla 75).

La Figura 78 muestra las preguntas que se les proponen a los estudiantes en relación con los contenidos de la página “Servicio y recurso de información”. Estas preguntas son las mismas para las distintas categorías de estudiantes-usuarios de ambos prototipos.

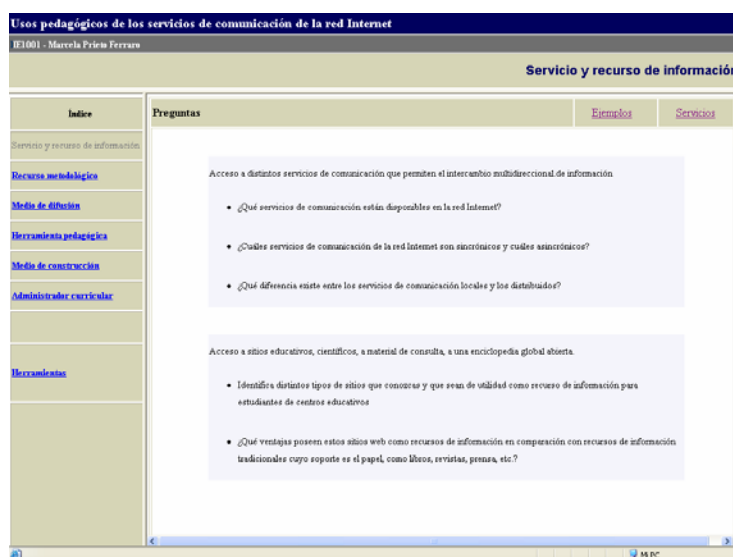


Figura 78. “Servicio y recurso de información” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 79 se muestra los ejemplos correspondientes a la página “Servicio y recurso de información”. El estudiante puede acceder a las preguntas o teoría desde los enlaces que están ubicados en la parte superior derecha del marco central de cada página.



Figura 79. “Servicio y recurso de información” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 80 representa la parte del desarrollo teórico de los contenidos de la página “Servicio y recurso de información”.



Figura 80. “Servicio y recurso de información” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 81 están las preguntas y parte de los ejemplos de la página “Recurso metodológico”.



Figura 81. “Recurso metodológico” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 82 muestra distintos ejemplos, para los materiales de aprendizaje en línea, con enlaces en hipertextos a páginas web seleccionadas de acuerdo a la formación de los estudiantes.



Figura 82. “Recurso metodológico” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 83 se muestran los enlaces a los distintos conceptos definidos para la página “Recurso metodológico”: materiales de aprendizaje en línea, herramientas de trabajo colaborativo y herramientas para apoyar sectores curriculares específicos.



Figura 83. “Recurso metodológico” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 84 es la pantalla inicial de la página “Medio de difusión”, donde están las preguntas.



Figura 84. “Medio de difusión” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 85 está la pantalla correspondiente a los ejemplos para los distintos estamentos de un centro educativo, de la página “Medio de difusión”.



Figura 85. “Medio de difusión” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 86 muestra la pantalla con los contenidos de la página “Medio de difusión”.



Figura 86. “Medio de difusión” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 87 se muestran las preguntas propuestas en la página “Medio de difusión”.



Figura 87. “Herramienta pedagógica” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

Los ejemplos correspondientes a los temas tratados en la página “Herramienta pedagógica” se muestran en la Figura 88.



Figura 88. “Herramienta pedagógica” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 89 se muestra los contenidos principales, y sus respectivos enlaces, de la página “Herramienta pedagógica”.



Figura 89. “Herramienta pedagógica” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 90 muestra la pantalla de las preguntas planteadas al estudiante, en la página “Herramienta pedagógica”.

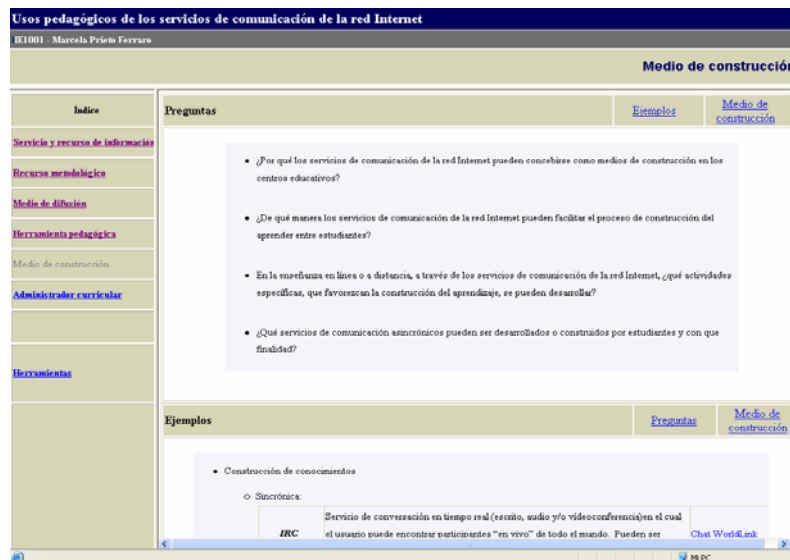


Figura 90. “Medio de construcción” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 91 muestra la pantalla de los ejemplos y sus respectivos enlaces, de la página “Herramienta pedagógica”.



Figura 91. “Medio de construcción” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 92 se muestran los enlaces de los conceptos atómicos de la página “Medio de construcción”.



Figura 92. “Medio de construcción” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 93 corresponde a la pantalla con las preguntas asociadas a los contenidos de la sexta página, “Administrador curricular”.

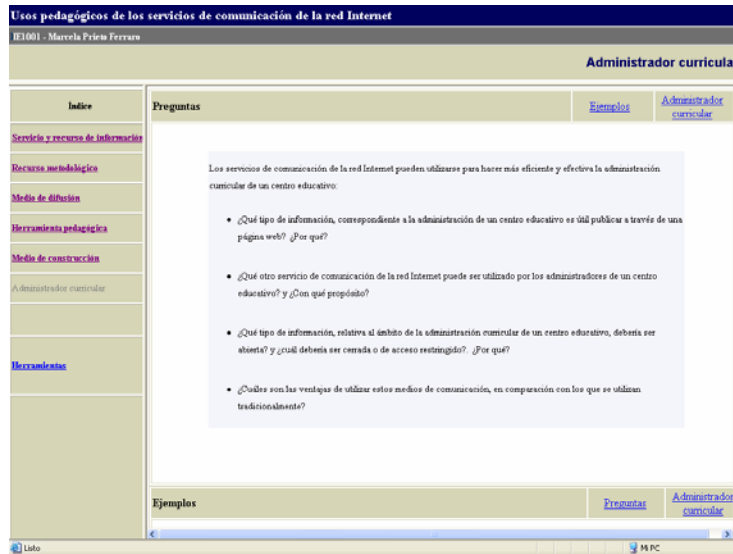


Figura 93. “Administrador curricular” – Preguntas. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 94 se muestran los enlaces a ejemplos de la página “Administrador curricular”.

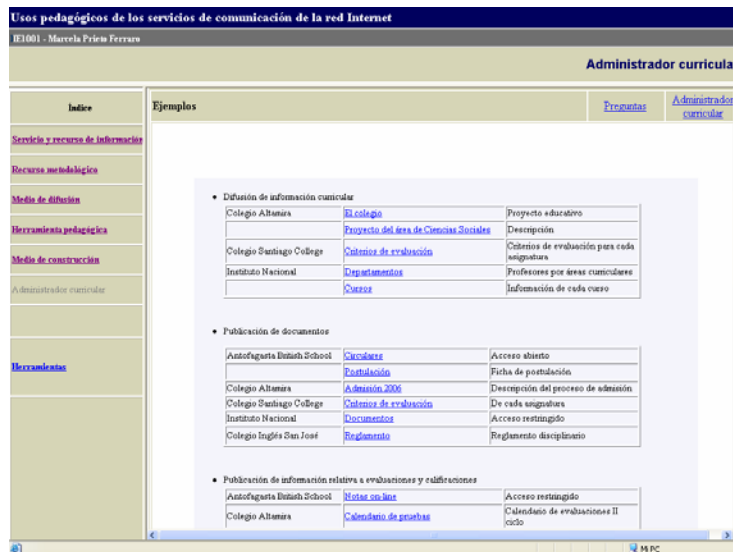


Figura 94. “Administrador curricular” – Ejemplos. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La página con los enlaces a los tres conceptos atómicos definidos para “Administrador curricular” se muestra en la Figura 95.



Figura 95. “Administrador curricular” – Teoría. Categoría activo – independiente de campo. Grupo Experimental.

➤ Categoría Activo – Dependiente de campo

La presentación de contenidos y herramientas son iguales a las descritas para la categoría activo-independiente de campo, pues éstas se definieron a partir de las características del estilo activo de aprendizaje. La diferencia en el prototipo para esta categoría de estudiante-usuario radica en las opciones de navegación que se definieron a partir del estilo cognitivo. Para el estilo cognitivo dependiente de campo se establece una navegación guiada utilizando un mapa con la estructura del sistema (ver Tabla 75) que se ubica en el marco izquierdo de cada una de las pantallas. Cuando el estudiante posiciona el cursor sobre los rectángulos del mapa, aparece en la parte superior el nombre de la página que está señalando con el cursor. Cuando los enlaces no son directos, es decir, no tienen relación con la página que está visualizando el nombre y los números asociados a ellas aparecerán en un color gris, indicándole que no es recomendable que visite esa página en ese momento. Los números de las páginas recomendables aparecen en color azul y el texto, con el nombre de la página en la parte superior del mapa, en color negro. Una vez visitadas las páginas, los números que las identifican aparecen en color rojo. La Figura 96 muestra la pantalla inicial para esta categoría de estudiante-usuario. En ella se le sugiere que recorra las páginas de manera ordenada y se le explica la forma de ayuda que le proporciona el mapa.

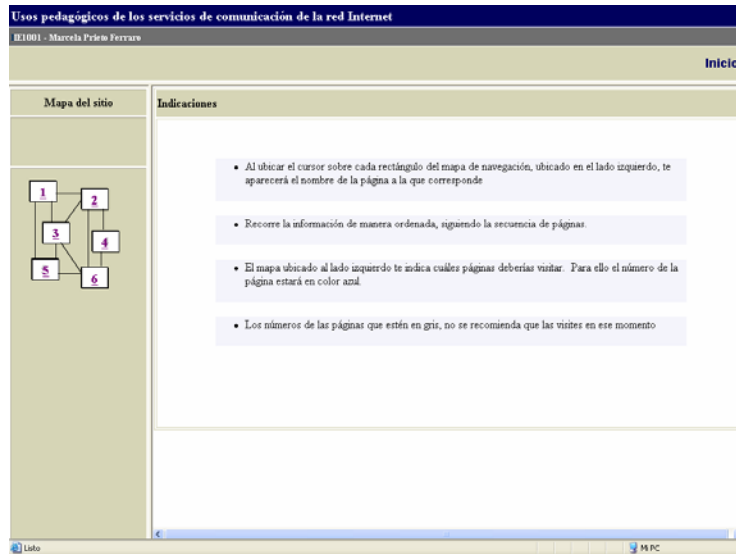


Figura 96. Página inicial. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 97 muestra las preguntas de la página “Servicio y recurso de información”. El rectángulo azul del mapa indica que el usuario está visualizando la página 1.



Figura 97. “Servicio y recurso de información” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 98 se muestran los ejemplos de la página “Servicio y recurso de información”. El rectángulo amarillo del mapa indica que el usuario ha puesto el cursor sobre la página 1.



Figura 98. “Servicio y recurso de información” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 99 muestra los contenidos de la página “Servicio y recurso de información”. El rectángulo verde del mapa indica que el usuario ha puesto el cursor sobre la página 4.

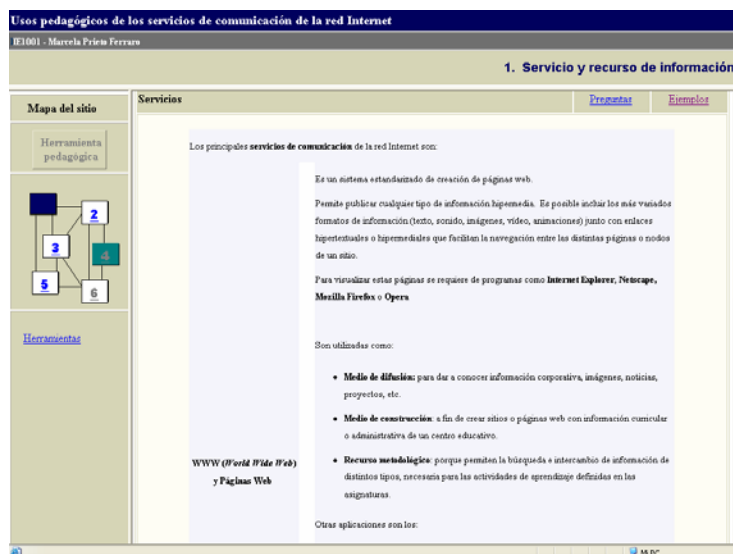


Figura 99. “Servicio y recurso de información” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 100 muestra las preguntas de la página “Recurso metodológico”. El rectángulo azul del mapa indica que el usuario se encuentra en esa página.



Figura 100. “Recurso metodológico” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

Los ejemplos correspondientes a Materiales de aprendizaje en línea se muestran en la Figura 101, correspondientes a la página “Recurso metodológico”.



Figura 101. “Recurso metodológico” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 102 muestra la pantalla con los tres conceptos atómicos que componen la página “Recurso metodológico”.



Figura 102. “Recurso metodológico” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 103 muestra las preguntas propuestas, para iniciar las actividades de aprendizaje, en la página “Medio de difusión”.

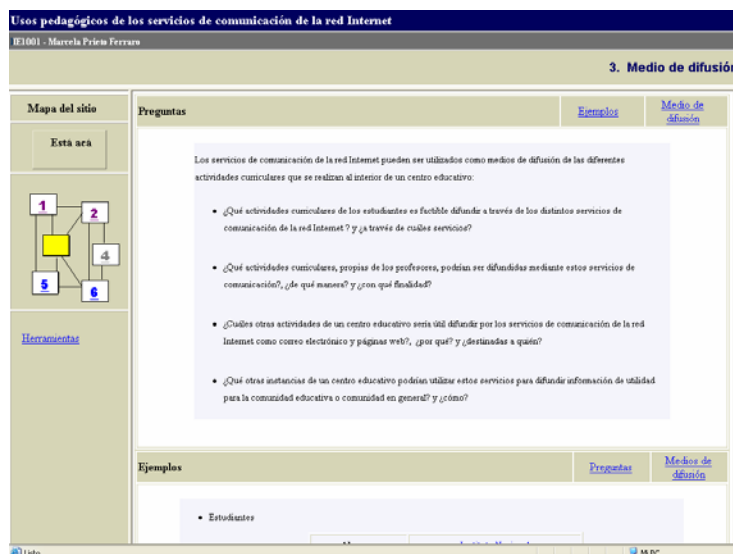


Figura 103. “Medio de difusión” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 104 se muestran los ejemplos de la página “Medio de difusión”. El cursor está sobre la página 6, mostrándole al estudiante el nombre de esa página en la parte superior del mapa.

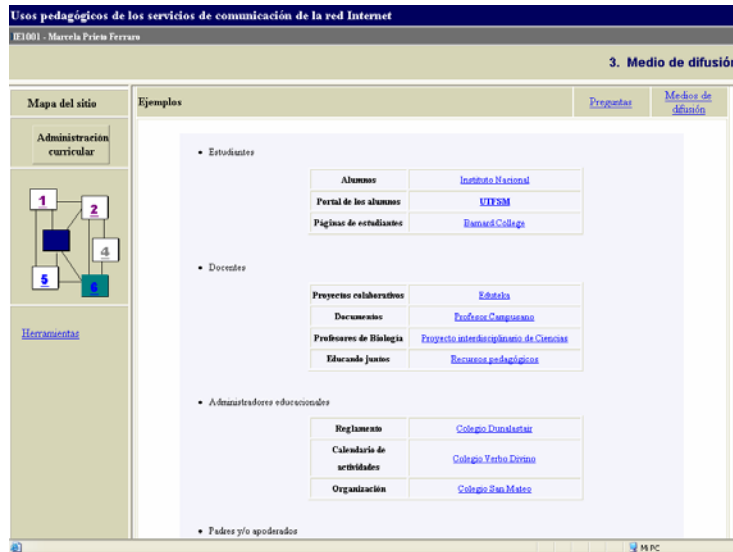


Figura 104. “Medio de difusión” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 105 expone los conceptos de la página “Medio de difusión”. En el mapa, el cursor está sobre la página 4. El nombre está en color gris, porque está relacionada con la página 3.



Figura 105. “Medio de difusión” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 106 se muestran las preguntas que se proponen a los estudiantes en relación a los contenidos de la página “Herramienta pedagógica”.

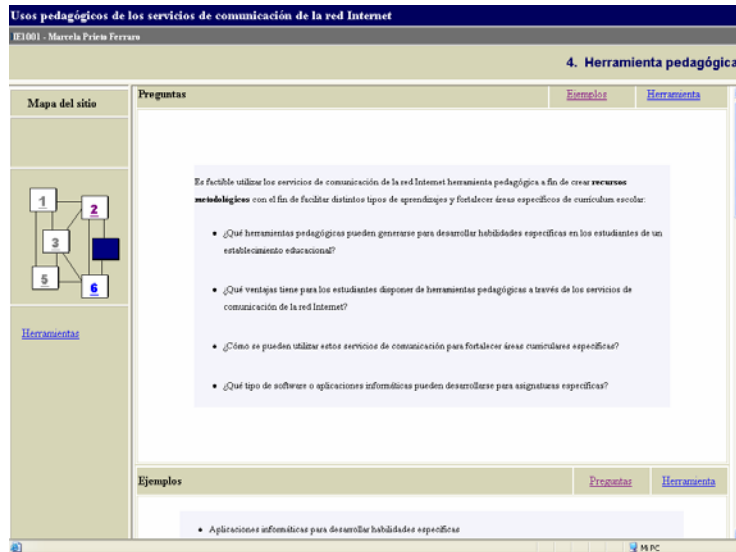


Figura 106. “Herramienta pedagógica” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

Enlaces a ejemplos de aplicaciones informáticas para desarrollar habilidades específicas y de software educativo, de la página “Herramienta pedagógica”, se muestran en la Figura 107.



Figura 107. “Herramienta pedagógica” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

Los enlaces a los conceptos de herramientas informáticas para desarrollar habilidades específicas y herramientas informáticas para desarrollar áreas curriculares de la página “Herramienta pedagógica”, se muestran en la Figura 108.

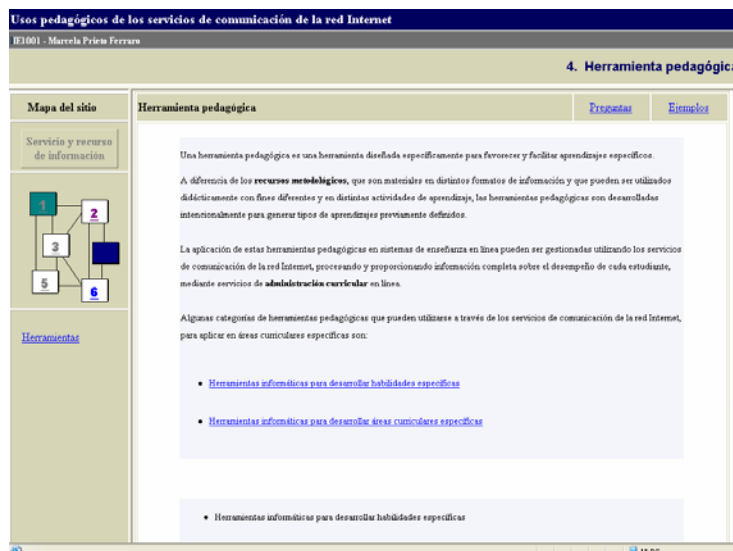


Figura 108. “Herramienta pedagógica” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 109 se muestra la actividad preguntas al inicio de la página “Medio de construcción”.

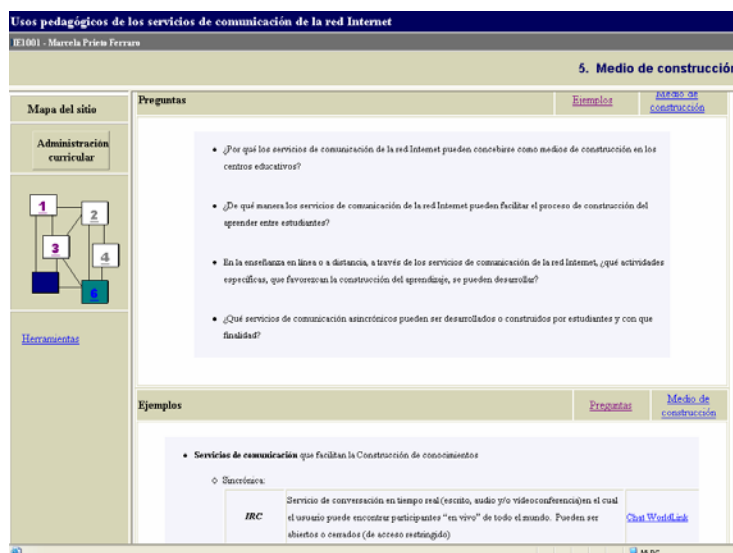


Figura 109. “Medio de construcción” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 110 se exponen los ejemplos y se presentan los enlaces respectivos para la página “Medio de construcción”.



Figura 110. “Medio de construcción” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 111 muestra los dos conceptos atómicos de la página “Medio de construcción”. Éstos son: medio de construcción de medios de difusión y de conocimientos.

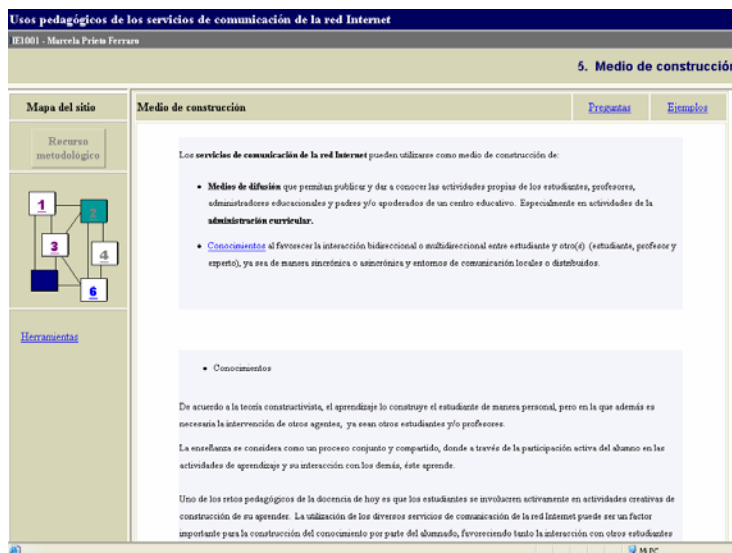


Figura 111. “Medio de construcción” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 112 se muestra la parte de las preguntas de la página “Administrador curricular”.



Figura 112. “Administrador curricular” – Preguntas. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 113 muestra ejemplos de cada concepto definido para la página “Administrador curricular”.

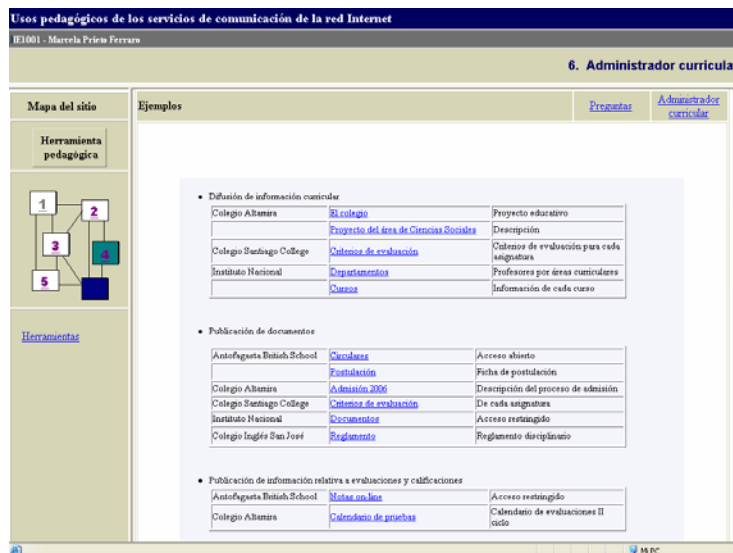


Figura 113. “Administrador curricular” – Ejemplos. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 114 se muestran los conceptos definidos para la página “Administrador curricular” con sus respectivos enlaces hipertextuales.



Figura 114. “Administrador curricular” – Teoría. Categoría activo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

- **Categoría Reflexivo – Independiente de campo y Dependiente de campo**

Tabla 76

Estilo de Aprendizaje Reflexivo – Estilos cognitivos Independiente de campo y Dependiente de campo

Estilos de aprendizaje	Presentaciones de contenidos	Opciones de navegación	
		Independiente de campo	Dependiente de campo
Reflexivo	- Texto, imágenes - Teoría-Ejemplos-Preguntas - Información adicional	- Navegación libre - Índices	
	- Texto, imágenes - Teoría-Ejemplos-Preguntas - Información adicional		- Navegación guiada - Mapas

➤ Categoría Reflexivo – Independiente de campo

La secuencia, para la categoría de estudiantes con un estilo de aprendizaje reflexivo, se define mediante el orden de teoría-ejemplos-preguntas que incluye información de carácter textual e imágenes. El enlace “herramientas” le facilita el acceso a información adicional como es el documento “Usos Educativos de Internet” (Sánchez, 1999). En el lado izquierdo está ubicado el índice que le permite al estudiante acceder a cualquiera de las seis páginas y en cualquier orden. El índice es utilizado para facilitar la navegación de los estudiantes usuarios con un estilo cognitivo independiente de campo, (ver Tabla 76).

La Figura 115 muestra la primera página a la que acceden los estudiantes usuarios de la categoría reflexivo-independiente de campo. En ella se visualiza información textual y una imagen. Están los conceptos definidos para el nodo “Servicio y recurso de información” y los respectivos enlaces hipertextuales. En la parte superior derecha del marco central están los enlaces a “Ejemplos” y “Preguntas” asociados a los contenidos de esta página. En el marco izquierdo de la página se encuentra el índice que le permite navegar entre las distintas páginas del prototipo desarrollado para esta categoría. La primera opción de este índice aparece en color gris, pues es la página donde se encuentra el estudiante en ese momento.



Figura 115. “Servicio y recurso de información” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 116 se muestran los enlaces a distintos ejemplos de la página “Servicio y recurso de información”, junto con la imagen de uno de ellos.



Figura 116. “Servicio y recurso de información” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 117 muestra las preguntas propuestas en la página “Servicio y recurso de información”.



Figura 117. “Servicio y recurso de información” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 118 muestra los enlaces hipertextuales de los conceptos de la página “Recurso metodológico” y una imagen de *NetMeeting*, como herramienta de trabajo colaborativo.



Figura 118. “Recurso metodológico” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 119 están los enlaces hipertextuales a ejemplos de la página “Recurso metodológico”.



Figura 119. “Recurso metodológico” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 120 muestra las preguntas asociadas a los contenidos de la página “Recurso metodológico”.



Figura 120. “Recurso metodológico” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 121 muestra los conceptos correspondientes a la página “Medio de difusión” con los enlaces en hipertexto a cada uno.



Figura 121. “Medio de difusión” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 122 se muestra los ejemplos vinculados a cada uno de los conceptos de la página “Medio de difusión”.



Figura 122. “Medio de difusión” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 123 muestra un conjunto de preguntas planteadas, de la página “Medio de difusión”.



Figura 123. “Medio de difusión” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 124 muestra los enlaces a los conceptos atómicos de la página “Herramienta pedagógica”.



Figura 124. “Herramienta pedagógica” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

Los enlaces a los ejemplos de la página “Herramienta pedagógica”, junto con una imagen correspondiente a uno de ellos, se visualizan en la Figura 125.



Figura 125. “Herramienta pedagógica” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 126 se muestran las preguntas propuestas a los estudiantes correspondientes a los contenidos de la página “Herramienta pedagógica”.



Figura 126. “Herramienta pedagógica” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 127 muestra los contenidos asociados al concepto atómico “construcción de conocimientos” de la página “Medio de construcción”.



Figura 127. “Medio de construcción” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 128 se muestra la descripción de ejemplos y los enlaces correspondientes a ellos de la página “Medio de construcción”.



Figura 128. “Medio de construcción” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

Las preguntas planteadas a los estudiantes, en la página “Medio de construcción”, se muestran en la Figura 129.



Figura 129. “Medio de construcción” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 130 se visualizan los contenidos de la página “Administrador curricular” con los correspondientes enlaces.



Figura 130. “Administrador curricular” – Teoría. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 131 muestra los ejemplos y los correspondientes enlaces a ellos, de la página “Administrador curricular”



Figura 131. “Administrador curricular” – Ejemplos. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 132 muestra los ejemplos y los correspondientes enlaces a ellos, de la página “Administrador curricular”



Figura 132. “Administrador curricular” – Preguntas. Categoría reflexivo – independiente de campo. Grupo Experimental.

➤ Categoría Reflexivo – Dependiente de campo

La secuencia de los contenidos teoría-ejemplos-preguntas no varía para esta categoría de estudiantes, porque el estilo de aprendizaje es el mismo. De igual manera, los formatos de información incluyen texto e imágenes. En el enlace “herramientas”, también está disponible el acceso a la misma información adicional, el documento “Usos Educativos de Internet” (Sánchez, 1999). Lo que es diferente, en este prototipo, son las opciones y ayudas para recorrer la información, correspondiendo a las características del estilo cognitivo dependiente de campo. En el marco izquierdo de cada página, en vez de un índice, se encuentra un mapa que le indica al estudiante su posición relativa en el sistema, los enlaces recomendados, los ya visitados y el nombre de cada una de las páginas restantes, (ver Tabla 76).

La Figura 133 muestra la primera página “Servicio y recurso de información”, indicada por un número, además del nombre, para que pueda asociarla en el mapa de navegación proporcionado. En ella se visualizan los conceptos presentados por información textual e imágenes. El cuadro azul sobre la página 1 del mapa le indica al alumno que se encuentra en ella.



Figura 133. “Servicio y recurso de información” – Teoría. Categoría reflexivo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 134 se muestran los ejemplos de la página “Servicio y recurso de información”, con los enlaces hipertextuales a las páginas señaladas. En el marco izquierdo, el mapa indica con el cuadro azul que se encuentra en la página 1. Al posicionar el cursor sobre la página 6, aparece en verde indicando que tiene el cursor allí, y arriba del mapa aparece el nombre de esa página en color gris, pues es una página no relacionada directamente con la que está el estudiante.

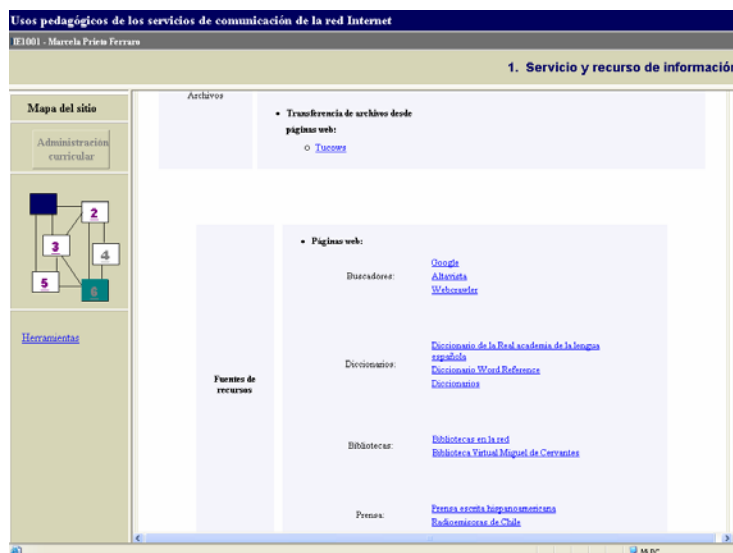


Figura 134. “Servicio y recurso de información” – Ejemplos. Categoría reflexivo – dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 135 muestra las preguntas propuestas a los estudiantes de esta categoría y correspondiente a la página “Servicio y recurso de información”. En el mapa el cuadro verde indica que el cursor está sobre la página 5 y en la parte superior del mismo aparece el nombre de esa página, indicando que está relacionada directamente con la que esta visualizando.

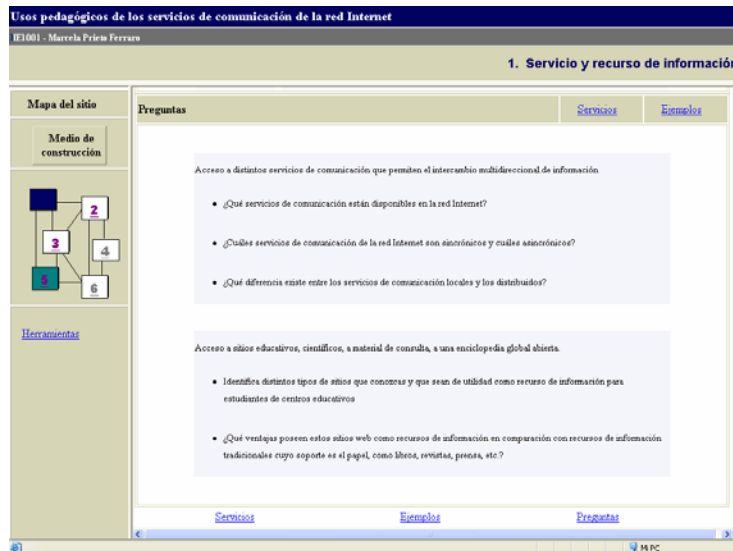


Figura 135. “Servicio y recurso de información” – Preguntas. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 136 se muestran los conceptos atómicos de la página “Recurso metodológico”, con sus respectivos enlaces. El cuadro amarillo indica que el cursor está en la página actual.

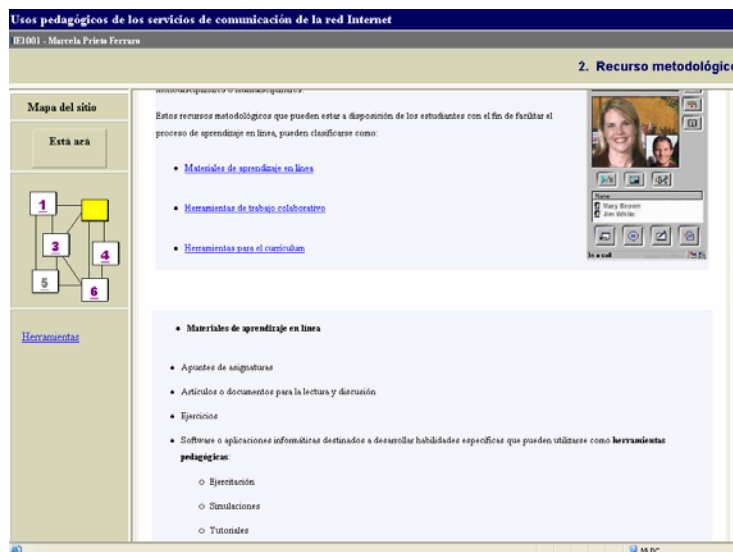


Figura 136. “Recurso metodológico” – Teoría. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 137 muestra los ejemplos y los enlaces para acceder a ellos de la página “Recurso metodológico”.



Figura 137. “Recurso metodológico” – Ejemplos. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 138 muestra las preguntas planteadas a los estudiantes-usuarios, correspondientes a la página “Recurso metodológico”. El cursor se encuentra sobre la página 5 en el mapa; el nombre aparece en color gris, porque la página 2 no está relacionada de manera directa con ella.



Figura 138. “Recurso metodológico” – Preguntas. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 139 se muestran los contenidos asociados a los conceptos definidos para la página “Medio de difusión”. El cursor se encuentra en el mapa sobre esta página. El cuadro amarillo y el texto en la parte superior le indican al estudiante que está en la página que está visualizando.



Figura 139. “Medio de difusión” – Teoría. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 140 muestra los distintos ejemplos de la página “Medio de difusión”. El cuadro azul en el mapa indica la página actual.



Figura 140. “Medio de difusión” – Ejemplos. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 141 muestra las preguntas propuestas en relación a los contenidos que se abordan en la página “Medio de difusión”. El cuadro azul en el mapa indica la página actual. El cuadro verde indica que el cursor está en esa ubicación, señalando la página 4, que no tiene relación directa con la página actual, apareciendo en la parte superior del mapa el nombre de la página en color gris.

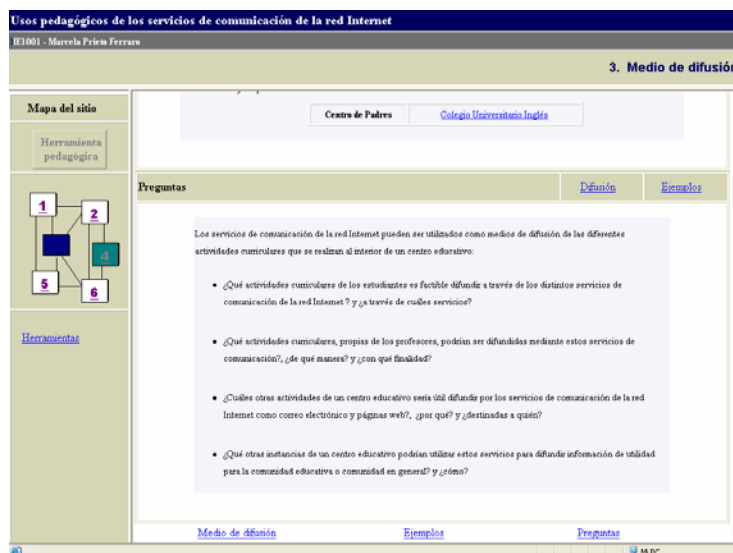


Figura 141. “Medio de difusión” – Preguntas. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 142 muestra los conceptos atómicos de la página “Herramienta pedagógica”.



Figura 142. “Herramienta pedagógica” – Teoría. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

Los diferentes ejemplos de la página “Herramienta pedagógica” con sus respectivos enlaces, se muestran en la Figura 143.



Figura 143. “Herramienta pedagógica” – Ejemplos. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 144 se muestran las preguntas relativas a los contenidos de la página “Herramienta pedagógica”, propuestas a los estudiantes.



Figura 144. “Herramienta pedagógica” – Preguntas. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

La Figura 145 muestra los conceptos atómicos que componen la página “Medio de construcción”.



Figura 145. “Medio de construcción” – Teoría. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

Los ejemplos, con sus respectivos enlaces, de los servicios de comunicación que facilitan la construcción de conocimientos mediante la interacción entre personas distantes, de la página “Medio de construcción”, son expuestos en la Figura 146.



Figura 146. “Medio de construcción” – Ejemplos. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

En la Figura 147 se muestran las preguntas relacionadas con los conceptos de la página “Medio de construcción”.

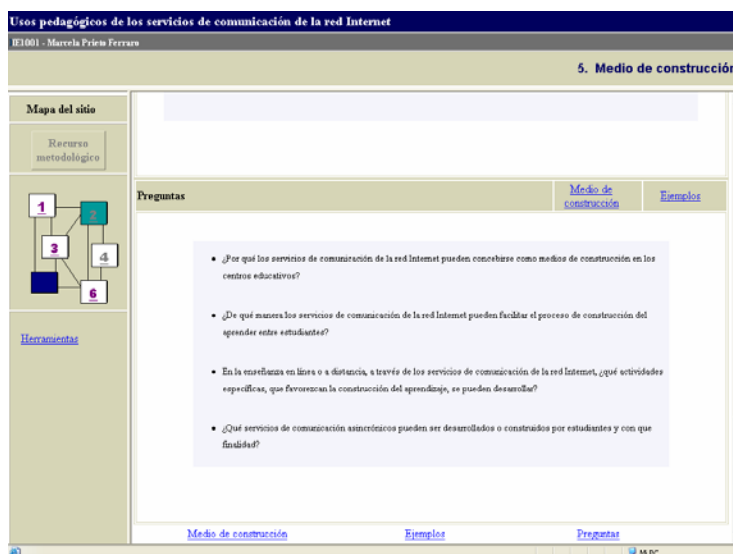


Figura 147. “Medio de construcción” – Preguntas. Categoría reflexivo –dependiente de campo. Grupo Experimental.

Los restantes prototipos, de las categorías de estudiantes-usuarios teórico-independiente de campo y dependiente de campo y pragmático- independiente de campo y dependiente de campo, son una combinación de los ya presentados anteriormente. Sólo varía la secuencia de los contenidos de acuerdo a la Tabla 77 y Tabla 78 y el acceso a otras herramientas.

Tabla 77

Estilo de Aprendizaje Teórico – Estilos cognitivos Independiente de campo y Dependiente de campo

Estilos de aprendizaje	Presentaciones de contenidos alternativos	Opciones de navegación	
		Independiente de campo	Dependiente de campo
Teórico	- Texto - Preguntas-Teoría-Ejemplos - Ejercicios adicionales, Chat, Foros	- Navegación libre - Índices	
	- Texto - Preguntas-Teoría-Ejemplos - Ejercicios adicionales, Chat, Foros		- Navegación guiada - Mapas

Tabla 78

Estilo de Aprendizaje Pragmático – Estilos cognitivos Independiente de campo y Dependiente de campo

Estilos de aprendizaje	Presentaciones de contenidos alternativos	Opciones de navegación	
		Independiente de campo	Dependiente de campo
Pragmático	- Texto - Ejemplos-Teoría-Preguntas - Chat, Foros	- Navegación libre - Índices	
	- Texto - Ejemplos-Teoría-Preguntas - Chat, Foros		- Navegación guiada - Mapas

APÉNDICE II

PREPRUEBA Y POSPRUEBA

Nombre: _____
Carrera: _____
Fecha: _____

PREGUNTAS

1. ¿Qué servicios de comunicación de la red Internet pueden utilizarse como Medios de difusión de las actividades de un establecimiento educacional? (2 Puntos)

- _____
- _____

2. ¿Qué servicios de comunicación de la red Internet son sincrónicos (comunicación en tiempo real)? (2 Puntos)

- _____
- _____

3. ¿Qué recursos didácticos pueden difundirse a través de los servicios de comunicación de la red Internet? (2 Puntos)

- _____
- _____

4. Los servicios de información de la red Internet pueden ser utilizados para difundir información de: (2 Puntos)

- _____
- _____

5. ¿Qué herramientas pedagógicas pueden utilizarse, a través de la red Internet, para desarrollar habilidades específicas en los estudiantes de un establecimiento educacional? (2 Puntos)

- _____
- _____

6. ¿De qué manera los servicios de comunicación de la red Internet pueden facilitar el proceso de construcción del aprender entre estudiantes? (2 Puntos)

- _____
- _____

7. Los servicios de comunicación de la red Internet pueden utilizarse para hacer más eficiente y efectiva la administración curricular de un centro educativo, porque: (2 Puntos)

- _____
- _____

8. Algunos usos pedagógicos de los servicios de comunicación de la red Internet son: (2 Puntos)

- _____
- _____
- _____
- _____

APÉNDICE III

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

A	Estilo de aprendizaje Activo
AC	Aplicar Cuestionario de Estilos de Aprendizaje
AT	Aplicar el test de estilos cognitivos
AES-CS	<i>Adaptive Educational System based on Cognitive Styles</i>
AHA!	<i>Adaptive Hypermedia for All</i>
AHKME	<i>Adaptive Hypermedia Knowledge Management E-Learning Platform</i>
CA	Conceptualización Abstracta
CHAEA	Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje
CSA	<i>Cognitive Styles Análisis</i>
CTEA	Aplicar criterios de selección a las teorías de estilos de aprendizaje
CTEC	Aplicar criterios de selección a las teorías de estilos cognitivos
DC	Estilo cognitivo Dependiente de campo
DCA	Dividir las páginas en conceptos atómicos o actividades específicas
DCG	<i>Web Dynamic Course Generator</i>

DEA	Determinar el estilo de aprendizaje de cada alumno
DEC	Determinar el estilo cognitivo de cada alumno
DEH	Definir el tipo de estructura del sistema hipermedia
DIA	Diseños Instructivos Adaptativos
DON	Definir las opciones de navegación
DP	Dividir conceptos en páginas o nodos
DPC	Definir las presentaciones de contenidos
DSA	Determinar la secuencia de las actividades de aprendizaje
DTA	Definir el tipo de aprendizaje
EA	Experimentación Activa
EC	Experiencia Concreta
EFI	Escoger los formatos de información
EFT	<i>Embedded Figures Test</i>
EHD	Establecer las herramientas disponibles para las distintas categorías de usuarios
ERC	Establecer las relaciones conceptuales
ETTA	Escoger la taxonomía de tipos de aprendizaje
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
GEFT	<i>Group Embedded Figures Test</i>
GRIAL	GR upo de investigación en InterAcción y <i>e-Learning</i>

HLC	Hacer una lista de conceptos o actividades
HyCo	<i>Hypermedia Composer</i>
HyCo-LD	<i>Hypermedia Composer-Learning Design</i>
HyCo-LOM	<i>Hypermedia Composer-Learning Object Metadata</i>
IC	Estilo cognitivo Independiente de campo
ILS	<i>Index of Learning Styles</i>
IMS	<i>Instructional Management System</i>
IMS LD	<i>IMS Learning Design</i>
IMS LOM	<i>IMS Learning Object Metadata</i>
IRC	<i>Internet Relay Chat</i>
HTML	<i>HyperText Mark-up Language</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
LSD	<i>Learning Styles Delineator</i>
LSI	<i>Learning Style Inventory</i>
LSQ	<i>Learning style Questionnaire</i>
METHADIS	Metodología para el diseño de Sistemas Hipermedia Adaptativos para el Aprendizaje, basada en Estilos de Aprendizaje y Estilos Cognitivos
MOT	<i>My Online Teacher</i>
MTPC	Métodos y técnicas de adaptación para la presentación de contenidos

MTON	Métodos y técnicas de adaptación para las opciones de navegación
MySQL	Sistemas Gestores de bases de Datos SQL (<i>Structured Query Language</i>)
OA	Objetos de Aprendizaje
OR	Observación Reflexiva
P	Estilo de aprendizaje Pragmático
R	Estilo de aprendizaje Reflexivo
SDA	Seleccionar el dominio de aprendizaje
SEI	Seleccionar las estrategias instruccionales
SEM-HP	Modelo SEM ántico, Sistémico y Evolutivo para el desarrollo de Sistemas HiP ermedia adaptativos
SH	Sistema Hipermedia
SHA	Sistema Hipermedia Adaptativo
SHAA	Sistema Hipermedia Adaptativo para el Aprendizaje
SHAE	Sistemas Hipermedia Adaptativos Educativos
SLSS	<i>Student Learning Style Scale</i>
T	Estilo de aprendizaje Teórico
TANGOW	<i>Task-based Adaptive learNer Guidance On the WWW</i>
TFE	Test de Figuras Enmascaradas
TFEC	Test de las Figuras Enmascaradas forma Colectiva

TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol /Internet Protocol</i>
TIC's	Tecnologías de la Información y Comunicación
WAP	<i>Wireless Application Protocol</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
XHTML	<i>eXtensible Hypertext Markup Language</i>