

Punto de Partida para AMENITIES: Un Modelo Hipermedia Evolutivo y Adaptativo*

Nuria Medina Medina¹, Lina García Cabrera², Fernando Molina Ortiz¹

¹ Dep. LSI. Universidad de Granada, ² Dep. Informática. Universidad de Jaén
¹ nmedina.fmo@ugr.es, ² lina@ujaen.es

Resumen. El propósito de este artículo es describir brevemente un modelo semántico, sistémico y evolutivo concebido para el desarrollo de sistemas hipermedia adaptativos e integrales. Dicho modelo responde al acrónimo SEM-HP y está estructurado en cuatro sistemas que permiten separar los aspectos de representación del conocimiento, presentación, navegación y adaptación al usuario. Sobre esta primera capa se sitúa un nivel “meta”, que posibilita y garantiza la evolución consistente de los elementos definidos en cada uno de los cuatro sistemas, así como la co-evolución de los mismos.

1 Introducción

A partir del proceso de revisión y análisis realizado sobre la situación actual de los sistemas hipermedia adaptativos [1], observamos que debido a sus características adaptativas, estos sistemas ofrecen a los usuarios una serie de indudables beneficios que los convierten en herramientas muy potentes.

Sin embargo, a pesar de sus muchas cualidades, también surgen algunos inconvenientes durante el uso de los sistemas hipermedia adaptativos. Por un lado, los cambios en la estructura de enlaces y en el contenido de las páginas no son generados bajo demanda del usuario. Además, dependiendo del uso que el lector desea dar a un concepto puede no tener sentido que el sistema le obligue a leer todos los prerequisites de dicho concepto. Por otro lado, normalmente los sistemas hipermedia adaptativos son privados, no están distribuidos y no se han desarrollado para Internet, lo cual limita su acceso.

Del mismo modo, la construcción del sistema hipermedia adaptativo plantea una serie de problemas desde la perspectiva del autor. Es obvio que se complica la tarea de los autores, aunque esta desventaja puede suavizarse si se les facilita una herramienta de autor apropiada. Más preocupante es el hecho de que los procesos de diseño, construcción y mantenimiento (el ciclo de vida completo) de los sistemas hipermedia adaptativos no estén suficientemente considerados. En particular, las herramientas autoras no incorporan mecanismos que faciliten los cambios en el sistema, durante y después de su construcción.

* Trabajo financiado por el proyecto AMENITIES (CICYT TIN2004-08000-C03-02)

El modelo SEM-HP [2] [3] supone una innovadora alternativa para la construcción de sistemas hipermedia respecto a los modelos tradicionales, que en su mayoría no garantizan una correspondencia entre estructura y funcionalidad, ni asisten al autor en el proceso de desarrollo y mantenimiento posterior.

2 El modelo SEM-HP

SEM-HP es un modelo **SEM**ántico, **Sist**émico y **Evol**utivo que permite el desarrollo de sistemas **HiP**ermedia. En él, el proceso de diseño y construcción del sistema hipermedia está basado en un modelo cognitivo [4][5], y el autor puede caracterizar el dominio de conocimiento mediante sus propias ontologías. Además el modelo facilita y hace flexible la construcción, mantenimiento y navegación de los sistemas hipermedia, que son capaces de integrar los continuos cambios y adaptaciones, al incorporar mecanismos evolutivos.

El modelo SEM-HP (figura 1) proporciona al autor tres elementos para la creación de sistemas hipermedia evolutivos y adaptativos: un proceso de desarrollo, una arquitectura y una herramienta de autor.

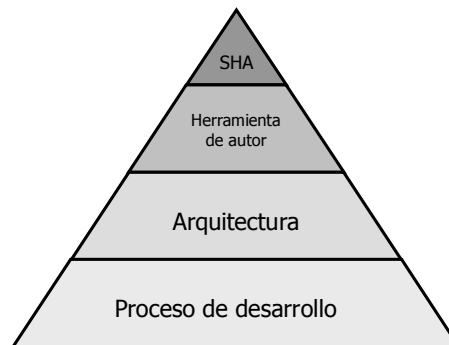


Figura 1: Modelo SEM-HP

El **proceso de desarrollo** establece las pautas a seguir para la creación del sistema desde un enfoque de ingeniería del software. La **arquitectura** describe los modelos de representación utilizados para capturar cada una de las fases del proceso de desarrollo. Y la **herramienta de autor** facilita la creación del sistema de acuerdo a la arquitectura y el proceso de desarrollo propuestos en el modelo.

3 El Proceso de Desarrollo

A pesar de sus características especiales, el diseño e implementación de un sistema hipermedia no deja de ser un proceso de desarrollo del software y como tal, la calidad del producto obtenido va a depender de la calidad del proceso efectuado para obtenerlo [1]. Por lo tanto, creemos que es conveniente aplicar un proceso de ingeniería del software en el desarrollo de estos sistemas.

El proceso de desarrollo propuesto en el modelo SEM-HP (figura 2) se divide en cuatro fases inherentes al diseño de un sistema conceptual y navegacional: memorización, presentación, navegación y aprendizaje. Cada una de estas fases genera como resultado un sistema de la arquitectura.

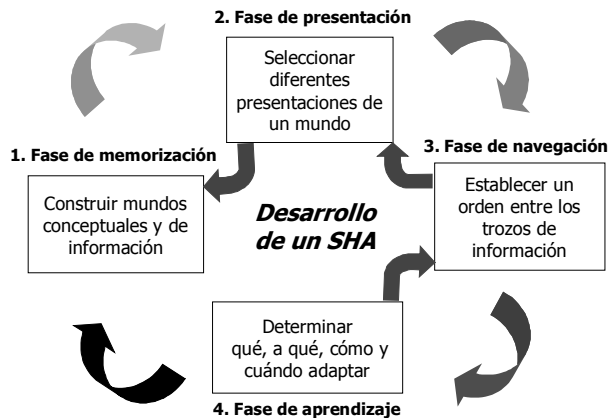


Figura 2: Proceso de desarrollo en SEM-HP

En la **fase de memorización** el autor define el dominio de información que recorrerán los usuarios de su sistema. Con objeto de hacer explícitas las relaciones semánticas entre los ítems de información, el autor también especifica el dominio conceptual subyacente.

El **dominio conceptual** es un conjunto de conceptos con los que se pueden identificar los distintos ítems de información ofrecidos en un sistema hipermedia, y el conjunto de asociaciones semánticas que se pueden establecer entre ellos. Por su parte, el **dominio de información** es el conjunto de ítems identificados con conceptos pertenecientes a un dominio conceptual concreto, incluyendo las asociaciones que los identifican.

Entendemos por **concepto** una idea, pensamiento o abstracción que puede ser etiquetado por el autor con el fin de hacer explícito su conocimiento y hacerlo comprensible. Mientras que un **ítem** es cualquier trozo de información identificable en el sistema hipermedia.

En la **fase de presentación** el autor selecciona diferentes presentaciones o vistas del dominio de conocimiento forjado en la fase anterior. En la **fase de navegación** el autor establece cómo el usuario puede navegar la información ofrecida. Y, finalmente, en la **fase de aprendizaje** el autor resuelve los aspectos relacionados con la adaptación, respondiendo a las preguntas: ¿A qué?, ¿qué?, ¿cómo? y ¿cuándo adaptar?. Como resultado, establece los mecanismos necesarios para que posteriormente, durante su funcionamiento, el propio sistema sea capaz de ajustarse a las características e intereses de cada usuario.

Estas *fases* no son secuenciales sino *iterativas*, es decir, el autor puede regresar a una fase anterior siempre que lo necesite. Además, este proceso implica un desarrollo *evolutivo*, ya que sus cuatro fases son capaces de integrar, de una forma fácil, flexible

y consistente, los cambios que el autor realiza en la estructura del sistema correspondiente.

4 La Arquitectura

La arquitectura propuesta por el modelo SEM-HP se estructura en capas realizando una doble división [6] tal y como se muestra en la figura 3.

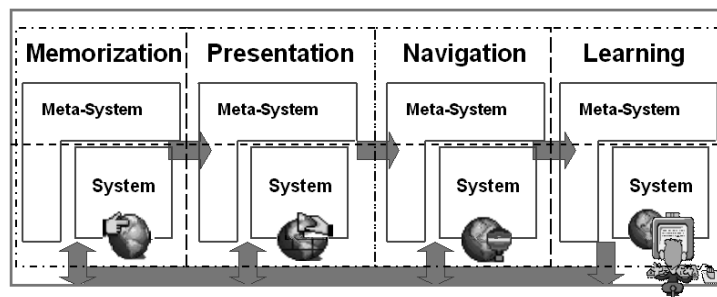


Figura 3: Arquitectura SEM-HP

La **división vertical** contempla cuatro sistemas interrelacionados y en interacción a los que se denomina **Sistemas de Memorización (S.M)**, **de Presentación (S.P)**, **de Navegación (S.N)** y **de Aprendizaje (S.A)**. Cada uno de estos sistemas registra algunas de las características del modelo, y por tanto, ofrece cierta funcionalidad al resto de sistemas y, en última instancia, a los usuarios del mismo.

La **división horizontal** [7] distingue dos capas dentro de cada una de las anteriores: sistema y meta-sistema. Cada capa representa un nivel de abstracción diferente. El menos abstracto (sistema) contiene los modelos de representación definidos por el autor durante la correspondiente fase de desarrollo, mientras que el más abstracto (meta-sistema) incluye los mecanismos evolutivos que permitirán integrar y propagar los cambios realizados por el autor en los elementos de dicho sistema.

Los mecanismos evolutivos incluidos dentro del **meta-sistema** son fundamentalmente tres: acciones evolutivas, restricciones y propagación del cambio. El autor interactúa con el meta-sistema para construir y modificar el sistema hipertexto. Concretamente, para realizar un cambio en el sistema, el autor selecciona y ejecuta la **acción evolutiva** correspondiente. Con el objeto de garantizar la integridad del sistema a lo largo de toda su vida, el meta-sistema deniega la realización de los cambios inconsistentes. Así, una acción evolutiva solo se ejecuta si satisface una serie de **restricciones** impuestas por el propio modelo (*restricciones del sistema*) y por el autor (*restricciones de autor*).

Finalmente, al modificar un elemento de uno de los cuatro sistemas de la arquitectura, puede surgir la necesidad de modificar otros elementos de ese mismo sistema (*propagación interna*) o incluso de algún otro (*propagación externa*). En

ambos casos, la **propagación del cambio** es realizada automáticamente en el modelo, garantizando con ello, una co-evolución coherente de la arquitectura completa del sistema hipermedia [8].

4.1 Sistema de Memorización

El Sistema de Memorización almacena, estructura y mantiene el dominio conceptual y de información del sistema hipermedia. Dicho de otro modo, es el responsable de estructurar semánticamente el conocimiento, y de organizar el conjunto de ítems de información, catalogándolos a través de los dominios conceptuales.

El modelo de representación utilizado para describir ambos dominios, conceptual y de información, es una estructura conceptual. La estructura conceptual es un grafo dirigido débilmente conectado, que incluye dos tipos de nodos para representar conceptos e ítems de información. Es una red semántica, puesto que tanto sus nodos como sus arcos están etiquetados semánticamente.

Una **estructura conceptual** se define formalmente mediante una tupla:

$$EC = (C, I, Rc, Rf, Ac, Af)$$

en la que C es un conjunto de conceptos, I es un conjunto de ítems de información, Rc es un conjunto de relaciones conceptuales, Rf es un conjunto de relaciones funcionales, Ac es un conjunto de asociaciones conceptuales y Af es un conjunto de asociaciones funcionales.

Una **relación conceptual** $r_c \in Rc$, es la etiqueta del arco que conecta dos conceptos, $c_o \in C$ y $c_d \in C$, en la estructura conceptual. Una **asociación conceptual** $a_c \in Ac$, está formada por dos conceptos y la relación conceptual r_c existente entre ellos $\langle c_o, r_c, c_d \rangle$.

Una **relación funcional** $r_f \in Rf$, etiqueta el enlace que asocia un ítem, $i_j \in I$, al concepto que lo identifica, $c_k \in C$, y representa el rol o función que la información del ítem desempeña respecto al concepto. Una **asociación funcional** $a_f \in Af$, está formada por un concepto, un ítem y la relación funcional existente entre ellos $\langle c_k, r_f, i_j \rangle$.

Cada ítem tiene asociadas una serie de propiedades que describen el tipo (autor, medio, idioma, fecha y dificultad) y la funcionalidad (rol) de la información que contiene.

La estructura conceptual contenida en el Sistema de Memorización recibe el nombre de **estructura conceptual de memorización**. La figura 4 muestra una estructura conceptual de memorización cuyo dominio de conocimiento es un tipo de Yoga conocido como "Hatha-Yoga". Obviamente, es una estructura de ejemplo y no es completa puesto que existen muchos conceptos que no han sido representados.

El objetivo del ejemplo es mostrar el aspecto que visualmente presenta una estructura conceptual. Con la representación adoptada, los conceptos se dibujan como círculos o elipses, las relaciones conceptuales son flechas, los ítems de información tienen forma rectangular y las relaciones funcionales se dibujan como líneas.

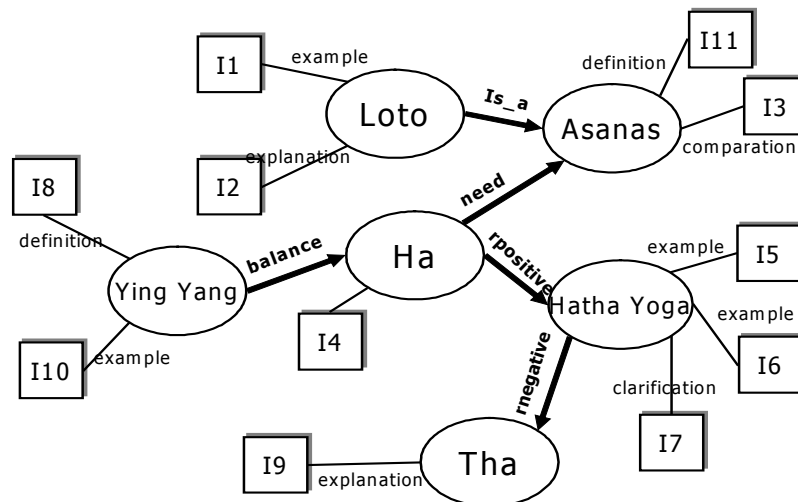


Figura 4: Estructura Conceptual de Memorización

El enfoque evolutivo de SEM-HP permite en cualquier momento que el autor amplíe, reduzca o modifique la estructura conceptual de memorización. Para ello existe un conjunto de acciones evolutivas que permiten crear, modificar o borrar un concepto, un ítem, una asociación funcional o una asociación conceptual.

4.2 Sistema de Presentación

En la fase de presentación el autor selecciona distintos subconjuntos de la estructura conceptual creada en la fase anterior, con objeto de reducir el tamaño y la complejidad de ésta. De este modo, crea un conjunto de posibles vistas o presentaciones de la estructura conceptual de memorización. Y, de alguna manera, establece los subdominios en que se divide el dominio de conocimiento capturado en el sistema.

Finalmente, en el Sistema de Presentación se almacenan varias presentaciones basadas en un mismo dominio de conocimiento. Se persigue con ello un doble efecto, por un lado proporcionar al usuario una estructura de navegación centrada en la parcela de conocimiento que le interesa, y por otro, reducir los problemas de desorientación propios de la navegación sobre estructuras demasiado extensas.

Cada una de las presentaciones recibe el nombre de **estructura conceptual de presentación**, de forma abreviada EC_p . Una EC_p contiene un subconjunto de los conceptos, ítems, asociaciones funcionales y asociaciones conceptuales incluidas en la EC_M .

En la figura 5 se muestra cómo a partir de una EC_M se pueden definir n presentaciones diferentes: $EC_p^1, EC_p^2, \dots, EC_p^n$. Cada estructura de presentación se define mediante una tupla de EC, donde cada elemento es un subconjunto del

elemento que ocupa la misma posición en la tupla que define la estructura de memorización de la que deriva.

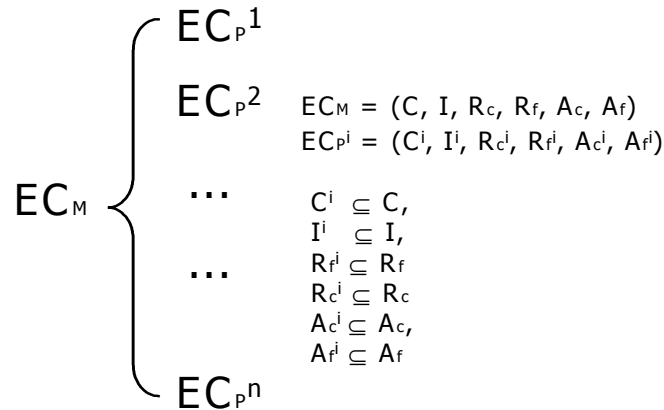


Figura 5: Presentaciones de una EC_M

El subconjunto seleccionado en una presentación debe constituir una subestructura conceptual, por lo tanto debe cumplir una serie de propiedades, como por ejemplo que todos los conceptos elegidos estén conectados.

La figura 6 muestra dos posibles presentaciones creadas a partir de la estructura conceptual del ejemplo de la figura 4. Como puede observarse, en ninguna de las dos aparecen conceptos desconectados.

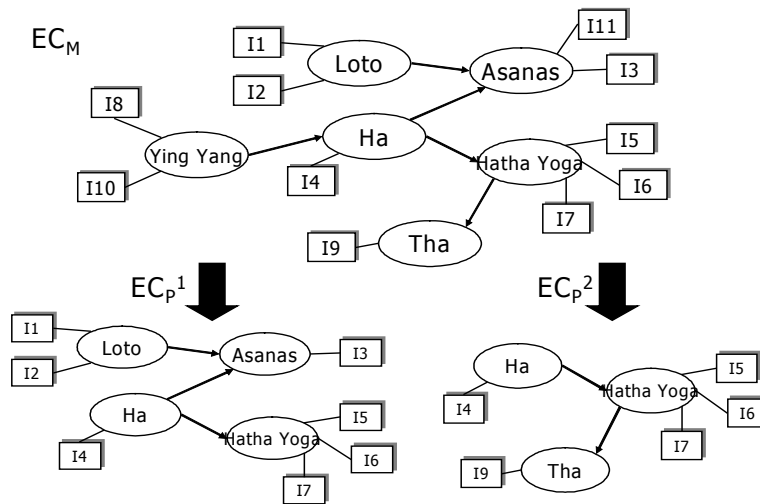


Figura 6: Dos presentaciones diferentes de la misma EC_M

Después de y durante la creación de una estructura conceptual de presentación, el autor puede ocultar o mostrar: conceptos, ítems, asociaciones conceptuales y

asociaciones funcionales de la estructura conceptual completa. Para ello, debe hacer uso de las acciones evolutivas asociadas al Sistema de Presentación, de cuya correcta y consistente aplicación se encarga el meta-sistema.

4.3 Sistema de Navegación

El Sistema de Navegación permite ordenar de algún modo la forma en que se navegan las estructuras conceptuales facilitadas desde el Sistema de Presentación.

Por defecto, se define un orden parcial para recorrer una estructura conceptual de presentación. Este orden se basa en:

- 1) El último ítem de información visitado por el usuario, es decir, desde el que pide saltar a otro ítem,
- 2) El concepto al que se asocia funcionalmente dicho ítem, y
- 3) Los conceptos a los que se puede llegar desde ese concepto siguiendo una relación conceptual.

Las restricciones que el autor puede especificar en el Sistema de Navegación son de dos tipos: de navegabilidad y de orden. Las **restricciones de navegabilidad**, $RTnb$, determinan en que sentido es navegable una relación conceptual. Por defecto, las relaciones conceptuales serán navegadas desde el concepto origen hasta el concepto destino. Sin embargo, si el autor lo desea, puede ampliar la navegabilidad de una relación conceptual en los dos sentidos.

Las restricciones o **reglas de orden**, Ro , establecen si desde un ítem se puede ir hacia otro, haciendo depender esta navegación de las relaciones conceptuales que el lector puede seguir a continuación y los ítems que ha visitado anteriormente. Por defecto, para visitar un ítem asociado a un concepto c_d , el sistema únicamente exige haber visitado previamente alguno de los ítems asociados a un concepto c_o , desde el que parte una relación conceptual navegable hacia c_d . No obstante, en la regla de orden asociada a un ítem, el autor puede exigir además una visita anterior a todos aquellos ítems que, a su juicio, es necesario inspeccionar antes que el actual.

Para cada estructura conceptual creada en la fase de presentación, el autor puede definir varias posibilidades de navegación. Existiendo siempre, como mínimo, una navegación para cada EC_p , que contiene el conjunto de restricciones de navegabilidad y las reglas de orden generadas por defecto.

En cualquier caso, una **estructura conceptual de navegación**, EC_N , queda perfectamente identificada por la estructura conceptual de presentación para la que se define y las restricciones de navegación impuestas sobre ésta. Es decir, $EC_N^j = (EC_p^i, RTnb^j, Ro^j)$, donde el primer elemento representa una estructura conceptual de presentación, y los dos últimos un conjunto de restricciones de navegabilidad y reglas de orden que limitan parcialmente la forma en que ésta va a poder recorrerse.

4.4 Sistema de Aprendizaje

El Sistema de Aprendizaje es el que permite calificar de adaptativos a los sistemas hipermedia desarrollados de acuerdo al modelo SEM-HP. El Sistema de Aprendizaje se encarga de modelar al usuario y adaptar la estructura y el funcionamiento del sistema hipermedia a sus características personales.

Para conseguir que la adaptación al usuario sea lo más completa posible, la información reunida en el **modelo de usuario**, MU, es de muy diversa índole: desde datos personales hasta el estado de conocimiento que el usuario posee sobre los ítems y conceptos del sistema, pasando por su experiencia en la materia, experiencia en navegación hipermedia, preferencias, metas e intereses.

Para llevar a cabo el proceso de adaptación, el Sistema de Aprendizaje aplica una serie de técnicas y métodos adaptativos que se basan en tres conjuntos de reglas definidas previamente por el autor [9].

- **Reglas de actualización**, Ru: Incrementan el grado de conocimiento que el usuario posee sobre los ítems de información a medida que éste los visita. La regla de actualización por defecto para un ítem I_j , $Ru(I_j)$ supone que el usuario lo conoce totalmente tras su visita. No obstante, el autor puede modificar la regla de actualización de un ítem para expresar otro tipo de actualización sobre el ítem visitado e incluso actualizaciones sobre otros ítems relacionados.
- **Reglas de peso**, Rw: Calculan el conocimiento del usuario acerca de un concepto usando el grado de conocimiento que éste posee sobre cada ítem asociado funcionalmente al concepto. Por defecto, se obtiene el conocimiento acerca de un concepto como el conocimiento medio que el usuario posee sobre cada uno de los ítems ligados a él en la EC_M . De nuevo, el autor puede hacer evolucionar esa regla, indicando como unos ítems son más importantes que otros en el aprendizaje del concepto.
- **Reglas de conocimiento**, Rk: Determinan en cada momento qué ítems puede visitar el usuario y para cuáles no está capacitado. Además, indican cuáles de los ítems accesibles contienen información relevante dado su actual estado de conocimiento. Cada regla de conocimiento $Rk(I_j)$ establece el conocimiento mínimo que el usuario debe poseer sobre una serie de ítems para poder acceder a I_j (restricciones de accesibilidad), y/o el conocimiento máximo que debe poseer sobre otros ítems determinados para que la visita de I_j sea además relevante (restricciones de accesibilidad). Es posible, establecer varias reglas de conocimiento para un mismo ítem, una por cada forma posible de prepararse para su aprendizaje.

Parte de la estructura del modelo de usuario y las reglas de peso dependen de los conceptos, ítems y asociaciones funcionales incluidas en la estructura conceptual de memorización, por lo tanto se definen de forma unívoca para ésta. Respecto a las reglas de actualización y conocimiento, el autor puede definir distintos conjuntos para una misma estructura conceptual de navegación (figura 7). Existiendo, en cualquier caso, un conjunto de reglas de actualización y conocimiento por defecto para cada EC_N .

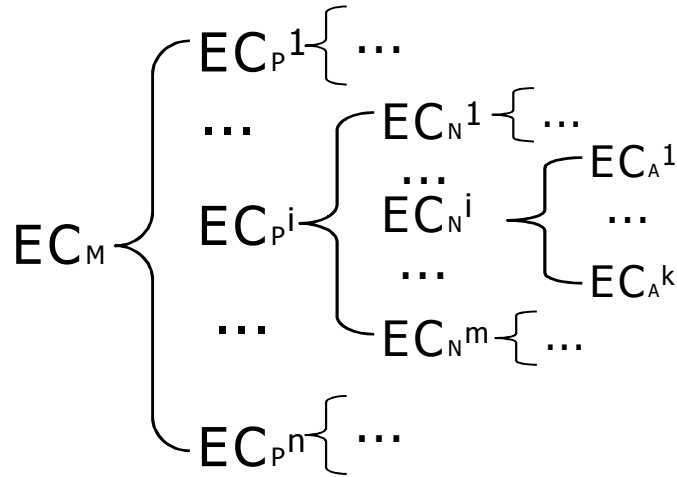


Figura 7: Árbol de estructuras conceptuales

Entonces, una **estructura conceptual de aprendizaje** queda perfectamente definida a partir de una tupla $EC_A = (EC_M, R_w, MU, EC_N^j, Ru, Rk)$, de forma extendida $EC_A^r = (EC_M, R_w, MU, EC_P^i, RTnb^j, Ro^j, Ru^r, Rk^r)$, donde se establece un conjunto de reglas de peso y un modelo de usuario para la EC_M , y se define un conjunto de reglas de orden, de navegabilidad, de conocimiento y de actualización para una de sus presentaciones, EC_P^i .

Este desarrollo incremental permite disponer finalmente de un amplio abanico de EC_A . De este modo, para cada usuario se elige de forma personalizada una estructura conceptual de aprendizaje. Esta selección se realiza evaluando cada estructura, de acuerdo a la experiencia e intereses del usuario, y optando por la que mejor se le ajusta.

Los **métodos de adaptación** aplicados están destinados en su mayoría a *personalizar la navegación* del usuario, modificando y enriqueciendo la estructura de navegación que se le proporciona; con el fin último de reducir los problemas de desorientación y falta de comprensión que pueden surgirle durante su proceso de navegación. Entre otras, el sistema ejecuta técnicas para ocultar y deshabilitar los ítems inaccesibles, anotar los ítems interesantes, generar rutas guiadas que permiten alcanzar una meta de conocimiento específica, reflejar el estado de conocimiento del usuario sobre la propia estructura de navegación, etc [10].

También se aplican métodos para *personalizar la presentación* de la información proporcionada, por ejemplo a través de la composición de ítems [11].

Además, el sistema permite al usuario recorrer la información de cuatro formas distintas (figura 8). Cada una de estas modalidades está sujeta a un conjunto de restricciones diferentes. De forma que las posibilidades de elección de un usuario serán distintas en cada una de ellas.

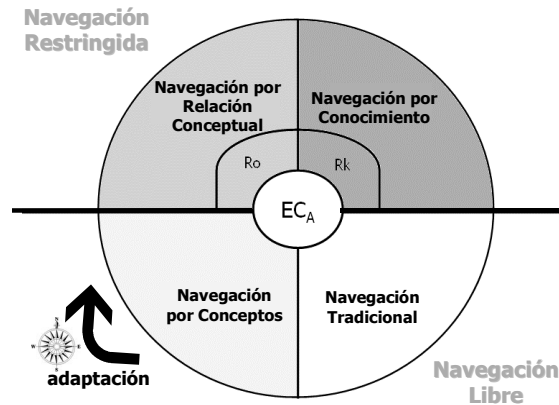


Figura 8: Modos de navegación

- **Navegación tradicional:** Se corresponde con el tipo de navegación a la que los usuarios de sistemas web están acostumbrados. No existe ninguna restricción de acceso, de modo que en cualquier momento un ítem puede ser explorado (véase la interfaz de navegación en la figura 9).

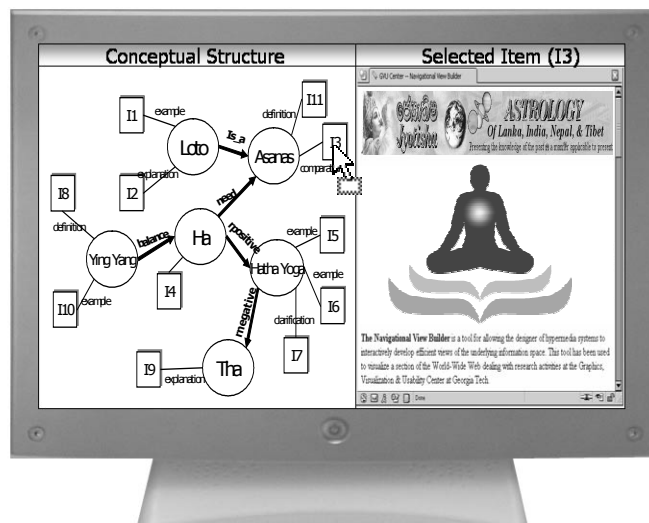


Figura 9: Interfaz de navegación en modo tradicional

- **Navegación por conceptos:** Es también una navegación libre, donde el usuario recorre conceptos en lugar de ítems. La selección de un concepto genera un documento que integra los ítems de información asociados a él.

- **Navegación por relación conceptual:** Es obligatorio recorrer la información en un orden coherente con las relaciones existentes entre los conceptos. La selección de un ítem está permitida si así se establece en las reglas de orden especificadas en el Sistema de Navegación.
- **Navegación restringida por conocimiento:** Únicamente se puede acceder al contenido de un ítem si se tiene el conocimiento previo necesario para ello. En este caso, las restricciones de navegación son las que se definen en las reglas de conocimiento del Sistema de Aprendizaje.

El usuario puede optar por el modo de navegación que más le convenga o apetezca en cada momento. Sea cual sea el modo escogido, el sistema actualiza conforme a las reglas de actualización (Ru) el conocimiento del usuario. Siempre y cuando, claro está, en el momento de la visita, el usuario satisfaga las restricciones pedagógicas impuestas por el autor en las reglas de conocimiento.

Referencias

- [1] Medina Medina, N.; García Cabrera, L.; Rodríguez Fórtiz, M.J.; Parets Llorca, J. "Adaptación al Usuario en Sistemas Hipermedia: El Modelo SEM-HP". II Jornadas de trabajo DOLMEN. Pp: 175-185. Valencia, 12 y 13 de Marzo de 2002.
- [2] García Cabrera, L. "SEM-HP: Un Modelo Sistémico, Evolutivo y Semántico para el desarrollo de Sistemas Hipermedia". Tesis Doctoral. Noviembre, 2001.
- [3] Medina Medina, N. "Un Modelo de Adaptación Integral y Evolutivo para Sistemas Hipermedia". Tesis Doctoral. Noviembre, 2004.
- [4] García Cabrera, L.; Parets Llorca, J. "La Integración de Hipermedia en Sistemas de Información: Una Cuestión de Semántica". III Jornadas de Informática. Pp: 245-256. Cádiz. Julio, 1997.
- [5] García Cabrera, L.; Parets Lorca, J. "A Cognitive Model for Adaptive Hypermedia Systems". 1st International Conference on WISE. Workshop on World Wide Web Semantics. Pp: 29-33. Hong-Kong, China. June, 2000.
- [6] García Cabrera, L.; Rodríguez Fórtiz, M.; Parets Llorca, J. "Evolving Hypermedia Systems: a Layered Software Architecture". Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice. John Wiley & Sons, Ltd. 14(5), Pp: 389-405.
- [7] García Cabrera, L.; Rodríguez Fórtiz, M.; Parets Llorca, J. "Formal Foundations for the Evolution of Hypermedia Systems". 5th European Conference on Software Maintenance and Reengineering. Workshop on FFSE. IEEE Press. Pp: 5-12. Lisbon. March, 2001.
- [8] Medina Medina, N; Molina Ortiz, F.; García Cabrera, L; Rodríguez Fortiz, MJ. "Coevolution of Models of an Adaptive Hipermedia System". Proceedings of the 7th biennial world conference on integrated design and process technology.

IDPT'03. ISSN: 1090-9389. Volumen II. Pp:18, 38-44. Austin, Texas, USA. December 3-6, 2003.

- [9] Medina Medina, N.; García Cabrera, L.; Rodríguez Fortiz, M.J.; Parets Llorca, J. "Adaptation in an Evolutionary Hypermedia System: Using Semantic and Petri Nets". *Adaptative Hypermedia and Adaptative Web-Based Systems* (second international conference, AH 2002). Málaga, Spain. May29-31, 2002. *Lectures Notes in Computer Science*. Vol. 2347. ISSN: 0302-9743. Pp: 284-295. LNCS Editorial, Tiergartenstr. 17, 69121 Heidelberg, Germany.
- [10] Medina Medina, N.; García Cabrera, L.; Molina Ortiz, F. "Diversidad de Tipos de Navegación en un SHA". *Taller en sistemas hipermedia colaborativos y adaptativos (2ª edición)*. Pp 1-9. VIII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos. Alicante, del 12 al 14 de Noviembre de 2003.
- [11] Medina Medina, N; Molina Ortiz, F.; García Cabrera, L. "A Hypermedia Model for an Adaptive Learning". *Proceedings of the IADIS international conference. e-Society 2004*. Volumen I. ISBN: 972-98947-5-2. Pp: 276-283. Ávila, Spain. July 16-19, 2004.