

Las estrategias de navegación en hipertexto reflejan la adquisición de conocimiento de los usuarios

Ladislao Salmerón ¹
Inmaculada Fajardo ²
José J. Cañas ³

^{1,3} Dept. de Psicología Experimental. Universidad de Granada.
Campus de Cartuja, s/n. 18071. Granada, España.
¹ salmero@fedro.ugr.es, ³ delagado@ugr.es

² Dept. de Arquitectura y Tecnología de Computadores. Universidad del País Vasco.
Manuel Lardizabal 1, 20018. Gipuzkoa, España.
acfabri@si.ehu.es

Resumen. Las estrategias de navegación pueden reflejar la adquisición de conocimiento en sistemas hipertexto. A lo largo del presente artículo se argumenta a favor de esta afirmación, para lo cual se parte del modelo Construcción Integración de comprensión de textos [KINT89, KINT98], y de las métricas adecuadas para relacionar la navegación con la adquisición de conocimiento. Finalmente, la primera afirmación es sometida a prueba en un experimento.

Palabras clave: Estrategias de navegación, Adquisición de conocimiento, Modelo Construcción Integración, Pathfinder

Introducción

En los sistemas hipertexto actuales la evaluación del conocimiento adquirido por parte de los usuarios sigue siendo un tema poco desarrollado. Los sistemas tradicionales de evaluación del aprendizaje miden la adquisición de conocimiento cuando el usuario ha finalizado su interacción con el sistema [COOK99]. Estos métodos sufren dos fuertes limitaciones. En primer lugar, no permiten la evaluación durante la interacción, lo que limita su aplicación a sistemas hipertexto adaptativos o tutores inteligentes. En segundo lugar, utilizan medidas estáticas de adquisición del conocimiento, por lo que no reflejan la naturaleza dinámica de este proceso [YOUN97].

La constatación de estas limitaciones nos ha llevado a plantear posibles alternativas a la medición del aprendizaje en hipertexto. Las premisas de las que partimos a la hora de encontrar una medida alternativa tratan de superar las limitaciones expuestas: por un lado, la nueva medida debe ser *on-line*, para posibilitar su utilización por sistemas adaptativos y tutores inteligentes; y por otro, ésta debe reflejar la naturaleza dinámica del aprendizaje.

En el presente artículo proponemos que una posible medida de aprendizaje en hipertexto podía basarse en el análisis de las estrategias de navegación del usuario. Estas estrategias de navegación se pueden operacionalizar como la secuencia de acceso a nodos que sigue un usuario y pueden ser evaluadas *on-line*, con lo que se cumple con uno de los requisitos expuestos anteriormente. Sin embargo, aún no existe evidencia alguna en la literatura que demuestre que puedan reflejar la adquisición del conocimiento.

En consecuencia, la principal pregunta que tratamos de responder en este artículo es: *¿Pueden las estrategias de navegación en hipertexto reflejar la adquisición de conocimiento de los usuarios?* Responder a esta pregunta requiere partir tanto de un modelo de cómo las personas

adquieren conocimiento, así como de las métricas adecuadas para el análisis de la navegación. En la primera parte del artículo se expondrán estos dos puntos, de los cuales se derivarán diversas hipótesis sobre la navegación y la adquisición de conocimiento que serán sometidas a prueba en un experimento. Todo ello nos permitirá responder a la pregunta planteada.

Modelo cognitivo de adquisición de conocimiento

Un modelo cognitivo de una tarea trata de describir dicha tarea en términos de los procesos y estructuras mentales que intervienen en la misma. Esta aproximación permite analizar por separado el papel que cada proceso juega en su realización. En relación al tema del presente artículo, el análisis de los procesos implicados en la tarea de aprender de un hipertexto permite identificar el papel que podrían jugar las estrategias de navegación en la adquisición de conocimiento.

El modelo de Construcción – Integración (C-I) de Kintsch [KINT88; KINT98] es una de las teorías de la Ciencia Cognitiva más aceptadas en la actualidad dentro de la literatura de comprensión de textos. El modelo propone que los lectores adquieren conocimiento del texto de forma dinámica a partir de tres representaciones mentales del mismo. La primera es una representación temporal en Memoria Operativa de partes del texto tal y como éste se presenta originalmente.

La segunda representación se denomina “base del texto” y es una estructura semántica jerarquizada construida a partir de los contenidos de la representación inicial. A medida que el lector procesa más información del texto, ésta se va incorporando a la base del texto, formando lo que se denominan microproposiciones o unidades semánticas. Las distintas microproposiciones constituyen la base del texto del texto.

La tercera y definitiva representación que el usuario genera es el denominado “modelo de la situación”. Se considera que el lector no llega a comprender lo que ha leído hasta que no genera un modelo adecuado del contenido, donde se establecen y se jerarquizan las relaciones que se dan en el texto. El modelo de la situación rara vez aparece explícitamente en los textos, por lo que debe ser inferida por el lector a partir de la base del texto y de su conocimiento previo (almacenado en la Memoria a Largo Plazo).

El aprendizaje de los contenidos (base del texto) y el de las relaciones entre las ideas del texto (modelo de la situación) son relativamente independientes. Así, una persona puede aprender muchos de los datos contenidos en el texto, y no aprender las relaciones entre las ideas principales, y viceversa.

Es posible reformular la pregunta principal del artículo a raíz de lo expuesto en el presente apartado. El nuevo interrogante a responder sería: *¿Pueden las estrategias de navegación influir en la construcción de la base del texto y el modelo de la situación del texto?* En términos del modelo de Kintsch, las diferencias en las estrategias de navegación suponen que los lectores procesarán diferentes representaciones iniciales del texto, ya que cada usuario accederá a unos determinados contenidos (nodos), y en distinto orden. La construcción de la base del texto podría variar entre usuarios dependiendo de los nodos que cada uno visitara, ya que esto conllevaría que se incorporaran microproposiciones distintas en la base del texto.

Por otro lado, la construcción del modelo de la situación podría variar dependiendo del orden en que se accediera a los nodos, ya que esto implicaría que los distintos contenidos se incorporarían al modelo de la situación en orden diferente. Esta idea se puede observar en un efecto que predice el modelo y que afirma que los textos bien organizados facilitan el procesamiento macroestructural, mientras que los mal organizados los dificultan [DIJK83]. Es posible observar este fenómeno en el siguiente texto mal organizado:

Juan iba a la escuela.

Estaba muy preocupado por la clase de matemáticas.

Temía no poder controlar la clase.

No era justo que el profesor se la dejara a su cargo.

** Normalmente eso no forma parte de los deberes de un bedel.*

El texto anterior está mal organizado en términos del modelo de C-I, ya que no resuelve la incógnita de quién es el actor Juan hasta que no se llega al final del texto (el texto bien organizado debería introducir la última frase en la tercera línea). Es posible que un lector cuando vaya por la cuarta frase determine que el actor Juan es un alumno aventajado al que han dejado la clase bajo su responsabilidad, y que recupere de la MLP toda la información sobre este tipo de actor para profundizar en la construcción de el modelo de la situación (p.e. estereotipos sobre los alumnos aventajados, hipótesis sobre las posibles causas de la ausencia del profesor, ...). Si el lector no leyera la última frase (o no navegara por el último nodo), donde se define al actor Juan, su modelo de la situación del texto sería diferente a la de un lector que sí la hubiese leído (o sí hubiese visitado el nodo).

La falta de lectura de un nodo importante para la comprensión sería la consecuencia negativa de una de las “ventajas” de la lectura en hipertextos con respecto a textos lineales: la flexibilidad que permite al usuario elegir el orden con que desea leer el contenido, en lugar de seguir la secuencia marcada por el autor del texto. Este hecho da lugar a que ante un mismo hipertexto cada lector pueda adquirir unas estructuras diferentes. Por tanto, para evaluar el conocimiento adquirido por el usuario en términos del modelo C-I necesitamos conocer cómo medir las estrategias de navegación y cómo analizar de forma válida los datos procedentes de dicha medición. Profundizamos en este tema en el siguiente apartado.

Métricas para la evaluación de las estrategias de navegación

Para evaluar si las estrategias de navegación reflejan el aprendizaje de un texto, es necesario seleccionar las métricas adecuadas que pongan en relación la navegación con el modelo de adquisición de conocimiento del que partimos. Por ello, en el presente apartado diferenciaremos entre métricas de navegación de la base del texto y del modelo de la situación.

La acción de navegación básica en sistemas hipertexto es el acceso a los diferentes nodos. Como se argumentó en el apartado anterior, la base del texto de un usuario puede variar con respecto a la de otro si accede a nodos diferentes. Por tanto, una medida de navegación sencilla como el número de nodos diferentes visitados podría ser indicativa en parte de la adquisición de la base del texto del texto por parte del usuario. Así, si un usuario visita más nodos diferentes que otro, es posible que construya una base del texto más completa que otro usuario con menos nodos diferentes visitados.

Pero por otro lado, una medida tan simplificada resulta poco útil para la evaluación del modelo de la situación, ya que con ella se pierde información de más alto nivel sobre las estrategias de navegación que el usuario está siguiendo. Howie y Vicente [HOWI98] sugieren que una medida que refleja la dinámica de las acciones del usuario es el análisis de las transiciones entre acciones (en este caso el acceso a nodos). Las transiciones reflejan tanto el número de veces que un texto ha sido visitado como las direcciones que el usuario ha seguido antes y después de visitarlos. De esta forma la navegación de un usuario puede ser representada mediante una matriz de transiciones de $n \times n$ nodos.

Las matrices de transición se pueden analizar mediante distintos métodos estadísticos, como el análisis cluster, el escalamiento multidimensional o el algoritmo Pathfinder. En el presente artículo partiremos del método PRONET (Procedural Networks) [COOK96] para la evaluación de la navegación como indicador de la adquisición del modelo de la situación. El método PRONET ha sido utilizado con éxito para evaluar las estrategias de resolución de problemas de usuarios en un tutor inteligente [COOK96]. PRONET se ha diseñado para el análisis datos secuenciales (en nuestro caso, transiciones entre nodos). El método propone que la matriz de transiciones original se transforme en una matriz de frecuencias, en la que la celda (A, B) es igual al número de veces que B sigue a A, dividido entre el número total de veces que el usuario ha accedido a A. Con ello, la suma de cada fila de la matriz de secuencias siempre es igual a 1. Esta matriz es sometida al algoritmo Pathfinder [SCHV90], que proporciona una matriz en la que se eliminan los enlaces (transiciones) superficiales. El algoritmo Pathfinder ha demostrado su utilidad para detectar distintas estrategias de navegación entre usuarios de un hipertexto [BARA96].

En este momento podemos volver a reformular la pregunta inicial de la siguiente manera: *¿Puede el índice de número de nodos diferentes visitados reflejar la adquisición de la base del texto del texto, y el método PRONET la adquisición del modelo de la situación del mismo?* Para responder a esta pregunta hemos realizado un experimento donde se han puesto a prueba varias hipótesis.

Experimento

A partir de los argumentos expresados en los anteriores apartados, proponemos que las estrategias de navegación pueden reflejar la adquisición de conocimiento de un dominio en hipertexto. Siguiendo la distinción de base del texto y modelo de la situación del modelo C-I, en el presente experimento hipotetizamos que:

- 1- El índice de número de nodos diferentes visitados puede reflejar la adquisición de la base del texto del texto.
- 2- El método PRONET puede reflejar la adquisición del modelo de la situación del texto.

Además, partiendo de la premisa del modelo C-I de que ambos tipos de estructura se pueden adquirir de forma independiente, también se hipotetiza que:

- 3- El índice de número de nodos diferentes visitados no debe reflejar la adquisición del modelo de la situación del texto.
- 4- El método PRONET no debe reflejar la adquisición de la base del texto del texto.

Estas hipótesis se han puesto a prueba en un experimento en la que una serie de usuarios navegó a través de un sistema hipertexto de un dominio de conocimiento. Sus estrategias de navegación fueron registradas en el log de usuario, y fueron analizadas con las métricas

expuestas anteriormente. Finalmente, estos índices fueron correlacionados con dos test tradicionales post-navegación que medían la adquisición de la base del texto y del modelo de la situación del texto.

Método

Participantes

Participaron 39 estudiantes de Psicología de la Universidad de Granada a cambio de créditos experimentales, 36 mujeres y 3 hombres. La edad media de los participantes fue de 21.7 años.

Materiales

Hipertexto. Se construyó un sistema hipertexto a partir del texto científico “Diversidad y conservación de la fauna de los ríos mediterráneos” [TIER02] con la colaboración del propio autor Manuel Tierno de Figueroa. El hipertexto definitivo consta de 21 nodos y de 4126 palabras, y está estructurado de forma jerárquica con enlaces entre páginas sugeridos por el autor original del texto. La estructura de nodos y enlaces se muestra en la figura 1. El hipertexto se presentó en el navegador Internet Explorer, con tan sólo 3 botones habilitados (atrás, adelante e inicio). Las páginas fueron escritas en HTML y contenían un código JavaScript para la recogida del *log* de usuario.

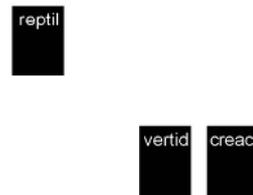


Figura 1: Estructura de nodos y enlaces del sistema hipertexto utilizado.

Tests declarativos. El autor del texto original creó para la ocasión dos tests declarativos con preguntas de verdadero y falso sobre el tema del hipertexto. Un primer test de cuatro preguntas se utilizó para medir el conocimiento previo de los usuarios sobre el tema. Un segundo test constó de veinte preguntas sobre el contenido del hipertexto. Cada pregunta se refería al contenido de uno de los nodos del hipertexto (20 + 1 de introducción que no tenía pregunta).

Pares de conceptos. El autor del texto original seleccionó los 20 conceptos que consideró más importantes del texto. Posteriormente, estos conceptos fueron agrupados por él mismo en una tarea de *card sorting* en 2, 3 y 4 grupos. A partir de esta técnica se dividieron los pares de conceptos en relacionados y no relacionados. Si dos conceptos aparecían en el mismo grupo al menos en dos de las tres agrupaciones fueron considerados como conceptos relacionados. En otro caso eran considerados no relacionados. Finalmente, se construyó una secuencia de pares

de conceptos aleatorizados con 23 pares relacionados y 23 no relacionados. Esta secuencia se utilizó en una tarea de juicios de relación con los participantes (ver procedimiento).

Procedimiento

En primer lugar los participantes pasaron un test declarativo de 4 preguntas de respuesta verdadero / falso sobre conocimientos generales sobre el tema del hipertexto. A continuación se les presentaba el hipertexto, y se les pedía que leyeran los contenidos durante 15 minutos. Se instó a los participantes a que leyeran con atención los textos ya que al final se les harían una serie de preguntas sobre el mismo.

Pasados los 15 minutos se les pasaron dos tests para evaluar la adquisición de conocimiento del texto. Un test declarativo de 20 preguntas de tipo verdadero / falso fue utilizado para evaluar la adquisición de la base del texto del texto. Asimismo, los participantes pasaron por una tarea de juicios de relación para evaluar la adquisición del modelo de la situación del texto. En esta tarea se presentan una serie de pares de conceptos (ver apartado materiales) y los participantes deben evaluar la relación entre los mismos en una escala de 1 a 6. La presentación de los dos test se contrabalanceó para evitar problemas asociados al orden de las evaluaciones.

Diseño

Se utilizó un diseño cuasi-experimental en el que se trató de predecir el aprendizaje a partir de las medidas de las estrategias de navegación.

El aprendizaje se evaluó mediante las variables Puntuaciones en el pre-test, Puntuaciones en el post-test; y Puntuaciones en los Juicios de Relación. Para esta segunda variable, se tuvieron en cuenta dos valores, los juicios para los pares de conceptos relacionados y los juicios para los pares de conceptos no relacionados.

Las estrategias de navegación se midieron mediante las variables Nodos diferentes accedidos y las redes Pathfinder de la navegación de los participantes.

Resultados

El nivel de significatividad de los análisis se ha establecido en .05 a menos que se indique lo contrario.

Análisis de la variable Nodos Diferentes Accedidos

Para poner a prueba la primera hipótesis se realizó un análisis de regresión con Puntuaciones post-test como VD, y Número de nodos diferentes accedidos y Puntuaciones Pre-test como VI. Con ello intentamos predecir si un participante obtendrá una puntuación alta o baja en el post-test por haber visitado más o menos nodos diferentes después de haber parcializado la correlación entre las puntuaciones pre-test y las puntuaciones post-test. Las VD utilizadas predicen las puntuaciones en el Post-test con valores cercanos a la significatividad, $R^2 = 0.13$, $F(2,36) = 2.61$, $p = 0.9$.

Los contrastes posteriores ayudan a concretar la influencia de cada una de las VI. En primer lugar se introdujo la variable Pre-test para eliminar la influencia debida al conocimiento previo (Pre-test) de la varianza de la variable Post-test. Las puntuaciones en el Pre-test no predicen las puntuaciones en el Post-test, $t(36) = -1.15$, $p < 0.26$. Por otro lado, como afirmaba nuestra hipótesis 1, una vez parcializada la variable Pre-test, la variable Nodos diferentes accedidos sí predice significativamente la puntuación de un participante en el Post-test, $t(36) = 2.12$. Los

resultados mostraron la siguiente ecuación de regresión: $Y = 15.05 + 0.33 X$, donde Y (puntuaciones en el post-test) = a X (nodos diferentes). Cuantos más nodos diferentes visitaba un participante, éste generaba una mejor base del texto del texto.

Siguiendo el modelo de Kintsch [KINT88; KINT98] la hipótesis 3 afirmaba que la variable Número de nodos diferentes visitados no debe reflejar la adquisición del modelo de la situación del texto. Para poner a prueba esta hipótesis se realizaron dos análisis de regresión por separado con Puntuaciones pre-test y Número de nodos diferentes como VIs y Puntuaciones en los pares de juicios de relación Relacionados (1^{er} análisis) y puntuaciones en los No relacionados (2^{do} análisis) como VDs. Corroborando nuestra hipótesis 3, ninguno de los dos análisis de regresión mostró resultados significativos, ni para los pares Relacionados, $R^2 = 0.02$, $F(2,36) = 0.37$ $p < 0.68$, ni para los No Relacionados, $R^2 = 0.10$, $F(2,36) = 1.9$, $p < 0.15$. Haber visitado más nodos diferentes no conlleva que los participantes generen un mejor modelo de la situación del texto.

Análisis del método PRONET

El método PRONET (ver apartado anterior) se utilizó para analizar los datos de navegación de los participantes. Las matrices de navegación de cada usuario obtenidas fueron comparadas entre sí a partir del índice C que proporciona el algoritmo Pathfinder [SCHV90] y que indica la similitud entre las mismas. Con ello se generó una matriz cuadrada de similitudes de 39 x 39 (participantes). Esta matriz fue sometida a un análisis Clúster, que distinguió cuatro grupos de participantes de acuerdo a su parecido en las estrategias de navegación: grupo 1 (9 participantes), grupo 2 (5 participantes), grupo 3 (8 participantes) y grupo 4 (17 participantes). La agrupación del Clúster se utilizó como VI cuasi-experimental en los análisis siguientes.

La hipótesis 2 afirmaba que el método PRONET puede reflejar la adquisición del modelo de la situación del texto, o lo que es lo mismo, que los distintos grupos del Clúster deberían haber dado puntuaciones diferentes en la tarea de Juicios de relación. Se realizó un ANOVA multifactorial mixto, con Clúster (4 grupos) como VI, y puntuaciones en los Juicios de relación como VD con dos niveles, pares relacionados y pares no relacionados. En ocasiones en la tarea de juicios de relación los participantes suelen tener un sesgo propio a la hora de juzgar la relación entre pares de conceptos. Por ejemplo, pese a que la escala es de 1 a 6, con 1 para los pares poco relacionados y el 6 para los muy relacionados, se ha observado que algunos participantes utilizan preferentemente los valores altos de la escala y otros valores bajos. Por este motivo los datos originales de la VD se estandarizaron en valores Z para cada participante.

Los resultados mostraron un efecto principal significativo de puntuaciones en los Juicios de relación, $F(35,1) = 0.05$, $Mse = 5.57$. Los pares relacionados obtuvieron juicios más altos ($Z = 0.29$) que los no relacionados ($Z = -0.29$), lo que indica que la distinción teórica entre ambos tipos de pares de conceptos se puede considerar como correcta.

Con respecto a nuestra hipótesis 2, ni el efecto principal del Clúster ni la interacción entre las dos variables alcanzan el nivel de significatividad. Sin embargo, una serie de contrastes planeados mostró efectos significativos a favor de nuestra hipótesis. Concretamente, se comparó al grupo de participantes con peores puntuaciones en los Juicios de relación (grupo 1, con $Z = 0.21$ para pares relacionados y -0.21 para pares no relacionados), con el grupo de mejores puntuaciones (grupo 3, con $Z = 0.39$ para pares relacionados y -0.39 para pares no

relacionados) (Figura 2). Los contrastes planeados para esta comparación sí arrojaron datos significativos, $F(35,1)= 4.87$, $Mse= 0.05$. Por tanto, tal y como se desprende de la hipótesis 2, se mostró que el análisis a partir del método PRONET puede distinguir entre participantes con un buen o malo modelo de la situación del texto.

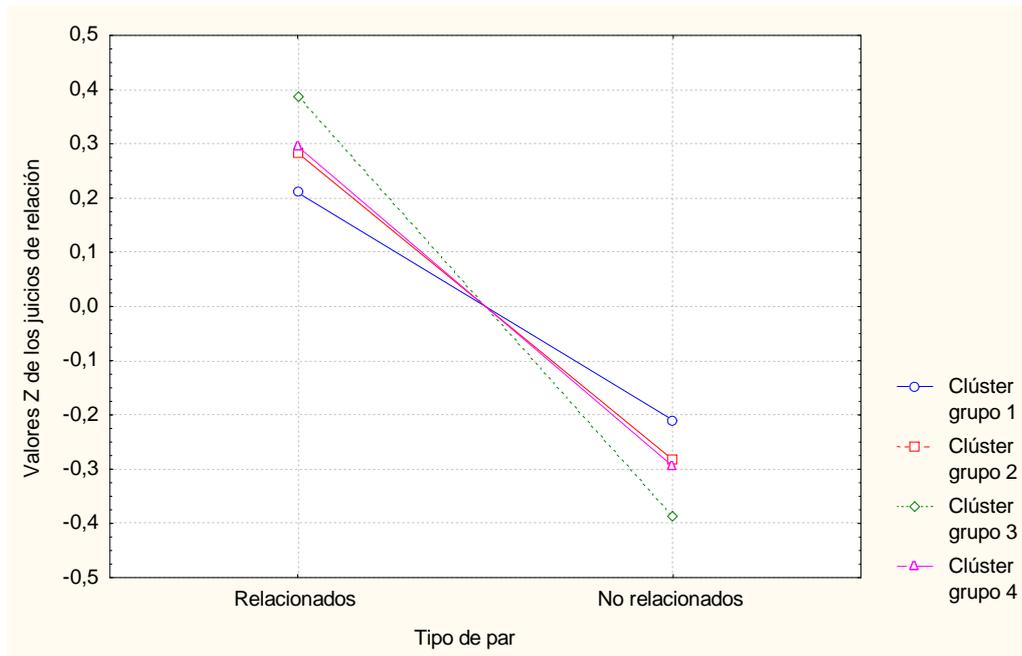


Figura 2: Valores Z de los juicios de relación en función de los pares relacionados y los no relacionados y del grupo resultante del Clúster.

Como complemento de la anterior, la hipótesis 4 afirmaba que la base del texto no se debería reflejar en los datos proporcionados por el método PRONET. Para comprobar esta hipótesis se realizó un ANOVA entregupos con Clúster (4 grupos) como VI, y con Puntuaciones en el Post-test como VD. Tal y como predecía nuestra hipótesis 4, no se encontraron diferencias en las puntuaciones en el Post-test en función del grupo de Clúster, $F(3,35)=0.98$, $Mse= 3.42$, $p<0.42$ (Figura 3). Los distintos grupos del Clúster obtuvieron puntuaciones similares en el Post-test.

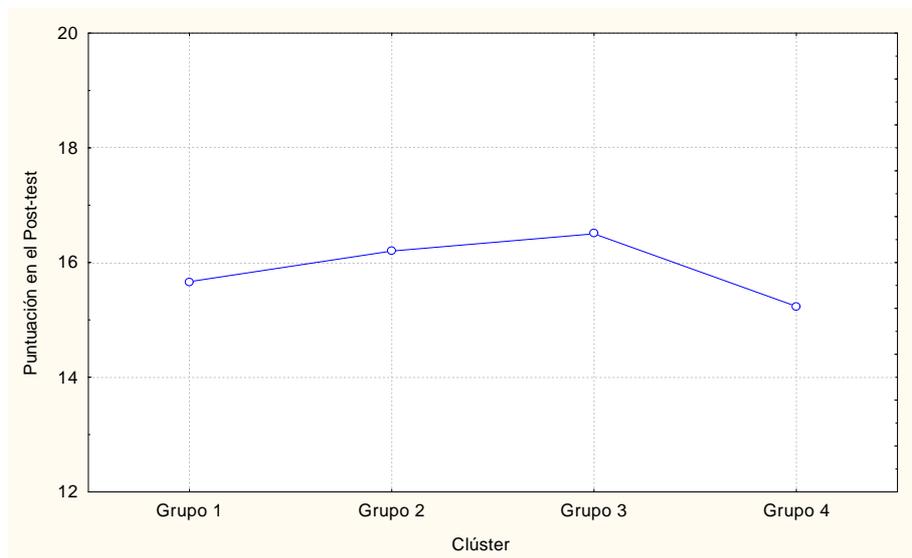


Figura 3: Puntuaciones en el Post-test en función del grupo resultante del Clúster.

Discusión

Como predecían nuestras hipótesis, los resultados han mostrado que la adquisición de conocimiento en hipertexto puede predecirse en parte a partir de las estrategias de navegación de los usuarios. La adquisición de la base del texto del texto se puede constatar en una medida estática de la navegación, como es el número de nodos diferentes accedidos. Asimismo, se ha encontrado que esta misma medida no puede discriminar entre usuarios que han adquirido diferentes modelos de la situación. Por tanto, se puede afirmar que la medida de navegación “número de nodos diferentes accedidos” refleja específicamente el aprendizaje de la base del texto del texto, y no un aprendizaje general del mismo.

Por otro lado, el método PRONET basado en el análisis con el algoritmo Pathfinder de la matriz de frecuencias, se ha revelado efectivo a la hora de discriminar entre usuarios con una adquisición del modelo de la situación diferente. En este caso los datos sólo han mostrado diferencias para los grupos de usuarios que habían adquirido un buen modelo de la situación versus los que habían adquirido una mala (Figura 2). Por tanto, a partir de ese análisis sería posible discriminar entre un usuario que ha adquirido un mal modelo de la situación de un usuario que ha adquirido una buena. Por el contrario, el método PRONET no se ha demostrado válido para diferenciar grupos de participantes con un modelo de la situación intermedia.

De forma paralela, se ha constatado que el método PRONET no puede discriminar entre usuarios con diferente adquisición de la base del texto, por lo que se puede considerar como una medida específica de la adquisición del modelo de la situación.

Conclusiones

En el presente artículo se ha mostrado evidencia empírica a favor de que las estrategias de navegación reflejan la adquisición de conocimiento en hipertexto de los usuarios. Hasta nuestro conocimiento, estos resultados son nuevos en la literatura científica.

En nuestra opinión, los resultados obtenidos han sido posibles gracias a que se ha partido de un modelo teórico de lo que se quiere estudiar (en este caso adquisición de conocimiento), y de las medidas adecuadas para la evaluación de aspectos específicos de ese modelo. Los resultados avalan este método de trabajo.

Kintsch [KINT88, KINT98] ha propuesto que la comprensión de textos se realiza a partir de la construcción de una representación mental de la base del texto o contenidos del texto, y del modelo de la situación o relaciones entre ideas expresadas en el mismo. La evidencia aportada en el presente artículo va a favor de este modelo, así como de la idea de que ambos tipos de estructura son relativamente independientes.

La distinción entre las estructuras del modelo nos ha permitido escoger las métricas que a priori parecían más adecuadas para su evaluación y validarlas posteriormente mediante el método experimental. Así, dentro de las estrategias de navegación se ha constatado un componente estático, como son las visitas a distintos nodos, que nos ha permitido evaluar específicamente la adquisición de la base del texto del texto; y de un componente dinámico,

como son las transiciones entre los mismos, que ha posibilitado la evaluación específica de la adquisición del modelo de la situación.

Por último, a raíz de los datos obtenidos en el presente trabajo se destacan dos conclusiones de carácter teórico y aplicado. En primer lugar, se ha puesto de manifiesto la estrecha relación entre la cognición (adquisición de conocimiento) de las personas y su conducta (navegación), uno de los pilares básicos sobre los que nació la Ciencia Cognitiva y que en los últimos tiempos ha sido puesto en duda desde distintos frentes [MARK00]. En segundo lugar, la validación de la navegación como métrica para la evaluación de la adquisición de conocimiento posibilita su aplicación a sistemas que requieren la evaluación *on-line* del nivel de aprendizaje de los usuarios, como los sistemas adaptativos o los tutores inteligentes.

Agradecimientos

Agradecemos al doctor Miguel Gea Megías la elaboración del código necesario para la captura del *log* de navegación de los usuarios. Asimismo queremos agradecer al doctor Manuel Tierno de Figueroa su constante participación en la elaboración y refinamiento de los materiales y tests utilizados en el experimento.

Bibliografía

- [BARA96]. Barab, S.A., Fajen, B.R., Kulikowich, J.M y Young, M.F.: Assessing hypermedia navigation through Pathfinder: prospects and limitations. *J. Educational Computing Research*, 15 (1996), 185-205
- [COOK96] Cooke, N., Neville, K.J. y Rowe, A.L.: Procedural network representations of sequential data. *Human-Computer Interaction*, 11 (1996), 29-68.
- [COOK99] Cooke, N.: Knowledge elicitation. En F.T. Durso, R.S. Nickerson, R.W. Schvaneveldt, S.T. Dumais, D.S. Lindsay y M.T.H. Chi (eds). *Handbook of applied cognition*: John Wiley & Sons. Ltd: (1999)
- [DIJK83] Dijk, T.A. y Kintsch, W.: *Strategies of discourse comprehension*: Academic Press (1983)
- [HOWI98]. Howie, D. y Vicente, K.J.: Measures of operator performance in complex, dynamic, microworlds: advancing the state of the art. *Ergonomics*, 81 (1998), 485-500.
- [KINT88]. Kintsch, W.: The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95(2) (1988). 163-182.
- [KINT98] Kintsch, W.: *Comprehension A paradigm for cognition*. : Cambridge Universty Press (1998).
- [MARK00] Markman, A.B. y Dietrich, E.: In defense of representation: *Cognitive Psychology* 40, (2000) 138-171
- [SCHV90] Schvaneveldt, R.(ed): *Pathfinder associative networks: studies in knowledge organization*: Ablex (1990)
- [TIER02] Tierno de Figueroa, J. M. y Luzón-Ortega, J. M. : Diversidad y Conservación de la fauna de los ríos mediterráneos. pp. 271-295. En: J. M. Barea Azcón, E. Ballesteros Duperón, J. M. Luzón Ortega, M. Moleón Páiz, J. M. Tierno de Figueroa y R. Travesí Ydáñez (eds): *Biodiversidad y Conservación de Fauna y Flora en Ambientes Mediterráneos*. Sociedad Granatense de Historia Natural (2002)
- [YOUN97] Young, M.F., Kulikowich, J.M. y Barab, S.A.: The unit of analysis for situated assesment: *Instructional Science* (1997)