

Arquitectura de la Información en los entornos virtuales de aprendizaje. Aplicación de la técnica *Card Sorting* y análisis cuantitativo de los resultados.

Yusef Hassan Montero*, **Francisco Jesús Martín Fernández****, **Dunia Hassan Montero****, **Oscar Martín Rodríguez****

*Grupo SCImago, Universidad de Granada

** Centro de Enseñanzas Virtuales de la Universidad de Granada

Resumen:

La organización de la información de un espacio web será más útil cuanto más adaptada se encuentre al modelo mental de sus usuarios. Este requerimiento es aún de mayor importancia en entornos virtuales de aprendizaje, donde el grado de facilidad de uso favorece o dificulta la asimilación de contenidos por parte del alumno. Para esto, es imprescindible adoptar técnicas y métodos de Diseño Centrado en el Usuario en el proceso de creación de entornos web usables, como es el caso de la técnica de "Card Sorting".

En este trabajo presentamos la aplicación de "Card Sorting" de tipo "abierto" en el marco de un proyecto de *e-learning* del Centro de Enseñanzas Virtuales de la Universidad de Granada (CEVUG). Para realizar el estudio se contó con sesenta participantes, a cada uno de los cuales se le proporcionó un conjunto de doce tarjetas etiquetadas con las categorías que incorpora la plataforma de teleformación WebCT. Los resultados han sido analizados cuantitativamente mediante diferentes técnicas estadísticas: Clustering o técnicas de cluster y MDS (Escalamiento Multidimensional).

Palabras clave:

Arquitectura de la Información; Card Sorting; Técnicas de clustering; MDS; e-Learning; Usabilidad; Diseño Centrado en el Usuario.

The organization of information into a web site is more useful if it is adapted to the way the user thinks and behaves. This is specially important in e-learning sites, where usability is directly linked with the way the user learns. The best way to manage an intuitive and easy-to-use website it is to organize the site as the student would do it; that is, following the way the user thinks and manages information. To do so, it is essential the application of "Card Sorting" technique, that emerges from the observation of how the users make groups and associate a predetermined number of categories.

In this paper we present the results of the application of "Card Sorting" to an e-learning project of University of Granada (CEVUG). We studied how sixty people organized twelve categories included in the WebCT platform. We have made a quantitative analysis of the results through different statistical techniques: Clustering and MDS.

Keywords: Card Sorting; Multi-Dimensional Scaling; Clustering Analysis; E-learning; Information Architecture; Usability

1. Introducción

La Arquitectura de la Información es un campo de estudio que surge a partir de la necesidad de dar solución a problemas derivados de la organización y estructuración de grandes volúmenes de información.

El surgimiento de la Web y la popularización del hipertexto, la complejidad de los nuevos sistemas de información, así como la gran diversidad de usuarios y contextos de uso, han originado la necesidad de hacer frente a nuevos retos de diseño a los que ninguna disciplina actual puede dar solución por sí sola (**Rosenfeld; 2002**). Es por ello por lo que ha sido en la era Web cuando la Arquitectura de la Información ha experimentado su mayor auge.

La arquitectura de información de un sitio web - entendida como el resultado de la actividad de clasificar, describir, estructurar y etiquetar los contenidos del sitio – si bien no es percibida directamente por el usuario, como indica Shelley (**Shelley et al.; 1999**), tiene un claro impacto en la usabilidad del sitio web, es decir, en la eficacia, eficiencia y satisfacción de uso. Usabilidad y Arquitectura de la Información no son lo mismo (**Lash; 2002**), aunque para los fines de este trabajo serán englobadas en una visión “amplia” de la Arquitectura de la Información.

Esta “amplia” Arquitectura de la Información, por su carácter multidisciplinar, se nutre de técnicas, metodologías y teorías de una gran variedad de áreas de conocimiento (diseño gráfico, psicología cognitiva, ciencias de la documentación...), así como de prácticas profesionales y estudios de casos reales.

Entre las aportaciones metodológicas que ha recibido la Arquitectura de la Información por parte de disciplinas como la Interacción Persona-Ordenador o HCI (Human-Computer Interaction), cabe destacar el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) (**Norman, Draper; 1986**). Se trata de un marco metodológico en el que se asume que las características, necesidades y objetivos del usuario deben ser las que conduzcan todo el proceso de diseño. El DCU se basa en un continuo e iterativo proceso de “Diseño-Prototipado-Evaluación”, lo que permite, desde tempranas etapas del desarrollo, evaluar lo diseñado y por tanto validar la arquitectura del producto.

El DCU, además de proporcionar métodos para la evaluación y el prototipado de lo diseñado, también ofrece un conjunto de técnicas para la toma de decisiones por parte del arquitecto de información sobre qué diseño y organización de la información resultaría más acorde con las necesidades y características del usuario. Entre estas técnicas se encuentra la de "Card Sorting". Ésta se basa en la observación de cómo los usuarios agrupan y asocian entre sí un número predeterminado de tarjetas etiquetadas con las diferentes categorías temáticas del sitio web. De esta forma, partiendo del comportamiento de los propios usuarios, es posible organizar y clasificar la información de un espacio web conforme a su modelo mental. Esta técnica, además de en DCU, ha sido utilizada con éxito durante años con otros fines, tales como en psicología clínica (**Obonsawin et al.; 1999**), o en la adquisición de conocimiento en Sistemas Expertos (**Wagner, Najdawi, Chung; 2001**).

En este trabajo presentamos la aplicación de "Card Sorting" de tipo “abierto” en el marco de un proyecto de *e-learnig* del Centro de Enseñanzas Virtuales de la Universidad de Granada (CEVUG), realizando un análisis cuantitativo de los resultados a través de diferentes técnicas estadísticas: Clustering o técnicas de cluster (**Martín; 1999**), y MDS (Escalamiento Multidimensional). La estructura seguida en el artículo es la siguiente: (2) Contextualización del estudio en el marco de los entornos virtuales de aprendizaje; (3) Explicación de los tipos de “card sorting” y análisis; (4) Metodología seguida en el estudio; (5) Interpretación de los resultados obtenidos; (6) Discusión acerca de las ventajas de aplicar la metodología propuesta en este trabajo; y (7) Conclusiones y trabajos futuros.

2. Formación Virtual

Uno de los obstáculos que subyacen a los nuevos modelos de aprendizaje a través de entornos virtuales tiene que ver con la distancia que se establece entre el usuario y el medio web a través del cual interactúa y aprende. Este entorno de aprendizaje debe ser intuitivo y fácil de usar. El estudiante en entornos ricos en información, como lo es la Web, debe encontrar de forma rápida y lógica las herramientas y recursos que se le ofrecen, más útiles y eficaces cuanto más se asemejen al modo en que habitualmente razona y actúa este usuario.

Al mismo tiempo, el entorno virtual posibilita que todos los participantes en un curso en línea - autores, profesores, tutores y estudiantes - puedan disfrutar de las características propias del nuevo marco tecnológico, tales como el aumento de las posibilidades de comunicación entre los participantes - independientemente del momento y lugar desde el que accedan al curso; la fluidez del intercambio de información y la diversificación de fuentes y formatos de los contenidos.

Teniendo en cuenta los actores y elementos que intervienen en la enseñanza virtual, podemos establecer entre ellos el siguiente tipo de relaciones:

1. Alumno - contenidos teóricos: como en la enseñanza tradicional, se trata de que el alumno lea, reflexione y asimile la información e ideas proporcionadas a través del medio electrónico.
2. Alumno - tutor: esta relación es imprescindible en la enseñanza virtual, mientras que en la tradicional se le tiende a restar importancia. Nos referimos a la relación entre el tutor y los alumnos sobre la información e ideas presentadas.
3. Alumno - alumno: la interacción de los alumnos entre sí es primordial en la metodología de aprendizaje participativo que se intenta fomentar a través de los nuevos entornos de enseñanza virtual. Las herramientas de comunicación posibles a través de Internet son una nota distintiva de la mera enseñanza a distancia asistida.
4. Alumnos - actividades: relación que establece el alumno con los contenidos teóricos, el tutor y el resto de alumnos a través de las diversas tareas programada en un curso virtual.

Como podemos observar, todas estas relaciones implican un medio y unos contenidos adaptados y específicos, es decir, que favorezcan el correcto flujo de interacciones.

En lo que al contenido se refiere, los especialistas hablan de “diseño instructivo” para referirse al conjunto de factores que contribuyen a que los contenidos mantengan cierta coherencia didáctica y organizativa (**Moreno, Bailly-Baillièrre; 2000**), es decir, a la transformación de lo que podría ser un simple texto electrónico en un recurso hipertextual adecuadamente organizado y temporalizado, donde exista un equilibrio entre los recursos de aprendizaje, ayudas al estudio, actividades y sistemas de autoevaluación.

En cuanto al medio, la propia experiencia de la tele-enseñanza ha evidenciado que éste, su arquitectura e interfaz, garantiza, o por el contrario impide, la asunción de los contenidos por parte del alumno. Así, de la inicial preocupación por diseñar contenidos que se adaptasen al medio digital, hemos pasado a interesarnos por cómo el medio se adapta a las necesidades del alumno.

Por lo tanto, podemos concluir que mejorando la interacción entre alumno y medio no sólo se favorecerá la asimilación de contenidos por parte del alumno, sino también la comunicación o interacción entre actores, garantizando una experiencia de aprendizaje satisfactoria.

3. Card Sorting: tipología y análisis

La técnica de “Card Sorting” nos permite, desde las primeras etapas del proceso de diseño, anticipar cuál será la organización de categorías o menús de navegación que mejor se adapte al modelo mental de los usuarios. Es una técnica de *elicitación* u obtención de información de los sujetos participantes en el estudio.

Atendiendo a la clasificación de **Rosenfeld y Morville (2002)**, podemos diferenciar entre dos tipos de “Card Sorting”: abierto y cerrado. En el “Card Sorting” abierto el usuario puede agrupar las categorías libremente en el número de conjuntos que crea necesario; mientras que en el cerrado, los grupos o conjuntos están predefinidos y etiquetados y el usuario únicamente deberá colocar cada categoría en el grupo que crea corresponda. Este segundo tipo de “Card Sorting” está recomendado para verificar si un diseño de información es familiar y comprensible para el usuario, mientras que el “abierto” tiene el objetivo de descubrir qué tipo de clasificación de categorías sería más correcto utilizar.

La cantidad y calidad de la información que podamos extraer del empleo de esta técnica dependerán del tipo de análisis que realicemos. Entre los tipos de análisis, podemos distinguir entre cualitativos y cuantitativos. En el análisis cualitativo, el responsable de realizar la prueba prestará especial atención a todos los aspectos relativos a cómo cada usuario en concreto organiza las tarjetas, qué problemas tiene para realizar la tarea, qué categorías agrupa inmediata e intuitivamente y sobre cuáles duda más, qué

preguntas hace durante la prueba, etc. El análisis cuantitativo, en cambio, se basa en la aplicación de técnicas estadístico-automáticas sobre los grupos resultantes de la agrupación realizada por los usuarios.

Aunque el análisis cualitativo puede ofrecer información adicional al cuantitativo, el número de participantes en la prueba debe ser necesariamente bastante reducido, con el fin de poder realizar un seguimiento de cada uno de los participantes y su modo de actuar. Esto implica una pérdida en la representatividad de los resultados y por lo tanto en su validez.

En el análisis cuantitativo, ya que el número de participantes será bastante más elevado, se hace imprescindible el uso de técnicas estadísticas que faciliten la comprensión e interpretación de los resultados, normalmente a través de representaciones gráficas que permitan visualizar las relaciones de agrupación y distancia entre categorías.

4. Metodología

4.1. Proceso o procedimiento

Para realizar el estudio se ha contado con 60 participantes, número significativamente superior al de otros estudios (**Upchurch, Rugg, Kitchenham; 2001**)(**Nielsen, Sano; 1994**)(**Cooper; 2002**), lo que favorece la validez del presente trabajo.

A cada uno de los participantes se le proporcionó un conjunto de 12 tarjetas etiquetadas con las siguientes categorías: Guía de estudio; Descarga de materiales; Foro; Web Personal; Temario; Glosario; Correo; Autoevaluación; Búsquedas; Mi progreso; Chat; Actividades.

Las categorías responden a las que ofrece la plataforma de tele-formación WebCT [1]. Ésta es la plataforma virtual que ha escogido la Universidad de Granada al considerar que incorporaba todas las funcionalidades necesarias para poder desarrollar la labor docente y administrativa de los cursos virtuales, tales como la generación de materiales multimedia para cursos virtuales; la provisión de materiales de apoyo a través de índices o glosarios; la comunicación vía correo electrónico, foros de discusión, chat y pizarra electrónica y, finalmente, sistemas de evaluación y autoevaluación.

Los participantes agruparon las diferentes tarjetas en tantos grupos como creyeron necesarios. Al comienzo de la prueba se explicó a los participantes que el criterio de agrupación debía ser “por similaridad”.

Se fijó un tiempo máximo para realizar la prueba de 10 minutos, sin contabilizar el destinado por los responsables de la prueba a su explicación, en la que se hizo especial hincapié sobre cuáles eran los objetivos de la misma y que éstos nunca eran la evaluación de los propios participantes. Los participantes y sus perfiles (experiencia en Internet, nivel académico, edad,...) fueron seleccionados de acuerdo a características que se corresponden con el tipo de usuario potencial del sistema.

La prueba fue realizada por los usuarios de forma manual. Aunque existen aplicaciones software - tanto aplicaciones independientes [2] como basadas en Web (**Wood, Wood, Anderson; 2002**) - para realizar “Card Sorting” de forma virtual, y estos sistemas nos hubieran facilitado la posterior cuantificación, procesamiento y análisis automático de los resultados, creemos que suponen en sí una barrera para los usuarios, quienes no manejan las tarjetas con la misma facilidad y comodidad que de forma manual debido a la propia problemática inherente a la interacción persona-ordenador.

4.2. Resultados

Los usuarios agruparon las 12 categorías en un número de entre 2 y 5 grupos diferentes, siendo la media de grupos creados por participante de 3,3, y tanto la moda como la mediana 3. En la figura 1 podemos observar la frecuencia del número de grupos de categorías realizadas por los usuarios.

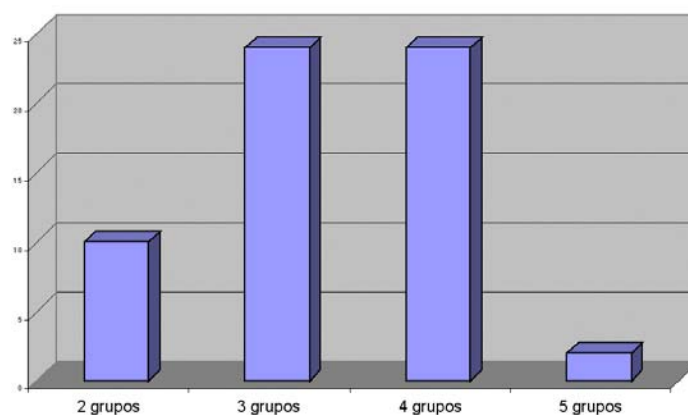


Figura 1

El porcentaje medio de veces que un usuario, en el tiempo proporcionado para la tarea, no ha sabido dónde colocar una categoría, es del 2'6%, cifra claramente despreciable. Si este porcentaje hubiera sido significativamente superior se debería cuestionar la idoneidad del rotulado de las categorías, ya que probablemente se estaría usando un lenguaje poco familiar para los usuarios.

Estos resultados han sido representados electrónicamente, especificando por cada usuario el número de grupos realizados y la correspondencia de cada categoría a cada uno de estos grupos.

4.3. Análisis cuantitativo: Clustering y MDS

Mediante un script en PHP contabilizamos, sobre la representación electrónica de los datos, las co-ocurrencias entre categorías, esto es, el número de veces que cada par de categorías han sido colocadas en un mismo grupo por los usuarios, obteniendo como resultado la tabla 1.

	Guía de estudio	Descarga de materiales	Foro	Web personal	Temario	Glosario	Correo	Auto-evaluación	Búsquedas	Mi progreso	Chat	Actividades
Guía de estudio	58	30	1	1	47	49	1	24	17	22	1	21
Descarga de materiales	30	57	6	9	40	36	6	16	19	13	6	13
Foro	1	6	59	33	0	1	40	1	21	1	54	9
Web personal	1	9	33	56	0	0	42	5	22	6	32	3
Temario	47	40	0	0	60	55	0	21	17	15	0	18
Glosario	49	36	1	0	55	60	1	20	17	17	0	20
Correo	1	6	40	42	0	1	57	0	19	1	43	5
Autoevaluación	24	16	1	5	21	20	0	60	8	51	0	30
Búsquedas	17	19	21	22	17	17	19	8	60	7	20	17
Mi progreso	22	13	1	6	15	17	1	51	7	57	0	33
Chat	1	6	54	32	0	0	43	0	20	0	58	7
Actividades	21	13	9	3	18	20	5	30	17	33	7	59

Tabla 1

Para realizar el tratamiento estadístico de los datos se ha optado por utilizar el paquete estadístico SPSS [3]. Cabe aclarar que se podría haber hecho uso de cualquier otro paquete de última generación, ya que la mayoría ofrece en la actualidad las herramientas y algoritmos necesarios para la aplicación de las técnicas de análisis presentadas en este trabajo. Los datos son introducidos tal como aparecen en la tabla 1, ya que SPSS posibilita el cálculo, necesariamente previo a la aplicación de los algoritmos, de las (di)similitudes entre casos o variables, en este trabajo representados por las categorías.

El primer análisis que realizamos sobre los datos es el denominado análisis de clustering o conglomerados, eligiendo la técnica de Ward entre todas las posibles. El método de Ward, o método de la suma de cuadrados, se caracteriza, y por tanto diferencia del resto, por minimizar el tamaño de las ramas (categorías), maximizando el árbol (estructura o grupos de categorías) de la jerarquía de conglomerados resultante (Herrero Solana, Moya Anegón; 2001). Es por este comportamiento por el que fue elegido, ya que las relaciones entre categorías serán observadas a través de otra técnica de análisis (MDS), mientras que con el clustering lo que pretendemos es observar las relaciones entre grupos de categorías.

Tras la aplicación del algoritmo de clustering, obtenemos la representación gráfica en forma de dendrograma de la figura 2.

En este tipo de representación gráfica se pueden apreciar claramente las relaciones de agrupación entre categorías, e incluso entre grupos de categorías, pero no así las relaciones de cercanía o similitud entre categorías, principalmente entre aquellas que pertenecen a grupos diferentes.

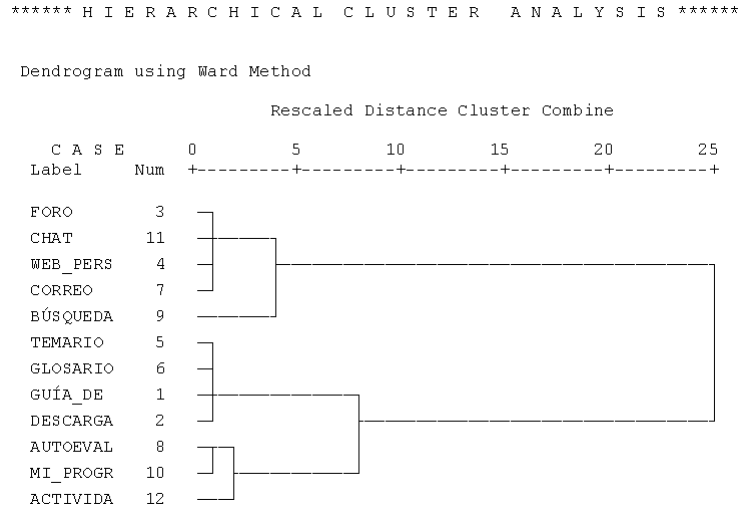


Figura 2

Es por ello por lo que además aplicamos sobre los datos el algoritmo de MDS, técnica de análisis multivariante cuyo objetivo es doble:

- Extraer la estructura subyacente de los datos a analizar (objetivo compartido por las técnicas de clustering).
- Obtener una representación geométrica de los mismos en un espacio de dimensionalidad reducida (2D ó 3D), de forma que el resultado sea interpretable por simple inspección visual.

Tras aplicar el algoritmo obtenemos la representación gráfica bidimensional de la figura 3, en la que podemos observar las mencionadas relaciones de cercanía o similitud entre categorías, de difícil apreciación a través de la figura 2.

Como indica (**Guerrero y Ramírez; 2002**), la técnica de MDS puede ser utilizada como alternativa a otras técnicas multivariantes o, como es nuestro caso, como complemento a las mismas, ya que tanto la técnica de clustering como MDS ofrecen sus propias ventajas para la interpretación visual de los resultados.

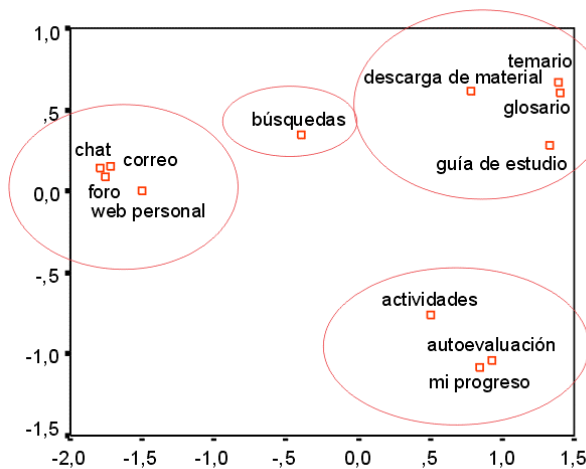


Figura 3

5. Interpretación de los resultados

Como se puede observar en las representaciones gráficas, finalmente hemos obtenido 3 grupos claramente diferenciados: i) Glosario, Temario, Descarga de materiales y Guía de estudio; ii) Chat, Correo, Web Personal y Foro; y iii) Actividades, Mi progreso y Autoevaluación. La categoría “Búsquedas”, aunque más cercana a los dos primeros grupos (principalmente al primero) que al tercero, constituye por sí sola un grupo diferente ya que no se ve incluida en ninguno de los grupos anteriormente mencionados.

Así, cada uno de los grupos podemos etiquetarlos manualmente de acuerdo a sus categorías contenidas, con los siguientes rótulos: Materiales de estudio, Comunicación, Personal y Búsquedas.

Aunque el objetivo del estudio de la ordenación de categorías por los participantes es reducir las dificultades de navegación y localización de las herramientas, no deja de ser curioso el hecho de que hayan agrupado la etiqueta “Actividades” junto a las de “Autoevaluación” y “Mi Progreso”. Sin duda, el usuario educado en entornos de enseñanza tradicional continúa considerando las actividades como un instrumento evaluador y no como un recurso activo para ofrecer y asumir contenidos, idea ésta que sustenta la enseñanza virtual.

El hecho, además, de que la “Descarga de materiales” permanezca junto a las categorías de “Glosario” y “Temario”, todas ellas agrupadas bajo la rúbrica “Materiales de Estudio”, nos hace reflexionar acerca de la posibilidad de que el usuario considere que lo prioritario es ver los contenidos y descargarlos –para posteriormente imprimirlos. Así, el aula virtual continuaría empleándose como medio a través del cual obtener el material necesario y no como un espacio de interacción educativa. Por otra parte, es lógico, teniendo en cuenta que aún son elevados los costes de conexión y la calidad de la misma también deja mucho que desear para la mayoría de los hogares españoles.

Especial atención merece también que la categoría “Búsquedas” no haya quedado claramente incluida en ninguno de los grupos, conformando por sí sola un grupo a medio camino entre “Materiales de estudio” y “Comunicación”. Esto es debido a que esta categoría representa para el usuario una aplicación o herramienta, al igual que todas las categorías del grupo “Comunicación”, pero con una función claramente relacionada con los “Materiales de estudio”: la recuperación de información.

6. Discusión

El modo en que los usuarios han organizado las etiquetas nos debe servir para reflexionar acerca de la necesidad de comprobar o testar con los propios destinatarios cualquier diseño de un espacio virtual de enseñanza, más allá de las ideas preconcebidas acerca de cuál sería la óptima organización de los recursos en el aula virtual. Pero incluso más relevante que la experiencia descrita en este trabajo, es la metodología propuesta para el análisis de los resultados del “card sorting”, destinada a simplificar y facilitar la comprensión de éstos por el diseñador. Las técnicas de cluster y MDS, como se demuestra tanto en este trabajo como en estudios similares (Cooper; 2002), resultan de gran utilidad para la interpretación de resultados y se complementan perfectamente entre sí para esta tarea.

Por tanto, discrepamos de Rosenfeld y Morville (2002) cuando al hablar de las representaciones gráficas generadas mediante técnicas estadístico-automáticas a partir de resultados de “card sorting” opinan que son “con frecuencia bastante complejas y difíciles de comprender”, ya que esta opinión se encuentra motivada por la errónea elección del tipo de análisis estadístico a realizar y su consiguiente representación gráfica. En concreto, en su trabajo parecen realizar un análisis de redes sociales sobre los participantes, el cuál nos ofrece información sobre patrones de actuación y relación entre participantes, pero no sobre las relaciones de agrupación y similitud entre categorías, que es precisamente la información que se pretende extraer mediante “card sorting”.

7. Conclusiones y Trabajos futuros

El empleo de la técnica de “card sorting” se ha demostrado como uno de los estudios de usuarios más útiles en el diseño de entornos ricos en información. Su doble función, validar y asistir en la creación de clases o grupos de categorías, proporciona también una doble herramienta para el diseño centrado en el usuario: herramienta para la toma de decisiones en etapas de diseño conceptual - presentada en este trabajo - y una herramienta para la validación de clasificaciones en etapas de evaluación de la usabilidad.

Hay que señalar que la experiencia descrita en este trabajo no tendría sentido si no se encontrara contextualizada en el marco del Diseño Centrado en el Usuario, ya que el diseño de productos web usables depende de muchas otras prácticas y técnicas: aplicación de principios de usabilidad en el diseño; evaluación de la usabilidad, principalmente mediante métodos de inspección y de test; estudio de las necesidades y requerimientos de usuarios a través de encuestas, entrevistas y estudios etnográficos; técnicas de prototipado del producto y, finalmente, técnicas de monitorización y seguimiento del usuario y su navegación.

En futuros trabajos se propondrán otras metodologías y técnicas, complementarias a las descritas en el presente trabajo, para asistir y ayudar a arquitectos de la información en el diseño de entornos complejos centrados en el usuario.

8. Notas

[1] <http://www.webct.com>

[2] http://www-3.ibm.com/ibm/easy/eou_ext.nsf/Publish/1876

[3] <http://www.spss.com>

9. Bibliografía

Cooper, Linda Z. (2002). *Methodology for a Project Examine Cognitive Categories for Library Information in Young Children*. JASIST (Journal of American Society for Information Science and Technology), 53(14), pp. 1223-1231, 2002.

Guerreo Casas, F. M.; Ramírez Hurtado; J.M. (2002). *El Análisis de Escalamiento Multidimensional: Una alternativa y un complemento a otras técnicas multivariantes*. Madrid: X Jornadas ASEPUMA (Asociación Española de Profesores Universitarios de Matemáticas para la Economía y la Empresa), 2002.

Disponible en:

<http://www.uv.es/asepuma/jornadas/madrid/K11C.pdf>

Herrero Solana, Víctor; Moya Anegón, Félix.(2001). *Bibliographic displays of web-based OPACs: multivariate analysis applied to Latin-American catalogues*. Libri: International Journal of Libraries and Information Services (Copenhage). 51:67-78, 2001

Lash, Jeff (2002). *Information Architecture is not Usability*. Digital Web Magazine. Noviembre de 2002.

Disponible en:

http://www.digital-web.com/columns/ianythinggoes/ianythinggoes_2002-11.shtml

Martin, S. (1999). *Cluster Analysis for Web Site Organization*. Internetworking, Diciembre de 1999.

http://www.internettg.org/newsletter/dec99/cluster_analysis.html

Moreno, F; Bailly-Baillièrè. (2002). *Diseño instructivo de la formación on-line*. Barcelona : Ariel Educación, 2002.

Nielsen, J.; Sano, D.; (1994). *Design of Sun Web (1994): Sun Microsystems' Intranet*. Disponible en:

<http://www.useit.com/papers/sunweb/>

Norman, D. A.; Draper, S. W. (Eds.) (1986). *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Obonsawin, M.C. et al. (1999). *Performance of the Modified Card Sorting Test by normal, healthy individuals: Relationship to general intellectual ability and demographic variables*. British Journal of Clinical Psychology. (38), pp. 27-41. 1999.

Rosenfeld, Louis. (2002). *Information Architecture: Looking Ahead*. JASIST (Journal of American Society for Information Science and Technology), vol. 53, nº 10, Agosto 2002, pp. 874-876.

Rosenfeld, L.; Morville, P. (2002). *Information Architecture for the World Wide Web*. 2nd edition. ISBN 0-596-00035-9. 2002.

Shelley et al. (1999). *The impact of information architecture on academic web site usability*. The Electronic Library, Vol. 17. n°5. Octubre de 1999.

Upchurch, L.; Rugg, G.; Kitchenham, B. (2001). *Using Card Sorts to Elicit Web Page Quality Attributes*. IEEE Software, Julio/Agosto 2001, pp. 84-89.

Wagner, P. W.; Najdawi, M. K.; Chung, Q. B. (2002). *Selection of knowledge acquisition techniques based upon the problem domain characteristics of productions and operations management expert systems*. Expert Systems, May 2001, Vol. 18, n°2.

Wood, L. E.; Wood, J. R.; Anderson, J. (2002). *Web-based Card Sorting for Information Architecture*. UPA 2002 Meeting, 18 de Septiembre de 2002.

http://www.acm.org/chapters/nuchi/2002/09mtg_websort/WebSort.html