

Mendoza, 4 al 8 de Septiembre de 2006

CENTRO DE CONGRESOS Y EXPOSICIONES GOBERNADOR EMILIO CIVIT

www.ryt.itu.uncu.edu.ar/jaiio2006



35° JAIIO

ASAI 2006

Simposio Argentino de Inteligencia Artificial

ASSE 2006

Simposio Argentino de Ingeniería de Software

AST 2006

Simposio Argentino de Tecnología

SIS 2006

Simposio Argentino de Informática y Salud

SID 2006

Simposio Argentino de Informática y Derecho

SSI 2006

Simposio sobre la Sociedad de la Información

EST 2006

Concurso de trabajos estudiantiles

JSL 2006

Jornadas de Software Libre

JII 2006

Jornadas de Informática Industrial

Informes e inscripción:

SADIO

Uruguay 252, 2° D°

(C.1015ABH) Buenos Aires, Argentina

Tel.: (011) 4371-5755 / 4372-2956

Email: jaiio@sadio.org.ar

Organizan:

Coordinación General:

Dr. Carlos García Garriga

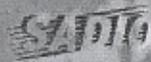
Ing. Francisco Bravo

Coordinación Ejecutiva:

Ing. Alejandra Villa

Coordinación Ejecutiva Local:

Ing. Gonzalo Muñoz



Sociedad Argentina
de Informática y
Operación



Instituto de Estadística Industrial,
Informática y de Servicios



Universidad
Nacional de Cuyo



Instituto Tecnológico
Universitario



Facultad Regional Mendoza
UTN

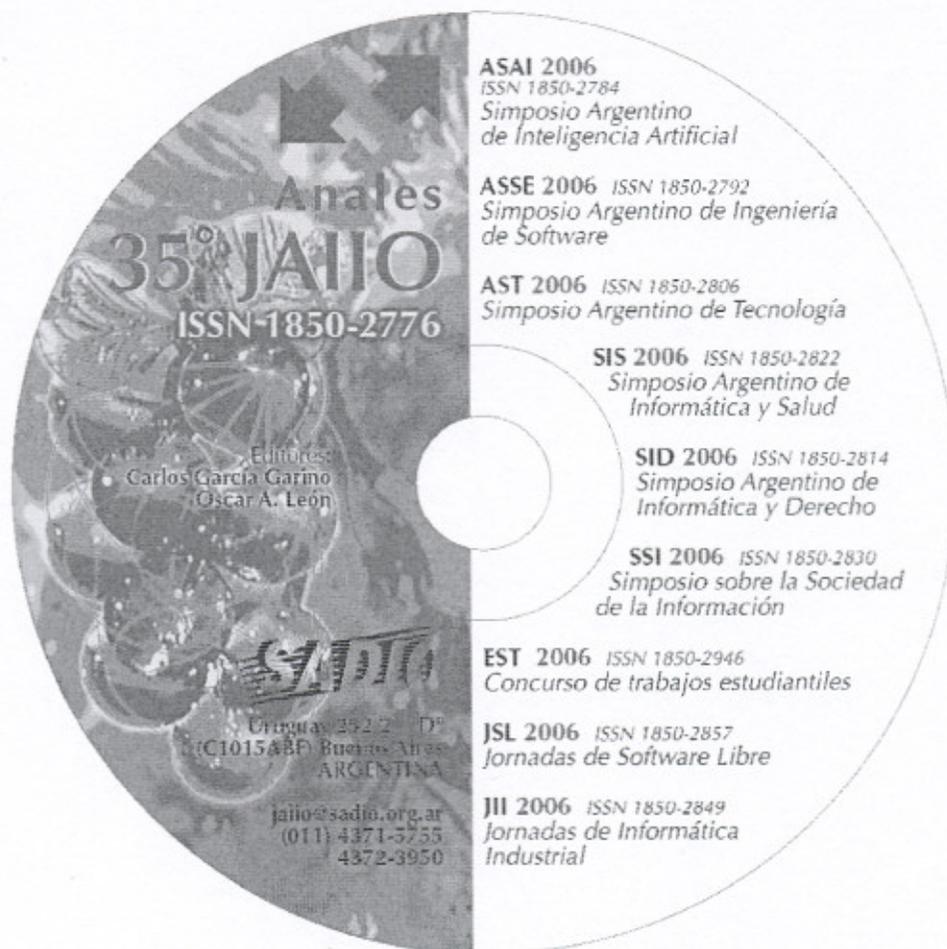
Este CD reúne los 135 trabajos aprobados para su presentación por los respectivos comités evaluadores de los Simposios y Jornadas, desarrollados durante las 35° JAIIO (Jornadas de Argentinas Informática e Investigación Operativa), realizadas del 4 al 7 de septiembre de 2006, en Mendoza - República Argentina.



SADIC **idits**



U M





Anales

35 AÑO

ISSN 1850-2776

ASAI 2006
ISSN 1850-2784
Simposio Argentino
de Inteligencia Artificial

ASSE 2006 ISSN 1850-2792
Simposio Argentino de Ingeniería
de Software

AST 2006 ISSN 1850-2806
Simposio Argentino de Tecnología

SIS 2006 ISSN 1850-2822
Simposio Argentino de
Informática y Salud

SID 2006 ISSN 1850-2814
Simposio Argentino de
Informática y Derecho

SSI 2006 ISSN 1850-2830
Simposio sobre la Sociedad
de la Información

EST 2006 ISSN 1850-2946
Concurso de trabajos estudiantiles

JSL 2006 ISSN 1850-2857
Jornadas de Software Libre

JII 2006 ISSN 1850-2849
Jornadas de Informática
Industrial

Construyendo Sistemas de Información Web Más Fáciles de Navegar: Un Estudio Experimental

Valeria de Castro¹, Marcela Genero², Esperanza Marcos¹, Mario Piattini²

¹Grupo Kybele
Universidad Rey Juan Carlos
28933 Madrid, España
{[@urjc.es](mailto:valeria.decastro.esperanza.marcos)}

Grupo Alarcos
Escuela Superior de Informática,
Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información
Universidad de Castilla La Mancha
13071 Ciudad Real, España
{[@uclm.es](mailto:Marcela.Genero.Mario.Piattini)}

Resumen. En los últimos años los Sistemas de Información Web (SIWs) han evolucionado tanto como las tecnologías Web, poniendo a disposición de los usuarios sistemas más complejos, con más funcionalidades y ya no tan intuitivos cómo lo eran en los principios de la Web. Esto ha motivado, la necesidad de nuevas metodologías de desarrollo o guías de diseño para la creación de sistemas más amigables, intuitivos y orientado a las necesidades de los usuarios. En trabajos previos hemos definido un método para el modelado navegacional de un SIW desde una perspectiva orientada a servicios de usuarios, el cual presenta como principal aportación, la posibilidad de obtener un modelo de navegación extendido que al ser implementado mejora la navegabilidad de los SIW construidos. En este trabajo, presentamos un estudio experimental que nos permitió concluir, entre otras cosas, que a través de nuestro método es posible construir SIWs más fáciles de navegar y más eficaces.

Palabras claves. Sistemas de Información Web, Modelado de Hipertexto, Navegabilidad, Experimentos

1 Introducción

La evolución de los SIWs, motivado por la rápida evolución de las tecnologías para la Web, se ha notado principalmente en un incremento en la complejidad de este tipo de sistemas. Hoy en día, los SIW ofrecen a los usuarios la posibilidad de acceder a diversos servicios, a veces tan simples como buscar una determinada información, y otras, más complejos como comprar un billete de avión, procesar un orden de pedido, etc. Estos procesos, a menudo involucran varias actividades o pasos que el usuario debe seguir para completar su objetivo.

Este cambio en los SIWs, los cuales ya no sólo involucran información a ser mostrada e hiperenlaces, ha motivado la necesidad de nuevas metodologías de desarrollo que permitan construir SIW más intuitivos, amigables y más orientados a las necesidades de los usuarios; especialmente, teniendo en cuenta que los usuarios de la Web, a diferencia de los usuarios de sistemas tradicionales, no disponen de un tiempo que les permita aprender y adaptarse a la utilización de cada nuevo SIW al que acceden.

En los últimos años, varios autores del área de la usabilidad han destacado la importancia de la *orientación a las necesidades de los usuarios* en el desarrollo de aplicaciones Web. Nielsen, afirma que los usuarios nunca accederán a la página correcta dentro de un sitio, a no ser que dicho sitio esté estructurado acorde a sus necesidades y contenga un esquema de navegación que le permita encontrar lo que ellos quieren [14]. Así mismo, Constatine y Lockwood, sostienen que muchos sistemas son diseñados y construidos teniendo poca consideración en cómo serán utilizados y cómo pueden soportar de la mejor manera posible, el trabajo que los usuarios realizarán a través de dichos sistemas [7].

En trabajos previos, hemos definido un método que propone el modelado navegacional de SIWs desde una perspectiva *orientada a servicios de usuarios* [4], [10] y que desde nuestro punto de vista permite obtener SIWs más fáciles de navegar. Este método, llamado *Método de Modelado del Hipertexto de MIDAS* (HM³), se centra en los servicios que el usuario requiere del sistema, es decir aquellos servicios que el sistema ofrece al usuario, pero que además satisfacen una necesidad específica de los usuarios, a los cuales llamamos *servicios de usuario conceptuales*. Además el método permite identificar las *rutras* para la realización de cada uno de estos servicios de usuario conceptuales, las cuales una vez identificadas en el modelo de navegación, servirán como guía para el usuario, evitando que éste se pierda mientras navega en el SIW.

Zelkowitz et al. afirman que una nueva propuesta en ingeniería de software carece de credibilidad si no hay evidencia empírica de su utilidad [20]. Por esta razón, en este trabajo, presentamos un experimento controlado, realizado con el objetivo corroborar que efectivamente *HM³ permite obtener SIW más fáciles de navegar*. Para la validación empírica, hemos utilizado dos SIWs para la organización de las conferencias: ConfMaster [6] y WebConference [18] y nos hemos centrado en la medición de tres aspectos concretos: *facilidad de navegación percibida, eficacia y eficiencia* de los SIW. Ambos SIWs permiten que los autores envíen un trabajo a una conferencia, así como otras funcionalidades relacionadas. ConfMaster es un SIW ampliamente conocido en este campo y que ha sido utilizado en varias conferencias internacionales. WebConference es un SIW similar, que fue desarrollado siguiendo HM³. Así, la idea fue comparar dos SIWs, con la misma funcionalidad e interfaz similar, pero construidos a partir de distintos modelos de la navegación.

El resto de este trabajo se estructura de la siguiente manera: en la Sección 2 presentamos una breve descripción de HM³; en la Sección 3 se describen las funcionalidades y los modelos de navegación de los dos SIWs implicados, los cuales se comparan en el proceso experimental descrito en la Sección 4; el análisis e interpretación de los datos empíricos se presentan en la Sección 5 y finalmente, en la Sección 6 se presentan las principales conclusiones de este trabajo y los trabajos futuros.

2 Modelado del Hipertexto de MIDAS

HM³ se basa en dos conceptos principales: los *servicios de usuarios conceptuales* y las *rutas* [10]. Un **servicio de usuario conceptual** se define como *una funcionalidad, ofrecida por el sistema y con un resultado que satisface una necesidad específica del usuario* (por ejemplo: comprar un libro, alquilar un coche, etc.). Una **ruta** se define como *la secuencia de pasos establecida por el SIW, que el usuario deberá seguir para llevar a cabo el servicio de usuario*.

HM³ es parte de MIDAS, una metodología dirigida por modelos para el desarrollo de SIW [5]. El método define nuevos modelos y reglas de transformación entre ellos [4]. El proceso definido por HM³ (ver Fig. 1) toma como entradas el conjunto de *requisitos de usuario* así como el *modelo de datos conceptual*, y tiene como salida un *modelo de navegación extendido*.

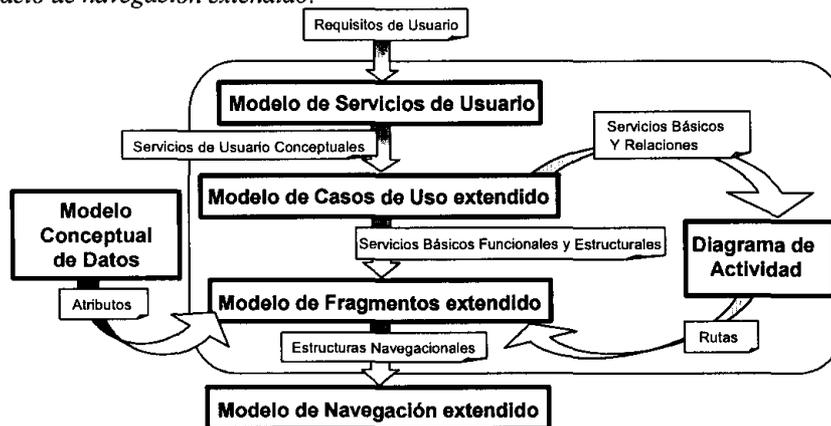


Fig. 1. Proceso del Método del Modelado del Hipertexto en MIDAS

Los nuevos modelos propuestos que aparecen en sombreado en la Fig. 1 fueron definidos como extensiones a UML.

El *modelo de servicios de usuario* es una extensión al modelo de casos de uso tradicional [15]. En este modelo los servicios del usuario conceptuales se representan como casos de uso estereotipados con <<CUS>> (Conceptual User Service).

El *modelo casos de uso extendido* es también una extensión del modelo de casos de uso. En éste modelo se representan las diferentes funcionalidades y tareas en que se descomponen los servicios de usuario conceptuales. Estas funcionalidades son los servicios de usos, los cuales pueden ser compuestos o básicos. Estos últimos son definidos desde el punto de vista de la presentación, como funcionales o estructurales [10]. Además, en HM³ proponemos modelar el proceso de composición entre dichas funcionalidades a través de un diagrama de actividad.

El *modelo de fragmentos extendido* está basado en el modelo de fragmentos propuesto por RMM [12]. En HM³ los fragmentos de este modelo se obtienen del modelo de casos de uso extendido. Así pues, representamos fragmentos estructurales estereotipados con <<SS>> (representando vistas de datos) y fragmentos funcionales este-

reotipados con <<FS>> (representando una interacción con el usuario). Además en este modelo representamos las rutas, las cuales se obtienen a partir del diagrama de actividad realizado para cada servicio de usuario conceptual. Cada ruta es representada por una flecha entre fragmentos estereotipada con <<route>>{X}, donde X es la descripción de la ruta. Por otra parte, es posible representar sub-rutas, las cuales son estereotipadas con <<route>>{X.Y}, donde Y es la descripción de una sub-ruta de X.

El *modelo de navegación extendido* está basado en el modelo de navegación propuesto por UWE [10]. Este modelo se obtiene introduciendo estructuras navegacionales (índice, menú, etc.) en el modelo de fragmentos extendido.

Una descripción detallada de estos modelos y del método se puede encontrar en [4], [10].

3 WebConference vs. ConfMaster: Similitudes y Diferencias

Como ya hemos dicho antes, para la realización del experimento se han utilizado dos SIWs: ConfMaster y WebConference. Ambos SIWs ofrecen la misma funcionalidad a los usuarios:

- Un autor puede enviar un artículo.
- Un autor puede editar sus datos de autor.
- Un autor puede visualizar sus artículos enviados.

Para llevar a cabo estas tareas, un autor debe identificarse, indicando nombre de usuario y contraseña. Además, el sistema ofrece la posibilidad de consultar su contraseña en caso de olvido.

Para describir ambos SIWs, presentaremos sus respectivos modelos de navegación y analizaremos las ventajas y desventajas más destacadas en cada uno de ellos.

3.1 ConfMaster

ConfMaster da soporte a la organización de conferencias, permitiendo la nominación de los miembros del Comité de Programa, la entrega de artículos, la asignación de artículos a revisores, etc. En este trabajo nos centraremos exclusivamente en la parte de ConfMaster en la que están implicados los autores de artículos.

La Fig. 2 muestra el modelo de navegación perteneciente a este SIW (para facilitar la comparación entre los modelos de navegación de ambos SIW, representamos este modelo de navegación utilizando la notación de HM³). Observe que en este SIW, cuando un autor accede, encuentra un menú principal con tres opciones (Fig. 2): 'Olvidó su password', 'Registrarse como autor' e 'Identificarse como autor'.

Nielsen afirma que el primer objetivo de una página de inicio es responder a las preguntas del usuario: ¿dónde estoy? y ¿qué hace este sitio? [14]. El SIW ConfMaster no ayuda a los usuarios a responder a estas preguntas, dado que cuando un autor accede por primera vez a este sistema, su objetivo es enviar un artículo, y no tiene por qué saber que para ello debe primero, registrarse como autor y luego, identificarse como tal en el sistema. Lo mismo sucede cuando accede para editar sus datos de autor

o ver sus artículos enviados. Desde nuestro punto de vista, esta deficiencia en el menú de inicio, es la principal desventaja de éste SIW.

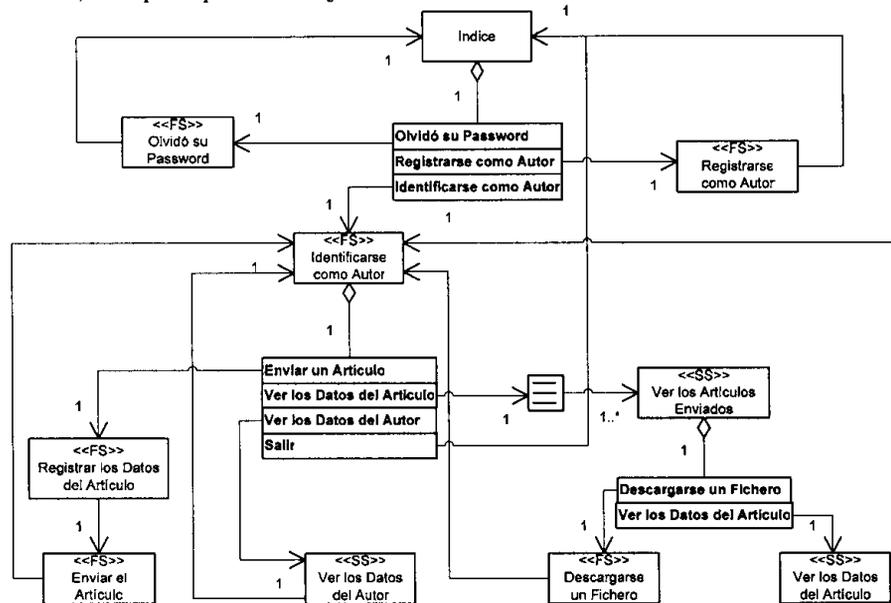


Fig. 2. Modelo de Navegación de ConfMaster

3.2 WebConference

Este SIW fue desarrollado siguiendo HM³. Por motivos de espacio, en este trabajo sólo presentamos el modelo de navegación extendido obtenido y no comentaremos el proceso para la obtención de dicho modelo, el cual puede encontrarse de manera detallada en [4].

En este SIW, identificamos como servicios de usuarios conceptuales: ‘Enviar un artículo’, ‘Editar los datos de autor’ y ‘Ver los artículos enviados’. En HM³ proponemos que el menú principal del SIW, presente una entrada por cada servicio de usuario conceptual, que supondrá el comienzo de cada una de las rutas identificadas.

Con respecto a la navegación Nielsen dice: “la estructura navegacional debería estar determinada por las tareas que los usuarios quieren realizar en el sitio” [14]. En HM³ representamos como rutas en el modelo navegacional, la secuencia de pasos que el usuario debe seguir para ejecutar cada uno de los servicios de usuarios conceptuales (ver Fig. 3). Por ejemplo, si el usuario elige la opción ‘Enviar un artículo’, el sistema le pedirá registrarse como autor, luego introducir los datos asociados al artículo, y luego de visualizar los datos ingresados, enviar el artículo. Esta ruta se muestra en la Fig. 3 como <<route>> {EA}.

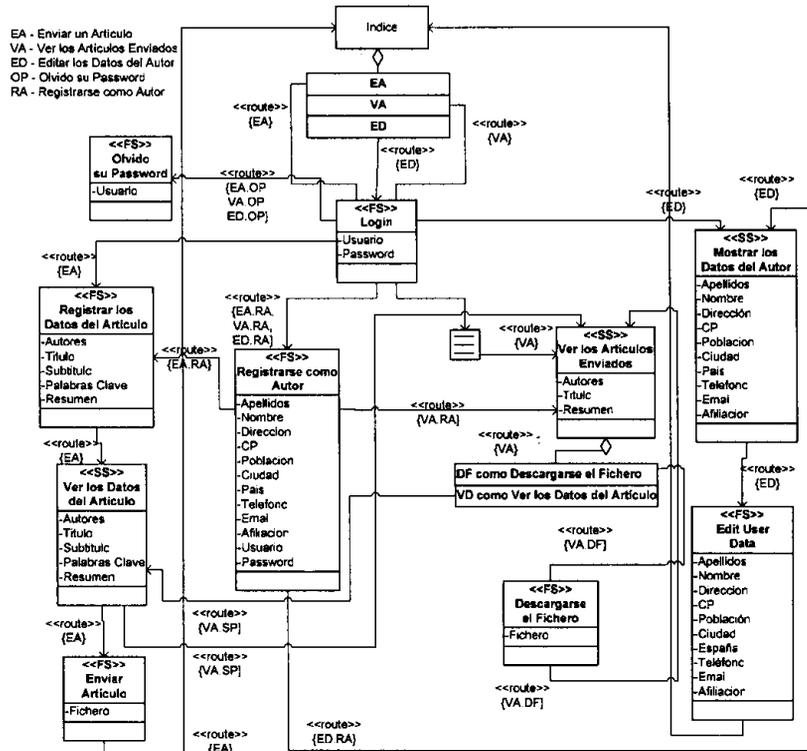


Fig. 3. Modelo de Navegación Extendido de WebConference

El usuario no tiene por qué ser consciente de seguir una determinada ruta, si no que el SIW debe estar diseñado para que el usuario la siga sin perderse, por lo que estas rutas deberán tenerse en cuenta también en la implementación del SIW.

Aunque intuitivamente podríamos concluir que el SIW WebConference ofrece varias características que facilitan a los usuarios navegar a través de él, creemos que un proceso de validación empírica es necesario para corroborar que HM³ permite construir SIW más fáciles de navegar. En la siguiente sección describimos el experimento realizado.

4 Descripción del Experimento

El objetivo principal del experimento, expresado a través de la plantilla GQM [1], es:

Analizar: WebConference y ConfMaster.

Con el propósito de: evaluar.

Con respecto a su: navegabilidad

Desde el punto de vista de: los investigadores.

En el contexto de: estudiantes de 4° año de Ingeniería Informática de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC).

De aquí en adelante, describimos el proceso experimental, usando el formato propuesto por Wohlin et al. [19].

4.1 Sujetos

El experimento fue realizado por 84 estudiantes de cuarto año de Ingeniería Informática de la URJC. Los sujetos se seleccionaron por conveniencia, éstos tenían en promedio cinco años de experiencia en el uso de aplicaciones Web, lo que se consideró un nivel de competencia suficiente como para realizar las tareas experimentales que serían requeridas.

4.2 Variables

Para este experimento, consideramos como única variable independiente los SIW utilizados, con dos niveles: WebConference y ConfMaster. Por otro lado, consideramos la navegabilidad como variable dependiente, medida a través de las siguientes medidas [9]:

- *Facilidad de Navegación Percibida*: definida como el grado en el que una persona cree que el uso de un SIW facilita la navegación.
- *Eficacia*: definida como el grado en el que el uso de un SIW permite que las tareas requeridas sean realizadas correctamente.
- *Eficiencia*: definida como el esfuerzo requerido para utilizar un SIW correctamente.

4.3 Formulación de las Hipótesis

Las hipótesis que deseábamos corroborar, formuladas en base a nuestra experiencia en el modelado de SIW son las siguientes:

- $H_{0,1}$: No hay diferencia en la Facilidad de Navegación Percibida por los sujetos en el uso de WebConference y ConfMaster. $H_{1,1}$: $\neg H_{0,1}$
- $H_{0,2}$: No hay diferencia en la Eficiencia de los sujetos en el uso de WebConference y ConfMaster. $H_{1,2}$: $\neg H_{0,2}$
- $H_{0,3}$: No hay diferencia en la Eficacia de los sujetos en el uso de WebConference y ConfMaster.. $H_{1,3}$: $\neg H_{0,3}$
- $H_{0,4}$: Los sujetos prefieren utilizar ConfMaster en vez de WebConference
- $H_{1,4}$: Los sujetos prefieren utilizar WebConference en vez de ConfMaster

4.4 Material Experimental

Para cada participante, se preparó una carpeta que contenía, para cada SIW, lo siguiente:

- Un cuestionario acerca de la experiencia de los sujetos (cuestionario 1).
- Cuatro tareas para llevar a cabo utilizando en el SIW.
- Un cuestionario de 8 preguntas relacionadas con la Facilidad de Navegación Percibida del SIW (cuestionario 2).
- Por separado, se preparó un cuestionario donde los sujetos tenían que comparar ambos SIWs (cuestionario 3).

Por razones de espacio, no es posible incluir el material experimental en el presente trabajo, pero está disponible en http://kybele.escet.urjc.es/Mat_Exp/Material-Experimental.htm.

4.5 Realización del Experimento

El experimento se realizó con dos grupos de sujetos (G1 con 44 estudiantes y G2 con 40 estudiantes) situados en dos laboratorios distintos. Ambos grupos eran dos grupos de prácticas de la asignatura de Base de Datos. A G1 se le entregó primero el material relacionado con ConfMaster y en segundo lugar con WebConference. En G2 cambiamos el orden para evitar los efectos del aprendizaje.

Los sujetos recibieron una sesión intensiva de entrenamiento antes de la realización del experimento. En esta sesión, se le dio un material similar al que utilizarían en el experimento y se les explicó las tareas que tendrían que realizar. Luego de esto, se recogió todo el material rellenado por los sujetos y se comprobó si los sujetos habían entendido las tareas o no.

Los sujetos trabajaron supervisados por un profesor, sin hablar entre ellos. Debían realizar las siguientes tareas para cada SIW:

- Completar el cuestionario 1, con sus datos personales y su experiencia.
- Realizar, utilizando el correspondiente SIW, las cuatro tareas requeridas, anotando el tiempo de inicio y fin de cada tarea. Además, tuvieron que anotar también, el nombre de los enlaces que navegaron mientras que realizaban cada tarea requerida. De esta manera se obtuvieron los valores de:
 - Eficacia = número de enlaces navegados correctamente / número de enlaces que se debían navegar
 - Eficiencia = número de enlaces navegados correctamente / tiempo
- Contestar las ocho preguntas del cuestionario 2, las cuales debían ser valoradas usando una escala tipo Likert de 5 puntos (1: No, en absoluto - 5: Si, totalmente). Así se obtuvieron los valores de la variable Facilidad de Navegación Percibida.
- Al finalizar las tareas experimentales con ambos SIW, los sujetos completaron el cuestionario 3, donde tenían que expresar su preferencia entre ambos SIWs (ConfMaster, WebConference, Los dos igual)

4.6 Validación de Datos

Al finalizar el experimento con ambos grupos, se recogió el material rellenado por los sujetos, comprobando que estaban completos. En ese momento, se detectó que había algunos pocos datos incompletos los cuales fueron luego rechazados en el análisis estadístico.

4.7 Amenazas a la Validez

En nuestra opinión, las amenazas más grandes afectan a la validez interna de nuestro experimento, que se refiere al grado en el que las conclusiones se pueden obtener sobre el efecto causal de la variable independiente en la variable dependiente [3].

Una amenaza posible para la validez interna es la precisión de respuestas de los sujetos, dado que éstos tenían que anotar manualmente el tiempo que utilizaron para hacer las tareas y el nombre de los enlaces en los que navegaban. Aunque se ha puesto especial énfasis en la importancia de la exactitud de estos datos en el entrenamiento previo al experimento, no es posible estar seguro de ello. Con respecto a la motivación de los sujetos, consideramos que éste no sería un problema, dado que los estudiantes estaban motivados para participar en el experimento por un "premio"; sólo por participar en el experimento, obtendrían 0,5 puntos que sumaría a la nota final en una asignatura, y si realizaban las tareas requeridas correctamente, obtendrían otros 0,5 puntos.

Con respecto a la validez externa, que se refiere a la capacidad de generalización de los resultados obtenidos para la población bajo estudio [3], se consideró que la funcionalidad del SIW seleccionado era probablemente demasiado simple. Por esa razón, creemos que los resultados necesitan ser confirmados a través de réplicas con aplicaciones cuya funcionalidad sea más compleja.

5 Análisis e Interpretación

Para corroborar las hipótesis se combinaron los datos empíricos de ambos grupos G1 y G2. Todo el análisis de datos se realizó utilizando SPSS [17]. Primero, se resumieron los datos recogidos del cuestionario 1, para analizar el perfil de los sujetos participantes: participaron 12 Mujeres y 72 Hombres, con una media de 24 años. Tenían una experiencia media en el uso de SIWs de 5 años.

En el resto de esta sección presentaremos el análisis estadístico realizado para corroborar cada una de las hipótesis formuladas en la sección 4.3.

5.1 Contraste de la Hipótesis de la Facilidad de Navegación Percibida

La primera hipótesis fue formulada para responder a la pregunta: ¿és WebConference realmente más fácil de navegar que ConfMaster?.

Los datos usados para contrastar estas hipótesis son las valoraciones subjetivas dadas por los sujetos en cuestionario 2. Primero chequeamos la fiabilidad de las valoraciones de los sujetos (*inter-rate reliability*), para comprobar cuan consistente eran. Para ello se utilizó el *Cronbach's alpha* [8]. Este coeficiente es utilizado con frecuencia en la literatura de IS para estos propósitos (véase, por ejemplo [16]). El *Cronbach's alpha* obtenido para las respuestas sobre WebConference fue 0,81 y para ConfMaster 0,91. Ambos valores del coeficiente estaban sobre 0,7, el valor sugerido para considerar fiables los resultados.

Para contrastar la hipótesis 1, como estas valoraciones estaban en escala ordinal, se utilizó una prueba no paramétrica para comparar dos muestras con medidas repetidas,

el *Test de Wilcoxon*. Se probó esta hipótesis para cada pregunta y también se consideró la mediana de las ocho respuestas, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 1.

Como todos los niveles de significación son mas bajos de 0,05 se puede rechazar $H_{0,1}$. Esto significa que la Facilidad de Navegación Percibida es diferente en ConfMaster y WebConference. Por otra parte, al analizar el *box-plot*, que compara las medianas de las respuestas obtenidas para cada SIW, encontramos que la Facilidad de Navegación Percibida es mejor para WebConference.



Fig. 4. Comparación entre los porcentajes de sujetos que dieron valoraciones mayores o iguales que 4

El gráfico de la Fig. 4 revela que el 67% de los sujetos han valorado a WebConference con un valor mayor de 4 (como mediana). Este hecho demuestra que la mayoría de los sujetos percibe que WebConference es más fácil de navegar.

5.2 Contraste de la Hipótesis de la Eficiencia

La segunda hipótesis fue formulada para responder a la pregunta: “¿es WebConference más eficiente que ConfMaster?”.

Para contrastar esta hipótesis, se calculó la media de eficiencia entre los valores de eficiencia obtenidos en la realización de las cuatro tareas requeridas para cada SIW. Como la medida de la eficiencia está en una escala de ratio, decidimos llevar a cabo un ANOVA, considerando el SIW utilizado como factor intra-sujetos y el orden en el que los sujetos recibían cada SIW como factor inter-sujetos. Dado que el nivel de significación (mostrado en la última columna de la Tabla 2) no es menor que 0,05, no se puede rechazar $H_{0,2}$. Por lo tanto, no parece haber una diferencia significativa entre la eficiencia de los sujetos al usar WebConference o ConfMaster.

También se realizó un ANOVA para investigar la eficiencia obtenida en cada tarea por separado, y sólo se encontraron diferencias entre las eficiencias de ambos SIW para la tarea 4. Además, se investigó el comportamiento de la media de tiempo que han utilizado para realizar las cuatro tareas. En este caso, el ANOVA indicó que había diferencia al usar cada SIW, y se descubrió que el orden en el que usaban cada SIW influyó en los resultados (ver Tabla 3).

La Tabla 4 revela que en promedio a los sujetos les llevó más tiempo realizar las tareas requeridas usando ConfMaster.

Tabla 1. Sistemas de Información Web, Modelado de Hipertexto, Navegabilidad, Experimentos

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	M
Z	-2,472	-3,116	-2,055	-3,088	-4,084	-3,139	-2,288	-2,586	-4,076
Nivel de significación	0,013	0,002	0,040	0,002	0,000	0,002	0,022	0,010	0,000

Tabla 2. Resultados de ANOVA para la Media de Eficiencia

	Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Nivel de significación
SIW	0,0005	1	0,0005	0,2794	0,6000
SIW * Orden	0,0005	1	0,0005	2,7043	0,1079
Error(SIW)	0,0074	40	0,0001		

Tabla 3. Resultados de ANOVA para la media de tiempo

	Suma de Cuadrados	df	Media de Cuadrados	F	Nivel de significación
SIW	32836,50586	1	32836,50586	14,2986	0,0002
SIW * Orden	167948,8831	1	167948,8831	73,1334	0,00005
Error(SIW)	188310,6719	82	2296,4716		

Tabla 4. Estadística Descriptiva para la Media de Tiempo (segundos)

	Min	Max	Media	Desviación. estandard
WebConference	18,8	305,44	89,5119	57,0183
ConfMaster	25,8888	261,78	108,4840	50,5317

Dado que el orden tiene una influencia el tiempo, comparamos las medias por orden, es decir WebConference(1) - ConfMaster(1) y WebConference(2) - ConfMaster(2), y los resultados indicaron que, independientemente del orden, los sujetos pasaron menos tiempo con WebConference (ver Tabla 5).

Tabla 5. Comparación de la Media del Tiempo Considerando el Orden (segundos)

WebConference(1)	105,9890	WebConference(2)	71,3005
ConfMaster(1)	111,4058	ConfMaster(2)	86,8628

5.3 Contraste de la Hipótesis de la Eficacia

La prueba de la tercera hipótesis se realizó de forma análoga a la prueba de la eficiencia.

Observando el nivel de significación mostrado en la última columna de Tabla 6 ($< 0,05$) se puede rechazar $H_{0,3}$, lo que significa que existe diferencia entre ambos SIWs con respecto a eficacia. Por otra parte, la Tabla 6 revela que el orden también tiene influencia en sobre la eficacia.

Tabla 6. Resultados de ANOVA para la Media de Eficacia

	Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Nivel de significación
SIW	35,7799	1	35,7799	85,3379	0,0000
SIW * Orden	29,5880	1	29,5880	70,5697	0,0000
Error(SIW)	34,3804	82	0,4192		

Analizando el gráfico mostrado en la Fig. 5, se puede concluir que la eficacia mejora cuando los sujetos utilizan un SIW en segundo lugar. En cierta manera, esto muestra que hubo efecto de aprendizaje. Cuando WebConference fue utilizado en primer lugar, los sujetos tendían a navegar por más enlaces de los necesarios; esto no sucedía si lo utilizaban luego de ConfMaster.

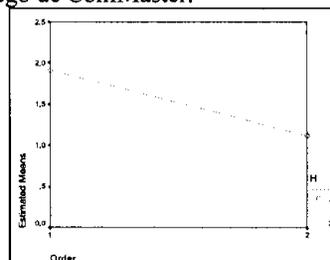


Fig. 5. Análisis de la Eficacia Considerando el Orden

5.4 Contraste de la Hipótesis de la Preferencia

La cuarta hipótesis fue formulada para responder a la pregunta: “¿Cuál de los dos SIWs prefieren utilizar los sujetos, ConfMaster o WebConference?”.

Para contrastar esta hipótesis se utilizaron los datos obtenidos en el cuestionario 3, que fue entregado a los sujetos luego de que realizaran las tareas experimentales con ambos SIWs. Como resultado se encontró que 34 sujetos preferían WebConference, 15 preferían ConfMaster y 4 de ellos no tenían preferencia. Analizando las probabilidades de preferencias, se obtuvo un p -valor $< 0,001$, lo que sugiere rechazar $H_{1,4}$.

confirmando así que existe una mayor probabilidad de que los sujetos prefieran WebConference sobre ConfMaster.

6 Resumen de los Resultados

Resumiendo los resultados obtenidos a través del estudio empírico realizado se pudo concluir que:

1. Los sujetos percibieron que WebConference es más fácil de navegar que ConfMaster.
2. La proporción de *enlaces correctos navegados* por segundo fue prácticamente igual en ambos SIWs. Lo que indica que no hay diferencia con respecto a eficiencia.
3. El tiempo utilizado para realizar las tareas fue menor con WebConference.
4. Los sujetos realizaron las tareas requeridas mejor con WebConference, lo que indica que el uso de éste SIW aumenta la eficacia de los sujetos.
5. La mayoría de los sujetos expresaron una preferencia por usar WebConference.

7 Conclusiones y Trabajos Futuros

HM³ propone modelar la navegación de un SIW desde una perspectiva orientada los servicios del usuario. Dicho método permite obtener un modelo de navegación extendido que incluye varias características que facilitan la navegación del usuario a través del SIW.

En este trabajo hemos presentado un experimento para corroborar que siguiendo HM³ es posible construir SIWs más fáciles de navegar, más eficientes y eficaces. Las conclusiones más importantes obtenidas por medio del estudio empírico son las siguientes: los sujetos perciben que WebConference, el SIW que fue construido usando el HM³, es más fácil de navegar; además, los sujetos son más eficaces usando WebConference, dado que éste SIW les permitió realizar sus tareas de forma más correcta. Finalmente los sujetos muestran una preferencia notoria por utilizar WebConference.

Aunque los resultados obtenidos son alentadores, consideramos que son preliminares. Los experimentos aislados no permiten extraer resultados concluyentes [2], [13]. Por ello, somos conscientes que se necesitan validaciones adicionales para obtener resultados concluyentes acerca de si HM³ realmente permite obtener SIWs más fáciles de navegar, más eficaces y eficientes. Por esta razón, actualmente estamos planeando realizar replicas del experimento planteado en este artículo, como así también pensamos realizar otro experimento en el que se incluyan SIWs con funcionalidad más compleja.

Agradecimientos. OLD (TIN2005-00010), y CALIPO (TIC2003-07804-C05-03), financiados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología; ENIGMAS (PBI-05-058) financiado por la Consejería de Ciencia y Tecnología de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Referencias

- [1] Basili, V.R., Rombach, H.D.: The TAME Project: Towards Improvement-Oriented Software Environments. *IEEE TOSE*, Vol. 14 Num. 6 (1998) 758-773
- [2] Basili, V.R., Shull, F., Lanubile, F.: Building Knowledge through Families of Experiments. *IEEE TOSE*, Vol. 25 Num. 4. (1999) 456-473
- [3] Briand, L.C., Bunse C., Daly, J.W.: A Controlled Experiment for Evaluating Quality Guidelines on the Maintainability of Object-Oriented Designs. *IEEE TOSE*, Vol. 27 Num. 6 (2001) 513-530
- [4] Cáceres, P., Marcos, E., De Castro, V.: Modelado Navegacional desde una Perspectiva Orientada a Servicios de Usuario. *Revista IEEE América Latina. Ed. Especial JISBD'2004*. Vol. 3 Num. 1 (2005)
- [5] Cáceres, P., Marcos, E., Vela, B.: A MDA-Based Approach for Web Information System Development. *Workshop in Software Model Engineering*. <http://www.metamodel.com/wisme-2003/>, (2003)
- [6] ConfMaster: http://confmaster.net/phpwebsite_en/index.php, (2004)
- [7] Constantine L.L., Lockwood L.A.D.: *Software for Use: A Practical Guide to the Models and Methods of Usage Centered Design*. Addison-Wesley, (1999)
- [8] Cronbach, L.J.: Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests, *Psychometrika*, Vol. 16 Num. 3 (1951) 297-334
- [9] Davis, F.D.: Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, Vol. 3 Num. 3 (1989) 319-340
- [10] De Castro V., Marcos, E., Cáceres, P.: A User Service Oriented Method to Model Web Information Systems. *WISE 2004. Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 3306 (2004). 41-52
- [11] Hennicker, R., Koch, N.: A UML-based Methodology for Hypermedia Design. *UML 2000, Lecture notes in Computer Science*, Vol. 1939, (2000) 410-424
- [12] Isakowitz, T., Kamis, A., Koufaris, M.: The Extended RMM Methodology for Web Publishing. Working Paper IS-98-18, Center for Research on IS. <http://rmm-java.stern.nyu.edu/rmm/>, (1998)
- [13] Miller, J.: Applying Meta-Analytical Procedures to Software Engineering Experiments, *Journal of Systems and Software*, 54 (2000) 29-39
- [14] Nielsen, J.: *Design Web Usability*. New Riders Publishing, (2000)
- [15] OMG: UML Superstructure 2.0. Draft Adopted Specification. <http://www.uml.org/>
- [16] Shanks, G.: Conceptual Data Modeling: an Empirical Study of Expert and novice Data Modelers, *Australian Journal of Information System*, Vol. 4 Num. 2, (1997) 63-73
- [17] SPSS: SPSS 11.5. "Syntax Reference Guide". Chicago. SPSS Inc., (2002)
- [18] WebConference: <http://kybele.escet.urjc.es/webconference/>, (2005)
- [19] Wohlin, C., Runeson, P., Host, M., Ohlsson, M.C., Regnell, B., Wesslen, A.: *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*. Kluwer Academic Publishers, (2000)
- [20] Zelkowitz, M., Wallace, D.: Experimental validation in software engineering. *Information and Software Technology*, Vol. 39 Num. 11 (1997) 735-743