

Refactorización del modelo de navegación en aplicaciones web de comercio electrónico

Carlos Albaca Paraván

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.

Resumen

Palmer (2002), señala que, en los últimos años, la *World Wide Web* incrementó su tamaño, llegando a más 200 millones de sitios, pero el número real de páginas, sitios y aplicaciones web se incrementó aún más. En este marco, la usabilidad ha recibido especial atención, tomando típicamente un enfoque de ingeniería en un intento de identificar un conjunto de principios y prácticas comunes que aseguren que la usabilidad es el resultado del diseño del sistema. La intención del presente trabajo es definir una aplicación web y sus modelos, luego introducir la noción de usabilidad, presentar un conjunto de refactorización para el modelo de navegación de los sitios de comercio electrónico, finalizando con la evaluación de la mejora de la usabilidad en los sitios.

Palabras clave: usabilidad web, modelo de navegación, refactorización, ingeniería de *software*.

Navigation Model Refactoring in E-Commerce Web Applications

Abstract

Palmer (2002) points out that in recent years, the World Wide Web has increased in size, reaching over 200 million sites. Indeed, the actual number of pages, sites, and web applications has increased even further. In this framework, usability has received special attention mainly in the form of an engineering approach as an attempt to identify a set of common principles and practices that ensure usability is the result of system design. This work intends to define a web application and its models, then to introduce the notion of usability, present a set of refactoring for the navigation model of e-commerce sites, ending finally with the evaluation of usability improvement in the sites.

Keywords: *web usability, navigation model, refactoring, software engineering.*

Introducción

Ziemer (2002) enuncia que el propósito original de la *World Wide Web* se limitó a presentar la información, pero que hoy en día las aplicaciones web modernas se han convertido en complejas aplicaciones distribuidas. Esto es reafirmado por **Hassan** (2001) que indica que las aplicaciones web representan más del 30% de aplicaciones de software en todos los sectores de la industria y son preferidas sobre las aplicaciones tradicionales.

En este contexto mundial, **Garrido et al.** (2007) comentan que la evolución de las aplicaciones no es solamente impulsada para añadir nuevas funcionalidades, sino para mejorar su usabilidad, capacidad de mantenimiento y extensibilidad para futuras y eventuales adiciones de funcionalidad.

Olsina et. al. (2007) explican que es en este punto donde la refactorización (o *refactoring*) entra en juego, ayudando a los desarrolladores no solo en la mejora de la calidad del código, sino también apoyando el proceso de mejoramiento continuo de diseño de una aplicación web.

Este trabajo se centra en mostrar una porción reducida de un catálogo de *refactorings* del modelo de navegación generado usando diferentes pautas de diseño, principios, patrones, conceptos y consejos de expertos sobre usabilidad; y una posterior evaluación del impacto de éstos.

Para lograr estos objetivos primeramente se abordarán conceptos de modelos de una aplicación web, usabilidad y *refactoring*.

Modelos de una aplicación web

Silva y Mercerat (2001), remarcan que la complejidad del desarrollo de las aplicaciones web ocurre a diferentes niveles:

- Dominios de aplicación sofisticados: financieros, médicos, geográficos, etc.
- Necesidad de proveer acceso de navegación simple a grandes cantidades de datos multimedia.
- La aparición de nuevos dispositivos para los cuales se deben construir interfaces web fáciles de usar.

Esta complejidad en los desarrollos de *software* sólo

puede ser alcanzada mediante la separación de los asuntos de modelización en forma clara y modular.

Tanto para el **UWA Consortium** (2002), como para **Schwabe y Rossi** (1998) y **Koch y Kraus** (2002), entre otros, la mayoría de las metodologías de diseño de aplicaciones web formalizan el diseño de una aplicación web a través de tres modelos:

- **Aplicación** (información o contenido): detalla los conceptos necesarios para que se pueda especificar el contenido disponible para el usuario y cómo éstos pueden ser accedidos.
- **Navegación**: especifica los conceptos que permiten al diseñador reorganizar la información para fines de navegación. Éste debe volver a utilizar los elementos del modelo anterior para especificar los trozos de información actuales, junto con las relaciones entre ellos.
- **Presentación**: define los conceptos necesarios para que el diseñador especifique cómo es publicado el contenido en las páginas y cómo se supone que los usuarios deben llegar a los datos dentro de la misma página o en páginas diferentes.

Por su lado, **Garrido et al.** (2009) enfatiza que, la fase de ejecución (que sigue al diseño) tendrá como objetivo realizar una aplicación web que refleje las decisiones de diseño definidas por estos tres modelos, por lo que, no es sorprendente que los atributos de calidad (tanto internos como externos) de la aplicación final dependerán de estas opciones de diseño.

Usabilidad

Existen definiciones de usabilidad propuestas por diversos autores que lo han hecho desde los diversos atributos a partir de los cuales la usabilidad puede ser evaluada, pero la definición más extendida y formal es la encontrada en el estándar internacional **ISO 9241-11** (1998): "Usabilidad es el grado en que un producto puede ser usado por determinados usuarios para lograr sus propósitos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico", donde:

- Eficacia es la precisión con la que los usuarios alcanzan las metas específicas.
- Eficiencia son los recursos asignados en relación con la precisión y exhaustividad con la que los usuarios alcanzaron sus objetivos. Normalmente, la eficiencia suele medirse en términos del tiempo que les lleva a los

usuarios realizar dichas tareas.

• Satisfacción es la percepción de agrado y actitud positiva hacia el uso del producto.

Según esta definición, la usabilidad posee atributos cuantificables de forma objetiva (eficacia y eficiencia) y atributos cuantificables de forma subjetiva (satisfacción).

Definición de usabilidad en el modelo de navegación

Para **Conte et al.** (2007), la usabilidad aplicada al modelo de navegación se refiere a los diferentes accesos a las funcionalidades de la aplicación. Bajo esta perspectiva, la usabilidad es satisfactoria si las opciones de navegación que el usuario pueda llevar a cabo permiten que realice sus tareas de forma eficaz, eficiente y agradable.

Refactoring

Opdyke (1992) define un *refactoring*, en el contexto de la orientación a objetos, como una transformación sintáctica de código fuente que mejora su estructura interna, preservando el comportamiento externo.

El *refactoring* no sólo puede ayudar a los desarrolladores en la mejora de la calidad del código, sino también puede apoyar el proceso de mejoramiento continuo de diseño de una aplicación.

Olsina et al. (2007) define la refactorización de modelo web a aquellas refactorizaciones que se pueden aplicar a los modelos de navegación y presentación de una aplicación web, donde éstas, afectan la forma en que la aplicación presenta contenidos, permitiendo la navegación a través de contenidos y proporcionando capacidades de interacción.

Refactoring en el modelo de navegación

Garrido et al. (2011) define *refactoring* del modelo de navegación como un cambio en el modelo de navegación de la aplicación que preserva:

1. El conjunto de las operaciones de puesta a disposición por todos los nodos (considerados como un todo) en el modelo.
2. La accesibilidad de cada operación a través de una

ruta de navegación desde el nodo de origen.

Siguiendo esta definición, según **Cabot** (2008) y **Garrido et al.** (2011), el *refactoring* del modelo de navegación incluye:

- Agregar enlaces.
- Modificar el origen o destino de un enlace.
- Clonar o eliminar un enlace.
- Agregar una página (nodo).
- Clonar o eliminar una página.
- Combinar o dividir páginas.
- Renombrar nodos, atributos de nodos y operaciones de nodos.
- Eliminar nodos inalcanzables o redundantes.
- Mover contenidos u operaciones entre los nodos disponibles.
- Eliminar enlaces redundantes y enlaces de nodos inalcanzables.

Esta lista no es exhaustiva. Se pueden definir más *refactorings* para incrementar la usabilidad mientras se preserve el comportamiento de la aplicación web dado por las operaciones y los enlaces para alcanzar esas operaciones.

El proceso de refactoring

Dos aspectos importantes del proceso de refactorización son:

1. Cuándo refactorizar (detección de malos olores de usabilidad): para **Garrido et al.** (2011), la detección y corrección incremental de malos olores de usabilidad simplifica el proceso de evaluación de la usabilidad en general que los desarrolladores de aplicaciones deben realizar cuando terminan una aplicación. Las estrategias para la búsqueda de malos olores de usabilidad incluyen: pruebas de usuario, realimentación, métodos de inspección y análisis del uso de web. Además, hay partidarios de la evaluación heurística, que es el menos formal de los métodos.
2. Cómo medir los beneficios de la refactorización: **Garrido et al.** (2011) también comentan que la mejora en la usabilidad que las refactorizaciones de modelos web pueden lograr siempre dependerá del buen criterio de los desarrolladores en la selección de los cambios más favorables, es decir, en su capacidad para detectar los malos olores catalogados. Por ello, siempre es conveniente realizar una evaluación de las mejoras (o no) obtenidas en el proceso de *refactoring* usando

un marco de evaluación de la calidad web estructurada.

Detección de malos olores de usabilidad

Para la detección de malos olores en el diseño, se utilizaron las pautas de diseño descritas por **Leavitt y Shneiderman** (2006), los principios y patrones de diseño descritos por **Van Duyne et al.** (2003), los consejos de **Toxboe** (2004), y los conceptos sobre usabilidad web introducidos por **Brinck et al.** (2001) y **Jarrett y Gaffney** (2009).

En base a esto, usando el método de inspección, se generó un catálogo de *refactoring* aplicables al modelo de navegación de aplicaciones web de comercio electrónico.

Catálogo de *refactorings* del modelo de navegación

Los tres *refactorings* presentados en este trabajo forman parte de un catálogo mucho más amplio y son aplicables al modelo navegación de sitios que sean miembros de la familia de programas web de comercio electrónico y serán descritos de forma similar, pero resumida, a lo que hacen **Olsina et al.** (2007), **Garrido et al.** (2007, 2011) y **Distante** (2014).

R1. Fusionar elementos de lista de categorías

- **Malos olores:** falta o exceso de elementos en alguna/s categoría/s de una lista.

- **Motivación:** según lo comentado por la pauta de diseño “*Avoid cluttered displays*” de **Leavitt y Shneiderman** (2006), la falta de orden o exceso de elementos en una página lleva a la degradación de la performance cuando un usuario trata de encontrar cierta información, por lo tanto, el cliente puede abandonar el sitio rápidamente, por otro lado, si alguna categoría no posee elemento alguno, el cliente puede sentirse frustrado y hasta pensar que eso se trata de un error del sitio. Para evitar este problema, es necesario crear listas de categorías sencillas e intuitivas que permitan al cliente encontrar de manera rápida lo que está buscando.

- **Ejemplo:** la página de inicio del sitio *Disquera MusicShop* posee módulos de información que se utilizan para mostrar diferentes secciones como artículos recién llegados, próximos lanzamientos, más vendidos, etc., donde cada sección posee una lista de categorías y en cada una de ellas se detallan, en un carrusel los productos correspondientes. Por ejemplo, la sección “*Recién Llegados*” posee las categorías CD, DVD, Vinilos y *Blu-ray*, donde la categoría CD posee 7 productos, DVD posee 2 productos, Vinilos posee 3 productos y *Blu-ray* posee 1 producto. La aplicación del *refactoring* consistió en reemplazar la lista de categorías con sus correspondientes carruseles, por un carrusel único en el que se encuentren todos los productos de la sección “*Recién Llegados*”. La versión original y refactorizada pueden observarse en las figuras 1(a) y (b) respectivamente.



Fig. 1(a) Sección “*Recién Llegados*” antes de la aplicación del *refactoring*.



Fig. 1(b) Sección “Recién Llegados” después de la aplicación del *refactoring*.

R2. Incorporar la opción Todas las categorías/Productos

- **Malos olores:** falta de una página o sección que posea todas las categorías y subcategorías (y productos) de productos ordenadas alfabéticamente.
- **Motivación:** cuando los clientes conocen la palabra o frase precisa que están buscando, ellos pueden encontrarla rápidamente en una lista alfabética. En el caso específico de los sitios de comercio electrónico sería una lista que contenga todas las categorías y subcategorías (y hasta podría contener los productos) ordenados alfabéticamente o por algún método que se considere pertinente.

- **Ejemplo:** el sitio *Light in the Box*, posee un menú vertical fijo en la página de inicio y en el resto de las páginas el mismo menú, pero visualizado de forma contraída (www.lightinthebox.com/es). En los mismos, no existe la posibilidad de ver todas las categorías que posee el sitio. Para realizar el *refactoring*, se agregó en el encabezado del listado de categorías un enlace llamado “Ver todas” que nos lleva a una página que contiene todas las categorías y subcategorías del sitio ordenadas de la misma manera que en el menú principal. La versión original y las refactorizadas pueden observarse en las figuras 2(a), (b) y (c) respectivamente.

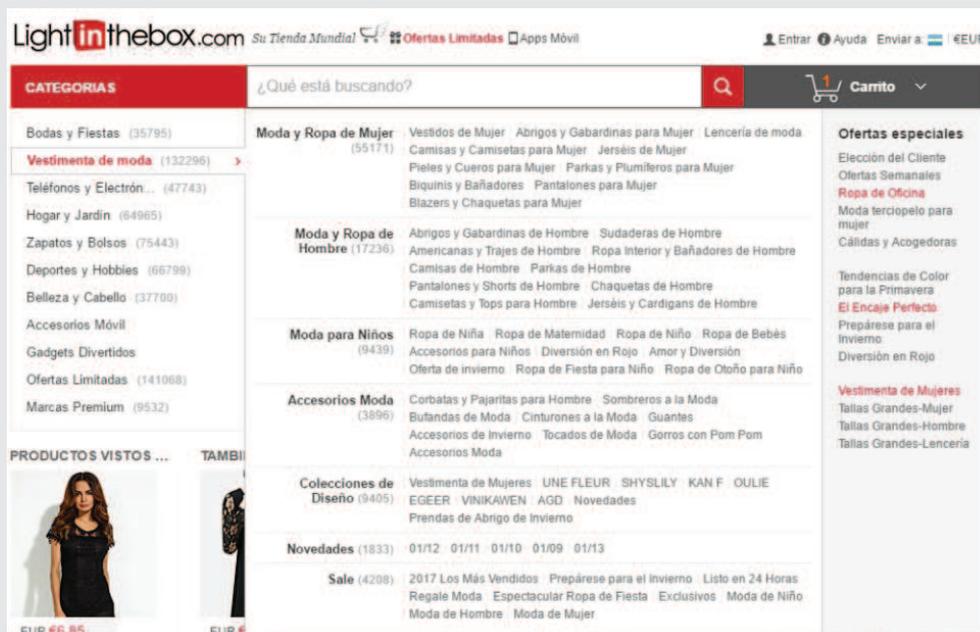


Fig. 2(a) Listado de categorías antes de la aplicación del *refactoring*.

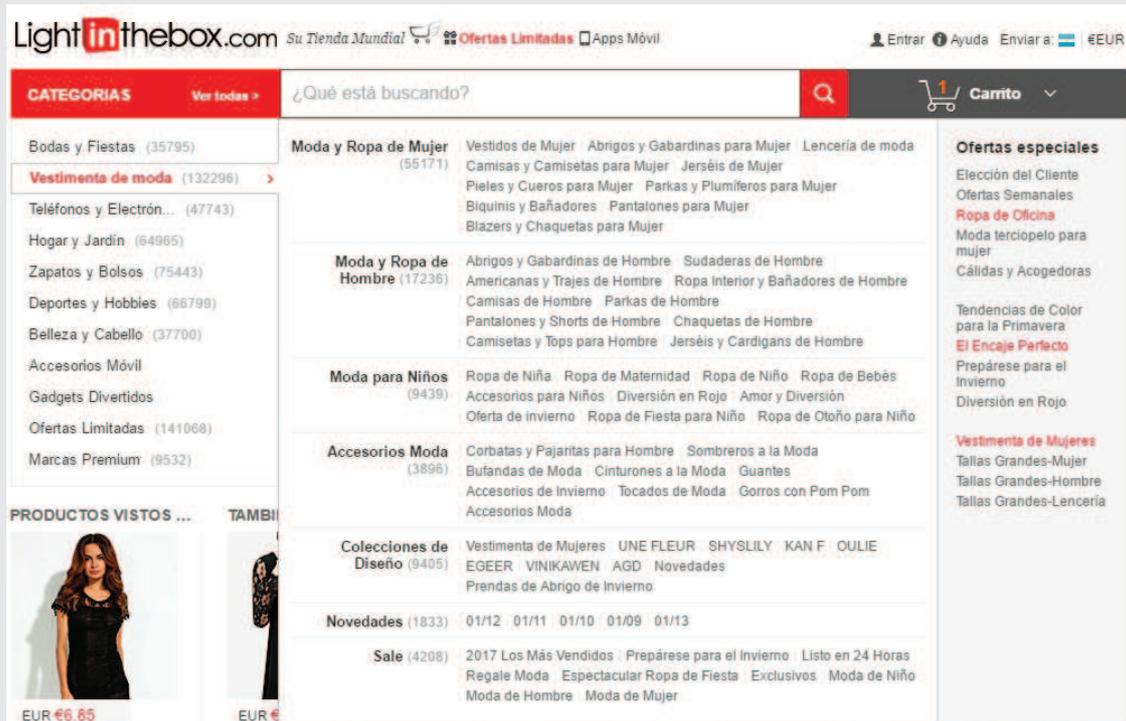


Fig. 2(b) Listado de categorías después de la aplicación del *refactoring* donde se puede observar el agregado de un enlace que se llama "ver todas" y dirige a una página con todas las categorías del sitio.

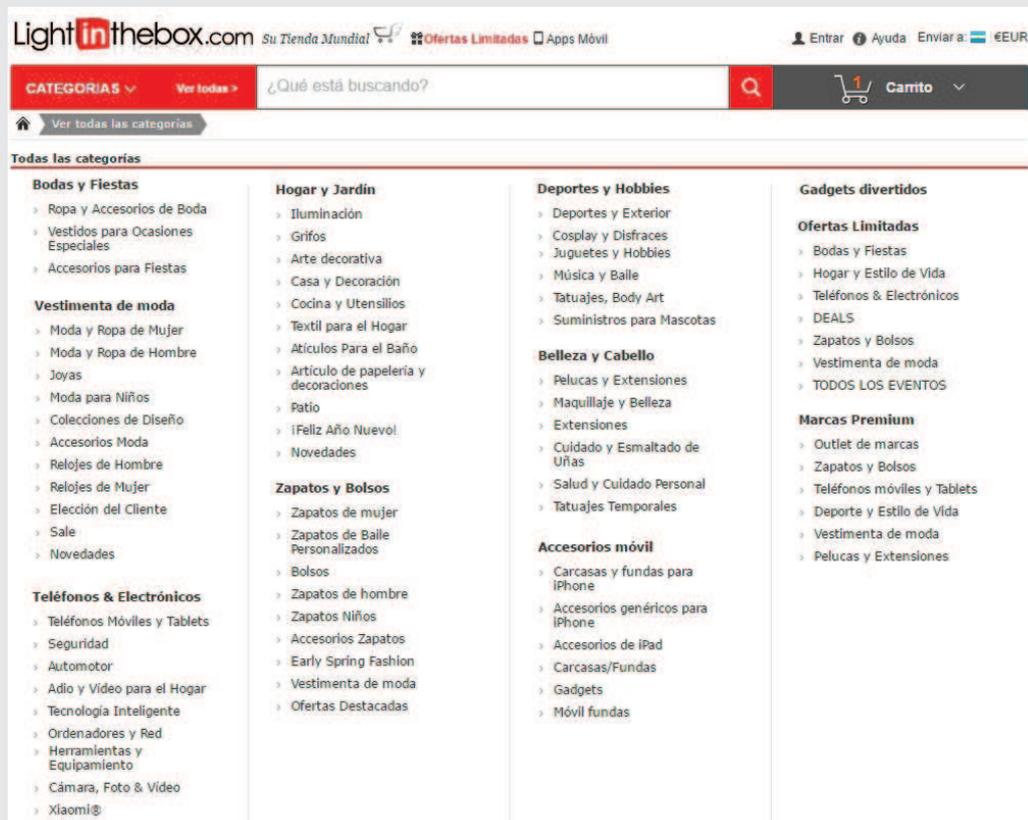


Fig. 2(c) Parte de la página "Todas las categorías" resultado del *refactoring*.

R3. Integrar ventana emergente a una página

- **Malos olores:** utilización innecesaria de enlaces y ventanas emergentes para mostrar información relevante y de poca extensión.
- **Motivación:** la cantidad y calidad de la información que se plasma en la página de un sitio web es determinante a la hora de retener un cliente. Por ello, es crucial determinar qué información es relevante para el cliente y poder darle acceso a ella fácilmente y de una manera visualmente agradable. **Leavitt y Shneiderman** (2006) enuncia que la utilización de ventanas emergentes para mostrar información es de utilidad cuando la información a mostrar no es de vital relevancia o es muy extensa para poder incorporarla a la página en sí. Hay casos en los que la información no puede estar en una ventana emergente ya que el cliente pierde tiempo primero en encontrar el enlace que abra la ventana y luego en esperar que cargue, incorporando pasos al proceso pudiendo generar un

malestar en el usuario. Cabe mencionar que, para poder incorporar la información de la ventana emergente a la página, es necesario que ésta posea el espacio suficiente sin que con la incorporación haya una violación a las pautas de diseño que tratan acerca de la densidad de información y la organización de los elementos en la página.

- **Ejemplo:** la página de producto del sitio web *The iCase* (www.icas.com.ar) posee un enlace a una ventana emergente que contiene la información sobre el pago del producto en cuotas. La página de producto posee una cantidad considerable de espacios en blanco y la información provista en las ventanas emergentes es muy poca, por lo que se plantea el uso de este *refactoring* para mejorar la navegabilidad de la página y la densidad de información de la página. En este caso, se eliminó el enlace a la ventana emergente y se trasladó la información a la página de producto, reorganizando la información. Las versiones originales y la refactorizada pueden observarse en las figuras 3(a), (b) y (c) respectivamente.



Fig. 3(a) Sección de página de producto que contiene el enlace a la ventana emergente antes del *refactoring*.

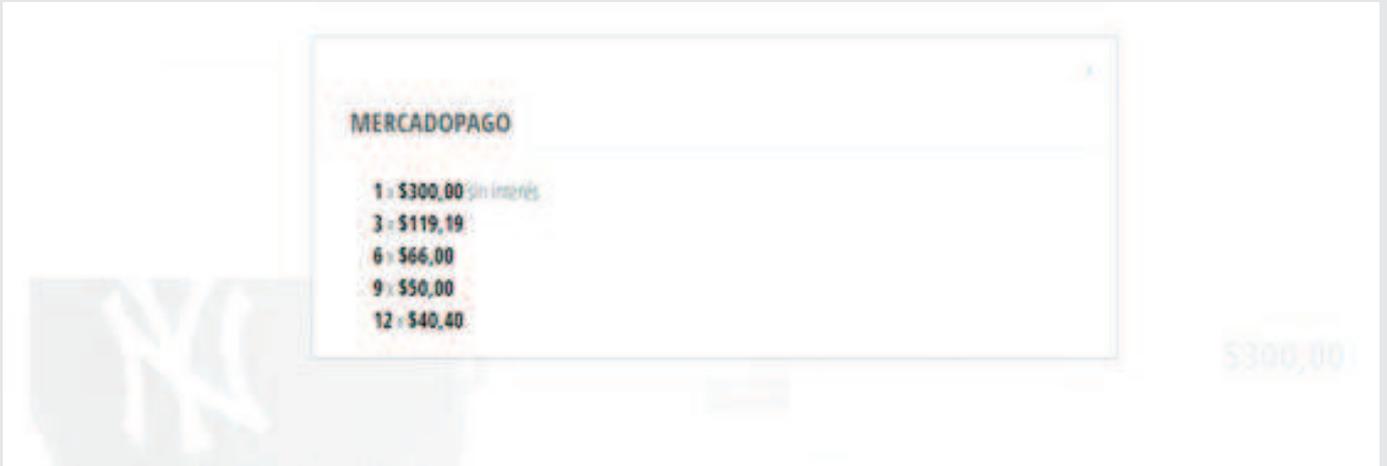


Fig. 3(b) Ventana emergente con el detalle de las cuotas.



Fig. 3(c) Sección de página de producto que contiene la información extraída de la ventana emergente después del *refactoring*.

Evaluación del impacto de los *refactorings*

Para el proceso de evaluación de usabilidad, se tomó como base la metodología utilizada por **Grigera et al.** (2016) pero modificada y adaptada para el caso particular de este trabajo.

Definición y planeamiento de la evaluación

El propósito de la evaluación es comparar la usabilidad antes y después de la aplicación de los *refactorings* presentados, con la finalidad de identificar los efectos que tienen en la usabilidad percibida por los usuarios.

En orden de poder alcanzar los objetivos propuestos se recurrirá a la utilización de métodos de reportes de usuario, en los cuales los usuarios reales trabajan con modelos representacionales de los sistemas. Se tomó la decisión de utilizar este método ya que no se tiene la posibilidad de utilizar versiones refactorizadas de las aplicaciones web usadas para los casos de estudio.

Sujetos y objetos de la evaluación

Para la realización de la evaluación se reclutaron aleatoriamente 120 individuos, divididos en 4 grupos de 30 voluntarios cada uno, que tuvieron el rol de usuarios finales de los sitios a evaluar, siendo éstos los sujetos de la evaluación.

Por otro lado, los *refactoring* aquí mostrados se aplicaron a 2 sitios de comercio electrónico como caso de estudio definiéndose como los objetos de la evaluación.

Para medir el efecto en la usabilidad, se utilizó un cuestionario apoyado en la utilización de imágenes y/o videos del antes y después de cada sección de página refactorizada, generando 4 alternativas diferentes que se corresponden con los 4 grupos de voluntarios.

Pregunta de investigación y formulación de la hipótesis

Como se enunció con anterioridad, la eficacia y eficiencia son atributos de la usabilidad cuantificables de forma objetiva y la satisfacción es cuantificable de forma subjetiva.

La forma de medir la eficacia es en función del porcentaje de acierto obtenido al realizar una tarea, la eficiencia en función del tiempo que lleva a los

usuarios completar dicha tarea y la satisfacción en función de la opinión personal acerca del agrado al realizarla.

Al no contar con prototipos refactorizados de las aplicaciones web del caso de estudio, no se pueden obtener mediciones objetivas de eficacia y eficiencia, por lo cual solo se evaluará la satisfacción del usuario frente al *refactoring*. Bajo este contexto, la pregunta de investigación, la hipótesis nula y la alternativa serían las siguientes:

- Pregunta de investigación: ¿Es la satisfacción afectada por el *refactoring*?
- H_0 : La satisfacción del usuario es igual para el sitio refactorizado y el sitio original.
- H_1 : La satisfacción del usuario es diferente para el sitio refactorizado y el sitio original.

Factores, variables de respuesta y métricas

El factor de este experimento es el uso del proceso de *refactoring*, donde el factor tiene dos niveles de tratamiento: aplicar o no el proceso de *refactoring*. Para cada problema (objeto) se muestran dos versiones de la aplicación web, una refactorizada y otra no.

La variable de respuesta para responder la pregunta de investigación planteada anteriormente es la satisfacción en el uso, cuya métrica es un valor numérico que se obtiene de la suma de los puntajes obtenidos en cada pregunta que se realiza sobre los *refactoring*. La métrica de cada pregunta es una escala de 5 puntos en la escala de *Likert* capturada con un cuestionario.

El instrumento

El instrumento elegido para la recolección de los datos fue el cuestionario. La decisión de haber creado un cuestionario de satisfacción propio se fundamenta en que los que existen son demasiado genéricos y no tienen el poder suficiente para extraer todas las características relacionadas con los *refactorings*.

Entre los distintos tipos de cuestionarios se eligió el tipo *on-line*, confeccionado a través de los formularios de Google, ya que con este tipo de cuestionario se puede tener rapidez, tanto en la elaboración y difusión del cuestionario como en el envío de la respuesta, tiene un coste muy bajo y ausencia de sesgo por parte del entrevistador.

Diseño de la evaluación

El diseño experimental elegido fue un diseño aleatorizado sencillo. Se eligió este diseño debido a que se tiene un único factor (el proceso de *refactoring*) con dos alternativas o niveles (aplicar o no el proceso).

Amenazas a la validez

Se tomaron todas las acciones preventivas para evitar las amenazas a la validez de la conclusión (bajo poder estadístico, fiabilidad de la medición y confiabilidad en la implementación del tratamiento), la validez interna (maduración, instrumentación y selección) y externa (interacción de selección y tratamiento, e interacción de fijación y tratamiento).

Análisis e interpretación de los resultados

Para realizar el análisis se utilizó la prueba U de Mann-Whitney bilateral o de dos colas, ya que se quiere probar que una muestra (aplicación del *refactoring*) es significativamente diferente que la otra (no aplicación del *refactoring*). Con esta prueba no paramétrica para muestras independientes, para cada *refactoring* mostrado en el trabajo se puede aceptar o rechazar la hipótesis nula y en función de las medias de H_0 y de H_1 , concluir si el *refactoring* mejoró o empeoró la satisfacción del usuario.

Para llevar a cabo la prueba de hipótesis se eligió un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ (implica que el investigador tiene 95% de seguridad para generalizar los resultados sin equivocarse y solo 5% en contra) y el tamaño de todas las muestras independientes fue de $n=30$ (valor superior al $n=20$ recomendado).

Luego de elegir los métodos y parámetros adecuados, se procedió a analizar los datos con el *software* Excel con el complemento XLSTAT.

La tabla 1 muestra los resultados de las pruebas de hipótesis realizadas a los *refactoring*, donde un valor de $p < 0,05$ (valor $p < \alpha$) implica que el *refactoring*

tuvo un resultado significativamente diferente (permitiendo rechazar la hipótesis nula), y en ese caso, si $\bar{x}_1 > \bar{x}_0$ se puede concluir que el *refactoring* mejoró la satisfacción del usuario.

Tabla 1: Resultados de las pruebas de hipótesis realizadas a los *refactoring*

Refactoring	p	Decisión	\bar{x}_0	\bar{x}_1	Conclusión
R1	0,384	Aceptar H_0	-	-	Sin cambios
R2	$< 0,0001$	Rechazar H_0	6,0	7,9	Mejora
R3	$< 0,0001$	Rechazar H_0	14,8	21,4	Mejora

De la tabla 1 se puede observar que 2 de los 3 *refactorings* presentados y evaluados mostraron una mejoría en la satisfacción del usuario, por lo que se puede concluir que la aplicación de estos *refactoring* es beneficiosa para los usuarios de las aplicaciones web ya que mejora la satisfacción de los usuarios. Por otro lado, vale destacar que el *refactoring* R1 no generó cambios por lo que su aplicación es indiferente a la satisfacción del usuario.

Conclusiones

Las aplicaciones web y especialmente los sitios de comercio electrónico, han adquirido un lugar preponderante en la vida de los usuarios, siendo necesario aplicar los conceptos de usabilidad web para optimizar la interacción del usuario al momento de hacer compras. Estos conceptos involucran la necesidad de realizar cambios a las versiones actuales de los sitios de comercio electrónico, siendo estos cambios denominados *refactorings*.

Los *refactorings* presentados en este trabajo están basados en hacer cumplir diferentes pautas de diseño y patrones de diseño web ampliamente difundidos, y se pueden aplicar a los modelos de navegación de los sitios de comercio electrónico, afectando diferentes factores de usabilidad.



Como caso de estudio, estos *refactorings* fueron aplicados a dos miembros de la familia de programas de comercio electrónico, donde se pudo apreciar que no todo es positivo con el proceso de *refactoring*, ya que la evaluación de la usabilidad resulta ser un proceso costoso y que requiere tiempo (difícil de realizar sin contar con los recursos necesarios). Además, a la hora de la implementación en los diferentes miembros de la familia de programas estudiados, la evaluación de la satisfacción como atributo de la usabilidad, demostró

que no todos los *refactorings* propuestos mejoran la satisfacción ni los factores de usabilidad que afectan cada uno.

Por último, se puede concluir que, al trabajar con miembros de la familia de programas de comercio electrónico, los resultados mostrados en este trabajo pueden hacerse extensivos a todo miembro de la familia de programas de comercio electrónico.

Referencias Bibliográficas

- Brinck, T., Gergle, D. and Wood, S. D.** (2001) *Usability for the Web: designing Web sites that work*. Morgan Kaufmann.
- Cabot, J. and Gómez, C.** (2008) *A catalogue of refactorings for navigation models*. In *Web Engineering*. ICWE'08. Eighth International Conference on, pp. 75-85. IEEE.
- Conte, T., Massolar, J., Mendes, E. and Travassos, G.** (2007) *Usability Evaluation Based on Web Design Perspectives*, En: *IEEE/ACM 1st ESEM*, Madrid, España, pp. 146-155.
- Distante, D., Garrido, A., Camelier-Carvajal, J., Giandini, R. and Rossi, G.** (2014) Business processes refactoring to improve usability in E-commerce applications. *Electronic Commerce Research*, 14(4), pp. 497-529.
- Garrido, A., Rossi, G. and Distante, D.** (2007) "Model refactoring in web applications", En: *9th IEEE Int. Symposium on Web Site Evolution*, pp. 89-96.
- Garrido, A., Rossi, G. and Distante, D.** (2009) "Systematic improvement of web applications design". *Journal of Web Engineering*, vol. 4, N° 8, p. 371.
- Garrido, A., Rossi, G. and Distante, D.** (2011) "Refactoring for usability in web applications", *IEEE Software*, vol 3, N° 28, pp. 60-67.
- Grigera, J., Garrido, A., Panach, J. I., Distante D. and Rossi, G.** (2016) "Assessing refactorings for usability in e-commerce applications", *Empirical Software Engineering*, Vol. 3, N° 21, pp. 1224-1271.
- Hassan, A.** (2001) "Architecture Recovery of Web Applications". Tesis, Maestría en Matemáticas en Ciencias de la Computación. Universidad de Waterloo.
- International Organization for Standardization** (1998) *Guidance on usability*. ISO 9241-11.
- Jarrett, C. and Gaffney, G.** (2009) *Forms that work: Designing Web forms for usability*. Morgan Kaufmann, Oxford, U.K.
- Koch, N. and Kraus, J.** (2002) The expressive power of UML-based web engineering, En: *2nd Int. Workshop on Web Oriented Software Technology*, Málaga, España.
- Lau, S. Q.** (2006) "Domain analysis of e-commerce systems using feature-based model templates". Tesis, Maestría en Ciencias Aplicadas en Ingeniería Eléctrica e Informática. Ontario, Canada: University of Waterloo.

Leavitt, M. O. and Shneiderman, B. (2006) *Based Web Design & Usability Guidelines*. Health and Human Services Dept (U.S.).

Olsina, L., Rossi, G., Garrido, A., Distante, D. and Canfora, G. (2007) "Incremental Quality Improvement in Web Applications Using Web Model Refactoring", En: *1st Int. Workshop on Web Usability and Accessibility*, pp. 411-422.

Palmer, J. (2002) "Web site usability, design, and performance metrics," *Information systems research*, vol. 13, pp. 151-167.

Schwabe, D. and Rossi, G. (1998) An object oriented approach to web-based application design, En: *Theory and Practice of Object Systems*, Wiley, Estados Unidos.

Silva, D. and Mercerat, B. (2001) "Construyendo aplicaciones web con una metodología de diseño orientada a objetos.", *Revista Colombiana de Computación*, vol. 2 N°. 2, pp. 79-98.

Toxboe, A. (2004) *UI Patterns - User Interface Design Pattern Library*. Disponible en: ui-patterns.com [Accedido: 16/05/2013].

UWA Consortium (2002) *The UWA Approach to Modelling Ubiquitous Web Applications*, En: *Conference "IST Mobile & Wireless Telecommunications Summit 2002, towards Ubiquitous Communications"*, Thessaloniki, Greece.

Van Duyne, J. Landay and J. Hong. (2003) *The Design of sites: Principles, processes and patterns for crafting a customer-centered web*. Addison-Wesley, Boston, E.E.U.U.

Ziemer, S. (2002) An Architecture for Web Applications, En: *Distributed Information Systems*, vol. 8914, pp. 9-11.

Este trabajo se llevó a cabo en el marco del desarrollo de tesis de Maestría en Ingeniería de Software (FI-UNLP), del Ing. Carlos Albaca Paraván, titulada "Refactorización de los modelos de navegación y presentación de la familia de programas web de comercio electrónico".

Carlos Albaca Paraván



Ingeniero en Computación, graduado de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) y Magister en Ingeniería de Software. Jefe de Trabajos Prácticos, dedicación exclusiva (UNT). Docente de la Especialización de Posgrado en Integración de Tecnologías Informáticas. Participante del Programa de Investigación "Internet de las Cosas: desde los Sistemas Embebidos a las Aplicaciones", PIUNT E652 (2018-2022). Participó en diversas actividades de extensión y vinculación. Publicó diferentes trabajos de investigación y artículos en revistas.

Contacto vía e-mail a: calbaca@herrera.unt.edu.ar