

**DECISION TREES FOR GENERATING QUANTITATIVE MEASURE IN
TERMS OF QUALITY IN USABILITY FOR WEB APPLICATIONS****ÁRBOLES DE DECISIÓN PARA LA GENERACIÓN DE MÉTRICA
CUANTITATIVA EN TÉRMINOS DE CALIDAD EN USABILIDAD PARA
APLICATIVOS WEB****Ricardo Burgos Ocampo, Natalia Hincapie Henao, Camilo Ramirez Betancourth
Leonardo Bermon Angarita, Amparo Prieto Taborda****Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales.**

Departamento de Informática y Computación, Tel.: (+576) - 887 3400 Ext. 55762.

E-mail: {raburgoso, caramirezbe, nhincapieh, lbermona, maprietot}@unal.edu.co.

Abstract: Usability as the main factor in the acceptance and credibility of web sites or pages, is playing an important role in today's market, generating greater interest in the software development area, reason for which a test was elaborated based on decision trees evaluated under fundamental characteristics of web sites like navigability, design, and content search, with a significant difference compared to others. Such factors consist of elements that allow the quantification and assessment of sites resulting in a value representative on usability of the site in which the test was performed. Through research multiple analyzes were performed to the conclusion that usability can improve and reduce the learning space or line between the user and the website, through feedback of the test set.

Keywords: Usability, components, web, decision trees.

Resumen: La usabilidad como principal factor en la aceptación y credibilidad de los sitios o páginas web, juega un papel y rol importante en el mercado actual, generando mayor interés en el área de desarrollo de software, por lo cual se generó un test basado en árboles de decisiones evaluado bajo características fundamentales de los sitios web como la navegabilidad, diseño, búsqueda y contenido, acotados bajo una línea de importancia frente a otras. Dichos factores se componen de elementos que permiten la cuantificación y evaluación de los sitios obteniendo como resultado un valor representativo en materia de usabilidad de la página en la cual se efectuó el test. Mediante la investigación se realizaron múltiples análisis permitiendo concluir que la usabilidad permite mejorar y reducir el espacio o línea de aprendizaje entre el usuario y el sitio web, mediante la retroalimentación del test establecido.

Palabras clave: Usabilidad, componentes, web, árboles de decisión.

1. INTRODUCCIÓN

La usabilidad es un factor relevante en la calidad de las aplicaciones Web. Recientemente, ha estado recibiendo mucha atención, siendo reconocida como una propiedad fundamental para el éxito de

las aplicaciones Web. Es por esto que los métodos para asegurar la facilidad de uso de un sitio web son uno de los objetivos actuales de la investigación de la Ingeniería Web. También, la dedicación a la usabilidad se paga actualmente por la industria, que reconoce la importancia de la

medición de la usabilidad en las creaciones, para la verificación de la capacidad de uso de las aplicaciones Web, y antes y después de su implementación. Algunos estudios han demostrado, de hecho, cómo el uso de estos métodos permite el ahorro de costos, con una alta relación costo-beneficio, ya que reducen la necesidad de cambios después de la entrega de aplicaciones (Matera *et al.*, 2006)

Cuando una persona se encuentra de cara a una solución informática, sin importar si es on/offline, puede obtener complicaciones que se derivan o de la meta por la cual hace uso de la aplicación o de problemas que la misma solución informática contiene. Por lo tanto, la aplicación ideal es la que cumple con su definición de no tangible al usuario y llevarle al mismo, sin definirle una ruta establecida, a conseguir el objetivo por el cual decidió hacer uso de la aplicación en cuestión.

Los usuarios que llegan a una página no leen, rastrean o escanean los contenidos, "echan un vistazo" a la información ofrecida y deciden con el clic de su ratón. Por lo que los costos de la mala usabilidad de un sitio son evidentes y no pueden ser ignorados (Emergia, 2000)

Es aquí donde se presenta el interrogante de cómo medir si el trabajo hecho en usabilidad es efectivo, y la respuesta que se ha dado al mismo han sido los test de usabilidad. En un test de usabilidad el usuario conversa con el entrevistador, entiende qué tiene que hacer, recibe una serie de tareas que debe ejecutar en el sitio, comenta sus impresiones, responde a preguntas verbales y rellena un cuestionario (ISUC, 2003).

Los test de usabilidad toman un papel importante en todo el proceso de implementación de usabilidad, ya que con ellos podremos diferenciar lo que se tiene planeado de lo que de verdad se necesita en una aplicación.

La mayoría de estos tests se basan en una gran cantidad de preguntas con gran variedad de opciones o muchas veces con respuestas abiertas, que deja como resultados varias apreciaciones que pueden resultar subjetivas por la falta de determinación. Para los que desarrollan usabilidad se hace necesario un test de usabilidad efectivo, que indique resultados exactos que no dejen el análisis de los problemas de su aplicación a la imaginación.

Es aquí donde se piensa en la minería de datos, ya que ésta ha dado lugar a una paulatina sustitución del análisis de datos dirigido a la verificación por un enfoque de análisis de datos dirigido al descubrimiento del conocimiento, usando métodos que llevan asociados una serie de mecanismos (estimación de errores, matrices de confusión, matrices de pérdida, curvas de esfuerzo y aprendizaje, análisis sensitivo de entradas, etc.) que permiten realizar una mejor validación empírica de los modelos y un análisis de resultados más completo y fiable que el que ofrece el enfoque clásico (Moreno *et al.*, 2003)

Lo que se pretende en este trabajo es utilizar un método de minería de datos (árboles de decisión) para generar una métrica cuantitativa de la calidad de la usabilidad de una aplicación web, partiendo de las mejores prácticas en la evaluación de la calidad de productos de software ISO 9126 (ISO/IEC 9126, 2001).

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Sitios Web

El crecimiento, aceptación y popularidad de aplicaciones centradas en la Web está dado por sus características y naturalezas, debido a que proveen una estructura de información que soporta la conexión de una gran cantidad de contenido y medios, entregando al usuario acceso rápido y eficaz a la información.

Los sitios Web cumplen objetivos como promoción de una organización, comercio electrónico, entretenimiento, soporte técnico, reclutamiento de personal, representación de expresiones artísticas y culturales entre otras, demostrando que cada vez los sitios web se asemejan más a los productos de software tradicionales, ya que están supliendo o entregando mejores resultados por su capacidad de comunicación y distribución de información (Seffah *et al.*, 2001).

2.2 Aplicaciones de Software como Web

Aunque existen diferentes tipos de sitios Web, los cuales pueden ser tan simples como un conjunto de páginas estáticas, cada vez más son los sitios que se están convirtiendo en aplicaciones robustas con grandes cantidad de flujos de datos, bases de datos y usuarios, y por lo cual se requiere de mayor organización y calidad de información para controlar el desarrollo y el éxito de un sitio web.

2.3 Necesidad de evaluar sitios web

Los atributos de calidad y características de un sitio Web, tales como usabilidad, navegabilidad, y seguridad por citar algunas, se deben tener en cuenta en el proceso de desarrollo, permitiendo el agrado, satisfacción e interés de los diferentes perfiles de usuarios que accederán a un producto final (Pérez *et al.*, 2005).

La orientación o enfoque de la calidad de software está basada en la satisfacción de los usuarios y desarrolladores de un sistema de tal manera que permita el apoyo y mejoramiento de la interacción hombre máquina. Por tales motivos, la evaluación y el estudio constante de la usabilidad promueven la mejora de los interesados en el desarrollo y uso de un aplicativo o software.

2.4 Elementos de Calidad

En 1992 se publicó un estándar internacional para la evaluación de la calidad de productos de software, llamada “Information Technology – Software Product Evaluation – Quality Characteristics and Guidelines for their use” también conocida como ISO 9126 (ISO/IEC 9126).

Dicho estándar describe a la calidad de software, con un mínimo solapamiento en 6 características: Funcionalidad, Confiabilidad, Usabilidad, Eficiencia, Mantenibilidad y Portabilidad, y para este caso en particular se hace hincapié en las características de usabilidad debido a que esta versión del estándar ISO provee una base conceptual muy importante al prescribir dichas características a un alto nivel de abstracción (Fernandez *et al.*, 2010).

En la Tabla 1 se muestra una descripción sintética de las características y sub-características del estándar ISO, la cual si bien sugiere sub-características y un modo informativo, no prescribe métodos y métricas para la medición cuantitativa de los elementos de un aplicativo Web.

Tabla 1: Características de Calidad ISO/IEC 9126

Características	Sub-características
Usabilidad	Comprensibilidad Facilidad de Aprender Operabilidad Comportamiento al Tiempo Comportamiento a Recursos

2.5 Árboles de decisión

La utilización de árboles de decisión parte de que el uso de éstos muestra las posibles causas de un mal funcionamiento de un sistema mediante la enumeración de los componentes sospechosos y sus respectivos modos de fallo que pueden haber inducido el problema (Villegas, 2012).

En el contexto investigativo, los árboles de decisión han sido un gradiente efectivo en análisis de datos, tal es el caso de Ulf Johansson, Henrik Boström y Tuve Löfström en su trabajo denominado “Conformal prediction using decision trees” en el cual realizan estudios exhaustivos donde se evalúa el efecto de diferentes decisiones algorítmicas sobre predictores (Johansson *et al.*, 2013).

Así mismo, en un trabajo orientado al área de la salud titulado “Decision Tree's Induction Strategies Evaluated on a Hard Real World Problem” en donde se evaluaba un problema del mundo real reflejado en los datos de fracturas ortopédicas con 2.627 casos, descritos por 23 atributos y una decisión con tres valores posibles usando árboles de decisión (Zorman *et al.*, 2003).

De esta manera vemos que para gran variedad de casos se utiliza los árboles de decisión para el análisis de datos y la predicción. En el caso de este trabajo se busca darle uso en la generación de una métrica cuantitativa en términos de calidad en usabilidad, en pro de generar mayor precisión a la hora de definir los puntos débiles de la usabilidad de una aplicación así como sus fortalezas.

3. MARCO EXPERIMENTAL

Debido a lo acotada que se presentan las características de usabilidad en el estándar ISO mencionado, se realizó una ampliación de los elementos de calidad que se tienen en cuenta a ser verificados en un aplicativo, de tal manera que se pueda cuantificar la calidad por medio de una métrica de usabilidad.

Tomando como punto de referencia los diferentes componentes que conforman o constituyen la interacción usuario máquina, la usabilidad tiene como principal rol, fortalecer, mejorar y acortar la distancia de aprendizaje en el uso e interacción entre el usuario que utiliza la aplicación y el desarrollo de la aplicación.

Por estos motivos, el estudio y el desarrollo de metodologías, guías, manuales y test de usabilidad aumentan el grado de importancia al avanzar las tecnologías que tengan interacción usuario máquina. De tal manera que se plantea generar un test de usabilidad aplicable a los diferentes sitios web de la actualidad, identificando y mostrando cuatro componentes o subgrupos estructurales básicos de un sitio web (Olsina & Rossi, 2002).

La planificación del test de usabilidad se realizó con base en los trabajos de (Orjuela, 2011), (Rojas, 2010) y (Manrique, 2005).

El diseño, la navegabilidad, el contenido y la búsqueda como componentes agrupan características similares de diferentes tipos de sitio web. Estos componentes tienen aspectos que se pueden evaluar, dependiendo de su funcionalidad, ubicación, calidad, diseño y estructuración del mismo.

- **Contenido:** Producto o información plasmada dentro del sitio web, permitiendo identificar el objetivo y el por qué de la existencia del mismo. Es la principal característica de un sitio dado al peso que ejerce frente al receptor en su aceptación o negación.
- **Navegabilidad:** Capacidad que posee un sitio web de facilitar el desplazamiento interno, con el fin de proporcionar los recursos, contenidos e información de manera concisa.
- **Búsqueda:** Componente web que permite buscar información, datos o elementos dentro o fuera de un sitio web, que dependiendo de la naturaleza del sitio toma gran peso en el uso del mismo.
- **Diseño:** Actividad que consiste en la planificación y organización de la estructura y de la forma en la cual se va a representar el contenido, buscando un alto impacto en el usuario y atención en los puntos principales del sitio.

El test de usabilidad está conformado por 84 preguntas divididas en cuatro componentes o subgrupos estructurales básicos dependiendo de su naturaleza, organizadas en subgrupos basados en la topología y enfoque de cada pregunta que permite evaluar cada componente en respuestas binarias, ver Tabla 2.

Tabla 2: Aplicación de Características según ISO/IEC 9126

Características	Sub-características
1. Contenido	1.1. Fiabilidad, veracidad, privacidad y coherencia de la información. 1.2. Enlaces y conexión entre subpáginas e información 1.3. Visibilidad y calidad de los datos. 1.4. Caligrafía, fuente y manejo del texto.
2. Navegabilidad	2.1. Calidad y consistencia en los hipervínculos. 2.2. Cookies y control de uso de los sitios. 2.3. Estructura y navegabilidad dentro del sitio. 2.4. Coherencia entre links, información y sitio.
3. Búsqueda	3.1. Implementación y ejecución de formularios, testareas y entradas de información. 3.2. Legibilidad de la información suministrada o recibida. 3.3. Veracidad y calidad de los resultados obtenidos. 3.4. Flexibilidad y apoyo en las búsquedas. 3.5. Interfaces y despliegue de información.
4. Diseño	4.1. Diseño y estabilidad del contenido. 4.2. Presentación y orden en la visualización del sitio. 4.3. Estructura funcional y amigable al usuario. 4.4. Calidad de los gráficos, textos e información de la página.

Como resultado final del análisis de los elementos se obtiene los insumos para la elaboración de métricas con las cuales identificar falencias, problemas, calidad y veracidad de los componentes de un sitio.

Para este caso en particular, se tomó como elemento de representación de la información los árboles de decisión, de tal manera que se pueda realizar un razonamiento probabilístico, en la cual los nodos representan variables aleatorias y las aristas una relación directa de dependencias entre los nodos padre e hijo. Se considera una cantidad de nodos $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, como elementos de calidad y $P_{0,1}, P_{0,2}, P_{1,2}, \dots, P_{i,j}$ como conjunto de

pesos para las aristas, en donde las probabilidad conjunta de un elemento X_i es representada con la siguiente fórmula:

$$P(X_1, X_2, \dots, X_n) = (P_{i,j} \times X_i) + (P_{k,j} \times X_k) \quad (1)$$

Además sea $Y_{1,1}, Y_{1,2}, Y_{2,1}, \dots, Y_{i,j}$ preguntas del test de usabilidad las cuales en cada conjunto comprende un elemento de calidad y son calculadas de la siguiente manera.

$$X_i = (Y_{1,i} + Y_{2,i} + Y_{3,i} + Y_{j,i}) / N \quad (2)$$

La Figura 1 muestra la estructura del árbol de decisión para los elementos de calidad.

Cabe resaltar que los pesos $P_{i,j}$ de cada uno de las aristas es estipulado bajo las condiciones específicas del sitio web que se desea evaluar, ya que los componentes o subgrupos estructurales básicos pueden tener mayor relevancia según las características particulares del sitio.

4. DISCUSIÓN

Se tomó como caso de estudio el sitio Web de la Universidad Nacional Sede Manizales, <http://www.manizales.unal.edu.co> (ver Figura 2), el cual se representa de manera cuantificable con la ayuda de las preguntas que se encuentra en el Anexo 1, y que corresponde al primer nivel para estructurar el árbol de decisión con el cual obtener la métrica de usabilidad.

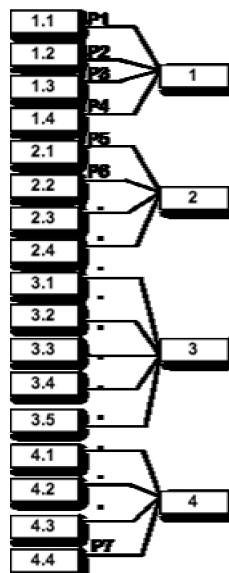


Fig. 1: Estructura Árbol de Decisión para Métrica de Usabilidad



Fig. 2: Sitio Web Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Las preguntas se encuentran agrupadas como se mencionó anteriormente en sub-características, cada una de las preguntas Y_i , correspondiente a una sub-característica, tiene como respuesta un valor binario (Si / No) con el cual se calcula el valor de la sub-características X_i por medio de la fórmula (2). Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: Características de calidad ISO/IEC 9126 y su evaluación

Características	Sub-características	X_i
1. Contenido	1.1. Fiabilidad, veracidad, privacidad y coherencia de la información.	1
	1.2. Enlaces y conexión entre sub-páginas e información	1
	1.3. Visibilidad y calidad de los datos.	1
	1.4. Caligrafía, fuente y manejo del texto.	1
2. Navegabilidad	2.1. Calidad y consistencia en los hipervínculos.	0,8
	2.2. Cookies y control de uso de los sitios.	0,8
	2.3. Estructura y navegabilidad dentro del sitio.	1
	2.4. Coherencia entre links, información y sitio.	1
3. Búsqueda	3.1. Implementación y ejecución de formularios, textareas y entradas de información	1
	3.2. Legibilidad de la información suministrada o recibida.	0,7
	3.3. Veracidad y calidad de los resultados obtenidos.	1
	3.4. Flexibilidad y apoyo en las búsquedas.	0,5
	3.5. Interfaces y despliegue de información.	0,8
4. Diseño	4.1. Diseño y estabilidad del contenido.	1
	4.2. Presentación y orden en la visualización del sitio.	1
	4.3. Estructura funcional y amigable al usuario.	1
	4.4. Calidad de los gráficos, textos e información de la página.	1

Con las características anteriormente presentadas se cuentan con los elementos cuantitativos para realizar el cálculo de la métrica de calidad, de tal manera que se represente gráficamente un índice de calidad para el sitio web evaluado.

Para este caso en particular, se requieren los pesos de las aristas del árbol de decisión, los cuales deben ser obtenidos por medio de la experticia del evaluador y las necesidades que se tengan en cuando a la hora de estudiar la calidad de un sitio web específico. Este aspecto no es diseñado en esta investigación, debido a la gran cantidad de diferencias y grupos de sitios web que existen, además, si se utilizaran los mismos pesos para todos los sitios, aunque se presentara un promedio de calidad, podría estar sobrecargando una rama del árbol, algo que entregaría información errónea si el sitio es especializado en un elemento en particular.

Para el caso de estudio, se muestra el árbol con sus debidos pesos en cada arista y los resultados de cada etapa del árbol en la Figura 3.

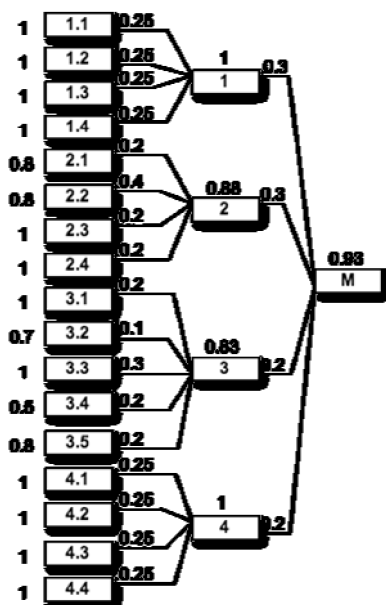


Fig. 3: Estructura Árbol de decisión evaluado

5. CONCLUSIONES

Teniendo como principal aporte la importancia de la usabilidad en las diferentes tareas de creación y desarrollo de sitios web, se han identificado características, componentes y elementos del sitio, que cumplen con estándares de calidad y usabilidad generando una mayor aceptación y facilidad de uso

del usuario final, con el fin de establecer la calidad de los componentes, mediante la acotación de los componentes y permitiendo ampliar la línea de aprendizaje y uso del sitio.

Con el presente caso de estudio y se demuestra que la evaluación y uso del test de usabilidad, permite cuantificar y determinar el grado de usabilidad que posee el sitio web, basados en los componentes y criterios expresados previamente y analizados mediante un árbol de decisión, que permiten la conceptualización del estado actual del sitio en materia de usabilidad.

El proceso de evaluación e implementación de modelos estadísticos como los arboles de decisiones permite generar valores con fácil cuantificación e interpretación para los usuarios, mejorando y resaltando bajo otros test que arrojan valores poco racionales para gran parte de los usuarios.

REFERENCIAS

- Energia. (2000). *Usabilidad. La gran desconocida*. E.comm.
- Fernández, A., Insfran, E., & Abrahão, S. (2010). *Evaluación de Usabilidad para Aplicaciones Web*. XXXVI Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2010), 18-22 Octubre 2010, Asunción, Paraguay. 2010.
- ISO/IEC 9126. (2001). Information Technology – Software Product Evaluation – Quality Characteristics and Guidelines for their use. International Organization for Standardization.
- ISUC. Instituto de Sociología UC. (2003). *Estudio de Usabilidad, banca online chilena*. Chile: Cámara de comercio de Santiago.
- Johansson, U., Boström, H., Löfström, T. (2013). *Conformal Prediction Using Decision Trees*. IEEE 13th International Conference on Data Mining.
- Manrique B., Guzmán, J. A. (2005). El manejo de calidad en la planificación de consultas para tecnologías de información web. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*. No. 5, vol. 1.
- Matera, M., Rizzo, F., & Toffetti, G. (2006). Web Usability: Principles and Evaluation Methods. In E. Mendes, & N. Mosley, *Web Engineering* (pp. 143-180). Springer Berlin Heidelberg.
- Moreno García, M. N., Miguel Quintales, L. A., García peñalvo, F. J., & Polo Martín, J. (2003). Aplicación de técnicas de minería de datos en la construcción y validación de modelos

- predictivos y asociativos a partir de especificaciones de requisitos de software. (J. J. Dolado, M. Piattini, M. Toro, & J. J. Cuadrado, Eds.) *CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org)*, 84.
- Olsina, L., & Rossi, G. (2002). *Measuring Application Quality with WebQEM*. IEEE Computing Society. Pp. 20-22.
- Orjuela, A., Esteban, L. A. y Rojas, M. (2011). Planificación del alcance en proyectos de software. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*. No. 18, Vol. 2.
- Pérez, M., Mendoza, L., & Grimán, A. (2005) *Modelo para estimación de la calidad de un Web Service*, pp. 3-6.
- Rojas, M. (2010). Planeación de proyectos de software bajo lineamientos del PMI. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*. No. 15, Vol. 1.
- Seffah, A., Kececi, N., & Donyaee, M. A. (2001). Framework for Quantifying Usability Metrics in Software Quality Models. En *Usability in Existing Software Quality Models*.
- Villegas Berbesi, T. (2012). *Aplicación de técnicas robustas para detección y diagnóstico de fallos*. Universidad de Valladolid.
- Zorman, M.; Podgorelec, V.; Kokol, P.; Peterson, M. y Lane, J. (2000). *Decision tree's induction strategies evaluated on a hard real world problem*. IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems, pp.19-24.