

Criterios para la evaluación de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje^{*1}

[Judgment guidelines for usability evaluation in virtual learning environments]

EDILMA L. DÍAZ GUTIÉRREZ², ANDREA C. ALARCÓN ALDANA³,
MAURO CALLEJAS CUERVO⁴

RECIBIDO: 06.08.2013 – APROBADO: 15.12.2013

Resumen

La calidad de un producto software aborda distintos aspectos, entre ellos la usabilidad, y al evaluarla, se afrontan algunas dificultades, como el desconocimiento de los atributos a evaluar, las características de los usuarios y objetivo del producto evaluado; en el caso de entornos virtuales de aprendizaje, deben permitir el desarrollo de procesos de incorporación de habilidades y saberes teniendo en cuenta que sus usuarios tienen distintos grados de conocimiento, edades e intereses, pertenecen a múltiples disciplinas y acceden desde distintos dispositivos. Dichas diferencias hacen que el proceso de evaluación de usabilidad de un entorno

* Modelo para la citación de este artículo:

DÍAZ GUTIÉRREZ, Edilma L.; ALARCÓN ALDANA, Andrea C. & CALLEJAS CUERVO, Mauro (2013). Criterios para la evaluación de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje. En: Ventana Informática No. 29 (jul-dic). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 29-44. ISSN: 0123-9678

- 1 Artículo de investigación científica y tecnológica proveniente del proyecto *Guía para la evaluación de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje*, ejecutado en el periodo 06/2012-06/2013, e inscrito en *Grupo de Investigación en GIS* de la *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*.
- 2 Ingeniero de Sistemas, Especialista en Ingeniería de Software, Estudiante Maestría en Tecnología Informática. Docente, Fundación Universitaria Juan de Castellanos (Tunja, Boyacá, Colombia), Integrante Grupo de Investigación en Software GIS –UPTC. Correo electrónico: edilmaleonordiaz@hotmail.com
- 3 Ingeniero de Sistemas y Computación, Especialista en Ingeniería de Software, Magister en Software Libre. Docente – Investigador, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC (Tunja, Boyacá, Colombia), Directora Grupo de Investigación en Software GIS –UPTC. Correo electrónico: acalarcon@gmail.com
- 4 Ingeniero de Sistemas, Especialista en Ingeniería de Software, Magister en Ciencias Computacionales. Docente – Investigador, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC (Tunja, Boyacá, Colombia), Integrante Grupo de Investigación en Software GIS –UPTC. Correo electrónico: maurocallejas@gmail.com

virtual de aprendizaje tenga unas características propias. Actualmente no existe un consenso en cuanto a los aspectos que se consideran para establecer factores de usabilidad en métodos de evaluación de calidad, lo cual motiva la construcción de otro tipo de aplicaciones web que dejan de lado aspectos propios de este factor, conllevando a que sean los usuarios quienes se adaptan a las características de la WebApp y no como debiera ser. Considerando lo anterior, se realizó un estudio de trabajos previos, modelos, normas y estándares de calidad, que permitieron analizar los principales atributos de usabilidad de las aplicaciones web y enfáticamente de los entornos virtuales de aprendizaje.

Palabras Clave: Modelo, estándar, usabilidad, entorno virtual de aprendizaje, calidad.

Abstract

The quality of a software product includes among its features , usability , which presents difficulties in its assessment, both by ignorance of the attributes that determine it , and because it depends on the characteristics of the target users and the evaluated and for virtual learning environments, they should allow the development of processes of incorporation of skills and knowledge, besides its users have varying degrees of knowledge, ages and interests, belong to multiple disciplines and access the software from different devices, and these differences make the process of usability evaluation of a virtual learning environment has its own characteristics. Currently there is no consensus as to the aspects considered in establishing usability factors in quality assessment methods, leading to the construction of Web applications that ignore specific aspects of this factor , and forcing users to adapt to the characteristics WebApp and not vice versa as it should be, considering the above, is presented a study of previous work, models, standards and quality standards, aimed at analyzing the main attributes of usability of web applications, specifically in virtual learning environments.

Keywords: model, standard, usability, virtual learning environment, quality.

Introducción

La calidad de un producto software, se divide en distintos aspectos, uno de ellos es la usabilidad; actualmente al querer establecer métodos que permitan evaluarla, se afronta la dificultad de determinar qué se

está evaluando en realidad, ya que los investigadores en esta área la conciben de diferentes formas: como la facilidad en la comprensión y operatividad del sitio, la interacción con ella misma, la facilidad de uso y la facilidad para encontrar lo que se necesita, entre otros.

De igual manera, se encuentra que la usabilidad de un producto software está ligada, al objetivo que este persiga y las características de sus usuarios; en el caso de entornos virtuales de aprendizaje, se tiene en cuenta que estos deben permitir desarrollar procesos de incorporación de habilidades y saberes, considerando distintos grados de conocimiento, edades e intereses, su pertenencia a múltiples disciplinas y el acceso desde distintos dispositivos; dichas diferencias hacen que el proceso de evaluación de usabilidad de un entorno virtual de aprendizaje tenga unas características propias.

En busca de unificar dichos criterios se realizó un estudio de trabajos previos, como:

- el de Alfonzo & Mariño (2011), que presenta una serie de características y subcaracterísticas adecuadas para este tipo de entornos a partir de la propuesta de diferentes autores.
- el modelo de calidad Mecacin⁵ (Pérez et al, 2007) basado en la heurística y algunas categorías del estándar ISO/IEC 9126 (ISO, 2001) como recurso para establecer los criterios de calidad; normas y estándares de calidad, denominadas de McCall.
- el modelo de calidad FURPS, acrónimo de Funcionalidad, Usabilidad, Confiabilidad, Rendimiento, Soporte, desarrollado en 1987 y soportado sobre el modelo McCall (Posada & Zapata, 2013, 13).
- el modelo de Dromey, el cual plantea que la calidad de un producto software está determinada por sus componentes en los cuales se ha de evaluar propiedades de calidad de corrección, propiedades internas, propiedades contextuales y propiedades descriptivas, complementadas con su documentación, presentadas por Posada & Zapata (2013, 15) y Sánchez Montaña (2011).
- el modelo de Boehm, presentado en 1978, según Fillottrani (2007), hace un reconocimiento explícito de que para ser considerado de calidad un producto software, debe ser fundamentalmente útil, vista en su facilidad de uso, fiabilidad y eficiencia, así como también se analizó los criterios de la norma ISO/IEC 25000, y la norma de calidad ISO 9126, principalmente.
- En este trabajo, además de las consideraciones mencionadas, se hace un estudio de los atributos de usabilidad propuestos por

5 Métrica para determinar Calidad de Credibilidad e Interacción de Cursos de Teleformación.

Nielsen (1993), para quien es un atributo de calidad que mide la facilidad de las interfaces web. Schneiderman et al. (2010, 126) y Cato (2001, 270), propusieron otros atributos a la propuesta de Nielsen, los cuales permiten llevar a cabo la evaluación de este factor de calidad.

Es así, que no existe un consenso en cuanto a los criterios a considerar al momento de establecer factores de usabilidad, para plantear métodos de evaluación de calidad, lo cual ocasiona que al construir sitios web se dejen de lado aspectos propios de este factor, ocasionando de esta manera que sean los usuarios lo que se adapten a las características de la *WebApps* o aplicación web, y no como debiera ser. De esta manera, se hace necesario realizar un estudio de trabajos previos, modelos, normas y estándares de calidad, con el fin de establecer los criterios de usabilidad a considerar para evaluar los entornos virtuales de aprendizaje, propendiendo por la organización de la información necesaria para el diseño y posterior evaluación de la usabilidad de este tipo de aplicaciones.

Con el fin de unificar los criterios propuestos por dichos autores, la investigación comprende los siguientes apartes: en primer lugar se lleva a cabo la identificación de modelos, normas y/o estándares que permitan establecer criterios de usabilidad que garanticen la calidad de aplicaciones web, a continuación se determinan las características propias de los entornos virtuales de aprendizaje para identificar los factores que se han de considerar al evaluar la usabilidad, por último, se proponen métricas y procesos que permitan medir y evaluar las características de usabilidad, como factor de calidad web en entornos virtuales de aprendizaje, representado en un listado de métricas y parámetros.

1. Fundamento Teórico

En este apartado del documento, se presentan algunos de los conceptos y teorías que han fundamentado la investigación, entre los cuales se menciona aspectos relacionados con algunos modelos, estándares, normas de calidad, y posteriormente se describe lo que es la usabilidad y entornos virtuales de aprendizaje, para de esta manera contextualizar sobre el propósito de la investigación.

1.1 Modelo de calidad

Según Pressman (2010, 338), un modelo de calidad permite identificar requisitos de calidad, así como su evaluación a partir de las características y las relaciones que se dan entre ellas, sin embargo, no se ha

de desconocer el avance tecnológico que ha contribuido a la creación de varios modelos que incorporan nuevas características a reconocer como factores de calidad que satisfacen las necesidades de los usuarios y que contribuyen a la ratificación de ella.

De los modelos considerados para el estudio, se ha establecido que los de mayor relevancia son McCall (McCall, Richards & Walters, 1977), FURPS (1992), de calidad ISO/IEC 9126 (2001) y Selby (2007), por presentar enfoques diferentes, dado que algunos consideran que los criterios de usabilidad han de estar orientados a evaluar características del producto, identificando atributos percibidos por el usuario, otros a requisitos no funcionales y los demás, por sus componentes, evidenciando una gran diversidad de criterios al evaluar la usabilidad, razón por la cual resulta necesario analizarlos con más detenimiento y así poder unificar criterios.

1.2 Estándares de calidad

Por ser reglas internacionales que garantizan la calidad de los productos, se encuentran en constante evolución según el campo de aplicación; dentro de los más relevantes se destaca la norma ISO/IEC 25000 (2005), que proporciona una serie de estándares, denominados Requisitos y Evaluación de Calidad de Productos de Software (SQuaRE), basadas en las normas ISO 9126 e ISO 14598 (Evaluación de Software), cuyo fin es gestionar la calidad del software, estableciendo métricas de calidad, modelos que garanticen la calidad interna, externa y en uso, tanto para cliente como para desarrolladores entre otros.

Dichos criterios, evidencian la evolución del estándar, incorporando nuevos criterios, conceptos matemáticos y métricas, haciendo visible que la usabilidad en ellas persigue el mismo objetivo, optimizar el uso de recursos del sistema, apoyándose en subatributos como la facilidad de comprensión, facilidad de aprendizaje y la operatividad.

1.3 Normas de calidad

Existe una gran correspondencia de la norma ISO 9000, pues en sus diferentes versiones presenta buenas prácticas que se aplican sobre el ciclo de vida de proyectos informáticos que contribuyen a mejorar los factores de calidad del software, en lo que respecta a procesos productivos y proceso del ciclo de vida a nivel de la organización, así como estrategias de calidad para la mejora de procesos, entre otras fundamentales al momento de establecer la calidad de una *WebApp*.

1.4 Usabilidad

La usabilidad, ha sido objeto de estudio por numerosos expertos en el tema, quienes han planteado diversas definiciones, que llevan a

afirmar que no solo se ha de concebir como la facilidad en lo referente a su uso; sino también en el grado de satisfacción que obtiene el usuario en lo inherente a los resultados que este le provee, teniendo en cuenta la calidad de los mismos y al facilitar los procesos que estas desarrollan.

Por lo anterior, la usabilidad se puede definir como una cualidad abstracta difícil de cuantificar de manera directa, para lo cual se hace necesario considerar los modelos propuestos por Nielsen (1993), Schneiderman et al (2010). y Cato (2001), que permitirán unificar criterios y establecer que la usabilidad corresponde no solo a la fácil interacción que esta tiene con el usuario, sino también al grado de satisfacción que se obtiene de los resultados que espera de la aplicación en uso.

1.5 Entornos Virtuales de Aprendizaje, EVA.

Cuando se habla de *e-learning* no se debe pensar que es simplemente disponer un curso en un computador, sino que también deben considerarse los diversos recursos de apoyo que facilitarán el proceso de enseñanza y en especial el soporte informático o plataforma sobre la cual se implantará.

Es ahí donde los EVA juegan un factor determinante, al ser los principales sistemas de gestión de conocimientos, debido a que integran características importantes de los diferentes entornos para aplicarlos en el aprendizaje; haciendo de la usabilidad uno de los principales criterios que se deben considerar al momento de implementarlos, pues de ello depende el éxito o fracaso de los mismos.

2. Metodología

Para el desarrollo de la investigación, inicialmente se efectuó una revisión de modelos, normas y/o estándares de calidad del software, con el objetivo de identificar, evaluar y analizar los criterios de usabilidad que contemplan y proponen para coadyuvar en el proceso de mejora de calidad de las aplicaciones web.

Una vez integrada dicha información, se estudiaron las características propias de los EVA; de esta manera al contar con la información organizada referente a los criterios de usabilidad en aplicaciones web y sus características, se obtiene el soporte fundamental para contribuir al proceso de fomentar la calidad en este tipo de aplicaciones, útiles en el contexto académico.

3. Resultados y discusión

3.1 Descripción de resultados

Se presenta inicialmente una recopilación de los principales trabajos e investigaciones relacionadas con el objeto del estudio, luego se identifican los criterios de usabilidad en aplicaciones web y, posteriormente, una síntesis de características propias de los entornos virtuales de aprendizaje, que permiten determinar un modelo apropiado que permita evaluar la calidad de este tipo de aplicaciones.

3.1.1 Trabajos relacionados. Teniendo en cuenta las características del estudio, se lleva a cabo una revisión de investigaciones previas, relacionadas con la evaluación de la usabilidad en los sitios web y las características de diseño de los EVA.

• **Modelos y estándares de calidad de usabilidad del software.** Dentro de los modelos de calidad se encuentra la investigación registrada por Alfonso & Mariño (2011), denominado *Modelo para el dominio e_banking (portales bancarios)*, que presenta una serie de características y subcaracterísticas de calidad de software, como se describe en la Tabla 1.

En este estudio, se realiza una revisión cuidadosa de trabajos similares, teniendo en cuenta el dominio de estudio, análisis e integración de las propuestas hechas por varios expertos para finalmente presentar su propuesta, a través de la cual se determina que las características más adecuadas para este tipo de aplicaciones son: empatía, usabilidad, eficiencia, funcionalidad, accesibilidad, velocidad de descarga, visibilidad e interactividad.

El modelo de calidad, según Pérez et al. (2007), recurre a la heurística y a algunas categorías del estándar ISO/IEC9126 como recurso para establecer los criterios de calidad, dando a conocer las categorías y subcategorías consideradas por la métrica propuesta:

- Funcionalidad: Exactitud, Idoneidad/Adecuación, Seguridad de las tareas.
- Usabilidad: Comprensibilidad, Operabilidad.
- Eficiencia: Comportamiento en el tiempo, Utilización de recursos, Accesibilidad.
- Contenido: Exactitud de información, Adecuación de la información, Legalidad.

Los resultados presentados por cada modelo, establecen características en común y otras divergentes, así como en su significado, evidenciando la no existencia de un único tipo de modelo de calidad, dificultando la unificación de criterios teniendo en cuenta las características planteadas,

comprobando la necesidad de analizar otros estudios en procura de hacer un consenso al respecto.

Tabla 1. Características y subcaracterísticas de calidad de software (Alfonzo & Mariño, 2011)

Características / Autor	Diniz et al. (2005)	Miranda et al. (2006)	Córdoba et al. (2007)	Hernández Ortega et al. (2008)
Empatía			X	
- Navegabilidad	X	X	X	X
- Personalización			X	
Usabilidad			X	
- Grado de atracción	X		X	
- Accesibilidad	X		X	
- Capacidad de aprendizaje			X	
Eficiencia			X	
- Tiempo de respuesta	X		X	
Seguridad			X	
- Integridad	X		X	X
- Confidencialidad	X		X	X
- Tolerancia a fallos	X		X	
Funcionalidad			X	
- Mantenibilidad			X	
- Interoperatividad			X	
- Servicios disponibles	X	X	X	X
Accesibilidad		X		X
Velocidad		X		X
Visibilidad				X
Interactividad				X

• **Metodologías de evaluación de la calidad de portales web.** Los estudios realizados por diferentes autores, no solo han planteado modelos y estándares de calidad, sino también metodologías, como el caso de la Metodología cuantitativa para la evaluación y comparación de la calidad de sitios web (*Web-site QEM*) (Olsina, 1999, 4), donde se establecen las fases y actividades propias del proceso de desarrollo de aplicaciones web, donde la especificación de los requisitos web de calidad, se llevan a cabo mediante actividades y procedimientos para la *elicitación*, modelado y especificación de los requisitos tomando como fundamento los modelos de calidad ISO 9126, IEEE 1061, McCall y Boehm, mostrados en la Tabla 2.

Web-site QEM recurre al árbol de requisitos que contempla una plantilla para las características y atributos esenciales de las aplicaciones web (eficiencia, confiabilidad, usabilidad y funcionalidad), que varían según el sitio, marcando la diferencia respecto a los artefactos de soft-

ware tradicionales. Como se observa, dichas características permiten determinar la calidad en entornos web al integrar criterios específicos brindando mayor flexibilidad y robustez a las actividades en el proceso de evaluación, comparación y selección de mecanismos en el proceso de evaluación.

Tabla 2. Descomposición de subcaracterísticas para usabilidad (Olsina 1999, 62)

	ISO 9126	IEEE 1061	Modelo de calidad para la web
Título	Usabilidad	Usabilidad	Usabilidad
Tipo	Característica	Característica	Característica
Sub-características	Comprensibilidad	Comprensibilidad	Comprensibilidad (global del sitio)
	Facilidad de aprender	Facilidad de aprender	Mecanismo en ayuda y retroalimentación
	Operabilidad	Operabilidad	Aspectos de interfaces
	Grado de atracción	Nivel de comunicación	Aspectos estéticos y de estilo

• **Técnicas orientadas a evaluar la usabilidad en portales web.** En este conjunto, se cuenta con las **técnicas orientadas a evaluar la usabilidad** de sitios web, propuestas por Sánchez (2011, 3), quien presenta los métodos de evaluación de usabilidad: inspección (p.e. evaluación heurística), indagación (p.e. entrevistas), test (p.e. test de usuario), costo (prioridad alta: de bajo costo lo cual causa obligatoriedad en su implementación, prioridad media: de costo respectivamente alto, causando una implementación opcional de acuerdo a la disponibilidad de los recursos, y prioridad baja: que contribuye a mejorar los resultados de las evaluaciones de usabilidad pudiendo obviarse).

Teniendo en cuenta la clasificación mencionada, Sánchez (2011, 4), ha priorizado los métodos según el uso teniendo en cuenta los métodos de evaluación de usabilidad:

- Evaluación heurística (prioridad alta): es obligatorio, debido a que implica el menor costo de implementación.
- Prototipos (prioridad media): debe utilizarse si se quieren mejorar la usabilidad de las interfaces software en conjunto, con la prueba heurística y evaluación por software, se recomienda utilizar las herramientas software sugeridas para facilitar y agilizar el diseño de los prototipos (proyectos *pencil* o *enim*, entre otros).
- Pruebas de usuario simplificado (prioridad media): es recomendable ser utilizado en conjunto con la prueba heurística y evaluación por software para mejorar la usabilidad de las interfaces a ser evaluadas. También, usarlo en conjunto con el laboratorio de usabilidad de bajo costo propuesto para esta metodología de usabilidad y accesibilidad.

- Laboratorio de usabilidad (prioridad baja⁶): recomienda usarse en conjunto con la prueba heurística y evaluación por software para mejorar la usabilidad de las interfaces a ser evaluadas, así como utilizar laboratorio de usabilidad si se realizan pruebas de usuario simplificado. Esta técnica se considera de fácil implementación, por ser de tipo heurístico y las herramientas utilizadas para asignar prioridades para construir recursos de evaluación las descomponen en subcaracterísticas y atributos medibles.

La norma ISO SQuaRE, revela Fernández (2009, 47), al ser aplicada a productos web, puede considerarse como la definición más completa de usabilidad, ya que la descompone en subcaracterísticas y atributos medibles, utilizando como instrumento de evaluación los modelos de clases, navegación, presentación, código; **asociados a atributos de usabilidad**. Tales subcaracterísticas se han clasificado según el artefacto donde se aplica; sus métricas son operadas sobre los instrumentos establecidos, teniendo en cuenta sus límites para identificar el riesgo del problema⁷.

Moreno, González & Echartea (2008, 5) describen la herramienta SW-AQUA para la evaluación de la calidad en uso de los sitios web basada en el estándar ISO/IEC 9126-1, con métricas que permiten medir cada subcaracterística y la integración de métricas (internas y externas) asociadas en la calidad definida como la capacidad de un producto de software de facilitar a usuarios específicos, alcanzar metas específicas con efectividad, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto de uso específico y ecuaciones de calidad de uso.

En el contexto latinoamericano se han adelantado estudios con el mismo enfoque, como la Metodología para la evaluación de Usabilidad en Sitios web. En Colombia, Claros & Collazos (2009, 3), presentan un Modelo de Medición de Usabilidad que la define en términos de Criterios, Métricas y Atributos, sintetizándolo en seis criterios: Aprendizaje, Operatividad, Satisfacción, Contenido, Eficiencia y Eficacia; demostrando que los métodos de evaluación: heurística, entrevista, revisión de estándares integraban un buen número de **elementos subjetivos y objetivos**, ofreciendo una visión más integral del estado real de la Usabilidad en los sitios web.

6 Se le ha asignado prioridad baja porque las pruebas de usuario se pueden realizar sin el apoyo de un laboratorio de usabilidad. Con el laboratorio se consigue grabar las sesiones de los usuarios en las pruebas de usuario para profundizar en el análisis de los resultados después de realizadas las pruebas.

7 Puede ser: grave, medio, leve, no hay problema, esto a partir de los rangos de valores posibles que tome la métrica (reales entre 0 y 1).

• **Modelos de evaluación de usabilidad de entornos virtuales de aprendizaje.** Los EVA se han convertido en un recurso vital dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, dado que apoya al docente en el proceso de formación permitiéndole fortalecer y, en especial, aprovechar los recursos tecnológicos con que se cuenta. Ferreira & Sanz (2009, 9), presenta un análisis de los actuales entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje, EVEA, considerando cuatro niveles de evaluación: análisis de características funcionales y de interfaz, evaluación heurística y un recorrido cognitivo, test de usuario (basado en preguntas), método de indagación por cuestionarios, primer nivel, nivel de experiencia que necesita el usuario de acuerdo a su rol.

Otra de las propuestas es la de Sánchez et al. (2002, 9), con base en un diseño centrado en el usuario ciego, cuya idea es crear prototipos sucesivos para minimizar errores y evitar resultados no deseados; en entornos basados en audio que contiene cuatro etapas específicas (Análisis, Diseño, Implementación, Validación), con instrumentos de evaluación específicos (pauta de evaluación de prototipo, pauta de evaluación heurística, pauta de evaluación de usuario final, pauta de entendimiento del software, pauta de facilitador, audio Gramm, tareas cognitivas, test cognitivos).

Es necesario resaltar, entonces, que la usabilidad se ha convertido en uno de los factores críticos al **garantizar el éxito o fracaso de cualquier sitio web**, según consideran Sánchez, Sicilia & Rodríguez (2012, 370), y en especial a los EVA, al ser uno de los principales recursos de apoyo con los que se cuenta en la formación académica (escasa investigación).

Evidenciando la no coincidencia respecto a los criterios, ratificando la necesidad de estudiarlos en detalle e integrarlos para así proponer una guía de evaluación de la usabilidad donde se integren y faciliten, en entornos virtuales de aprendizaje; la identificación de los criterios de usabilidad propuestos por diversas normas, con los modelos y/o estándares a partir de las experiencias, tomados como fundamento en la investigación.

3.1.2 Criterios de usabilidad en aplicaciones web. Tomando como referente los fundamentos teóricos y la revisión de literatura inherente a modelos, normas y/o estándares, **se establecen los criterios de usabilidad** que fomentan la calidad de aplicaciones web (Tabla 3). En ella, se considera el factor Usabilidad, uno de los más relevantes en el contexto de estudio y a la vez se puede identificar la necesidad de integrarlos a causa de su diversidad, para profundizarlos conceptualmente, establecer prioridades y determinar directrices a evaluar.

Tabla 3. Criterios de usabilidad en aplicaciones web

Factor	Criterio	McCall	FURPS	Dromey	Boëhm	ISO 9126
Usabilidad		X		X	X	X
	Operabilidad	X				
	Entrenamiento	X				
	Comunicación	X				
	Facilidad de comprensión					X
	Facilidad de aprendizaje					X
	Operatividad					X
Facilidad de uso			X		X	
	Factores humanos		X			
	Factores estéticos		X			
	Consistencia de la Interfaz		X			
	Documentación		X			

3.1.3 Características de los entornos virtuales de aprendizaje. De acuerdo con la información analizada, se presenta una síntesis de las características propias de los EVA, que se han de considerar para establecer un modelo dirigido a evaluar sus factores de calidad, especialmente, la usabilidad:

- Basados en herramientas tecnológicas que le dan el carácter *virtual*
- Favorecen el aprendizaje
- El estudiante es el centro de la actividad formativa
- Clara orientación al aprendizaje activo y participativo
- Interactivo entre los participantes del proceso
- Crean espacios en los que es posible la formación, relacionarse, comunicarse y gestionar datos, además de procesos administrativos
- Se observa interacción sincrónica y/o asincrónica
- Facilitan el trabajo colaborativo
- Logran una flexibilidad en el tiempo y espacio
- Necesitan de un soporte y de una cultura mínima
- Integran los medios tecnológicos (elemento del diseño curricular)
- Aprovechan la comunicación **de los medios para favorecer la transmisión** de información
- Conocen y utilizan los lenguajes y códigos (icónicos, cromáticos y virtuales)
- Permiten actualizar en forma constante los contenidos
- Gestionan realmente el conocimiento
- Logran un enriquecimiento colectivo del proceso de aprendizaje sin límites geográficos
- Permiten una reducción de los costos

- Con una sola aplicación se puede llegar a un mayor número de personas
- Eliminan barreras espaciales y temporales
- Pueden utilizar herramientas y medios diversos
- Cuenta con un buen número de recursos para interactuar con las personas
- Permite una mayor conciliación entre lo familiar y lo laboral o educativo
- Requieren de nuevos niveles de interacción **por parte de docentes** y estudiantes (cambio de actitud frente al mismo proceso de aprendizaje)
- Abren espacio para un tipo de aprendizaje más *integral*
- Permiten el seguimiento del *historial educativo* del estudiante
- Ofrece diversidad de herramientas de evaluación
- Integra infinidad de fuentes de conocimiento (carácter casi *ilimitado*)
- Deben ser cómodos y ágiles, simples, adaptables, amigables
- Deben ser *convenientes* (adaptables al entorno y los requerimientos)
- Tipo de licencia
- Disponibilidad de un soporte para la internacionalización
- Compatibilidad con el sistema de la organización
- Documentación de apoyo sobre la propia plataforma.

3.2 Discusión de resultados

Teniendo en cuenta que, de acuerdo con la revisión **bibliográfica** realizada, se evidencian pocos estudios relacionados con la usabilidad de los ambientes web, se ha establecido la importancia de adelantar más estudios, pero orientados a los EVA por ser un área de estudio no explorada. La investigación permitió identificar los principales modelos, normas y estándares **que abordan la usabilidad como su principal fundamento**, permitiendo categorizar, profundizar y establecer aquellos de mayor relevancia.

Por otra parte, se determinó la lista de las características propias de los entornos virtuales de aprendizaje, para identificar los factores que se han de considerar al evaluar la usabilidad. Tales características ubican a la usabilidad como un factor determinante en la interacción con los EVA, pues establece el grado de satisfacción, interacción, gusto, grado de conocimientos que adquirirá el estudiante, así como el logro de los objetivos planteados por el docente, al interactuar con estas y por consiguiente el grado de aceptación de las mismas por cualquier tipo de educando.

4. Conclusiones

- La calidad de software permite identificar las características del proceso y el producto, haciendo uso de modelos propuestos por la Ingeniería del Software, que buscan reducir la brecha entre usuarios y desarrolladores, y enfocar los esfuerzos hacia la consecución de resultados útiles, en función de la usabilidad, que se convierte en un factor determinante al momento de evaluar la calidad en una aplicación web.
- Se cuenta con pocos estudios referentes a la evaluación de usabilidad en entornos web, sin embargo se ha podido establecer que los existentes toman como referente la norma ISO 9126 complementada con modelos propuestos por expertos en Ingeniería de Software, los cuales contemplan las características y sub-características de usabilidad, desde perspectivas diferentes, lo que hace necesario un estudio detallado y comparativo con el fin de unificar criterios y poder diseñar una guía para la evaluación de la usabilidad en EVA.
- Los criterios de usabilidad son determinantes para diseñar un entorno virtual de aprendizaje, con el fin de facilitar el uso de los componentes que permiten transferir el conocimiento. En esta investigación se han identificado como principales criterios: la operabilidad, operatividad, factores estéticos, consistencia de la interfaz, facilidad de uso, documentación, entrenamiento, comunicación, factores humanos, facilidad de comprensión y facilidad de aprendizaje.
- Los resultados arrojados en la presente investigación son base fundamental para establecer posteriormente un modelo de evaluación de usabilidad en Entornos Virtuales de Aprendizaje, propendiendo de esta manera por el mejoramiento de la calidad de software y de la calidad de las estrategias de apropiación y transferencia de conocimiento.

Referencias bibliográficas

- ALFONZO, Pedro L. & MARIÑO, Sonia I. (2011). Revisión de modelos de calidad orientados a sitios web bancarios: Estudio preliminar [en línea]. En: Técnica Administrativa, Vol. 10, No. 04. Buenos Aires (Argentina): Ciencia y Técnica Administrativa - CyTA. ISSN 1666-1680<<http://www.cyta.com.ar/ta1004/v10n4a2.htm>> [consulta: 22/10/2013]
- CATO, John (2001). User-Centered web Design. New York (NY, USA): Addison Wesley. 320 p. ISBN: 0-201-39860-5
- CLAROS, Iván D. & COLLAZOS, César A. (2009). Propuesta Metodológica para la evaluación de la Usabilidad en Sitios Web: Experiencia Colombiana [en línea]. En: X Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador, Interacción 2009, (07-09/09/2013), Armenia (Colombia): Asociación para la Interacción Persona-Ordenador, AIPO. p. 165-174. <<http://www.aipo.es/articulos/4/18.pdf>> [consulta: 22/10/2013]
- FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, Adrián (2009). WUEP: Un Proceso de Evaluación de Usabilidad Web Integrado en el Desarrollo de Software Dirigido por Modelos [en línea]. Tesina de Máster (Máster en Ingeniería del Software, Métodos Formales y Sistemas de Información). Valencia (España): Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Sistemas Informáticos y Computacionales. 173 p. <<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11924/WUEP%20-%20Un%20Proceso%20de%20Evaluacion%20de%20Usabilidad%20Web%20...pdf?sequence=1>> [consulta: 22/10/2013]
- FERREIRA SZPINIAK, Ariel & SANZ, Cecilia V. (2009). Hacia un Modelo de Evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje. La importancia de la usabilidad [en línea]. En: TE&ET, Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, No. 04 (oct). La Plata (Argentina): Universidad Nacional de La Plata. p. 10-21. ISSN: 1850-9959. <teyet-revista.info.unlp.edu.ar/nuevo/files/No4/TEYET4-art02.pdf> [consulta: 22/10/2013]
- FILLOTTANI, Pablo R. (2007). Calidad en el Desarrollo de Software: Modelos de calidad de software [en línea]. Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina): Universidad Nacional del Sur, Depto. Ciencias e Ingeniería de la Computación. <<http://www.cs.uns.edu.ar/~prf/teaching/SQ07/clase6.pdf>> [consulta: 30/09/2013]
- ISO (2001). ISO/IEC 9126-1:2001. Geneva (Switzerland): International Organization for Standardization, ISO.
- ISO (2005). Norma ISO/IEC 25000:2005 [en línea]. Geneva (Switzerland): International Organization for Standardization, ISO. <<http://iso25000.com>> [consult: 13/09/2013].
- MCCALL, Jim A.; RICHARDS, Paul K. & WALTERS, Gene F. (1977). Factors in Software Quality. Volume I. Concepts and Definitions of Software Quality. RADC TR-77-369, US Rome Air Development Center Reports NTIS AD/A-049 014 (nov). 168 p.
- MORENO S., Mario R.; GONZÁLEZ, Gabriel & ECHARTEA, Diana (2008). Evaluación de la Calidad en Uso de Sitios Web Asistido por Software: SW-AQUA [en línea]. En: Avances en Sistemas e Informática, Vol. 5, No. 1 (may). Medellín (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Ingeniería de Sistemas. p. 147-154. ISSN: 1657-7663. <dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2731144> [consulta: 22/10/2013]
- NIELSEN, Jakob (1993). Usability Engineering. San Diego (USA): Elsevier. 116p. ISBN: 0-12-518406-9
- OLSINA, Luis Antonio (1999). Metodología Cuantitativa para la Evaluación y Comparación de la Calidad de Sitios Web [en línea]. Tesis Doctoral (Doctor en Ciencias). La Plata (Argentina): Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Exactas. 266 p. <http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/home/downloads/pdfs/Web-site_QEM_VF.pdf> [consulta: 22/10/2013].
- PÉREZ IBARRA, Marcelo; PÉREZ OTERO, Nilda; MÉNDEZ, Sandra; GARCÍA, Adelina; GÁLVEZ DÍAZ, María del Pilar; QUINCOCES, Viviana Elizabet; LIBERATORI, Héctor; FIORITO, Beatriz & LASSERRE, Cecilia María (2007). Construcción y validación del cuestionario: Métrica de Calidad de Credibilidad e Interacción de Cursos de Teleformación [en línea]. En: TE&ET: Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, No. 2 (jul). La Plata (Argentina): Universidad Nacional de La Plata. p. 30-38. ISSN: 1850-9959 <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/14164/Documento_completo.pdf?sequence=1> [consulta: 19/11/2013]

- POSADA AGUDELO, Laura & ZAPATA J., Carlos Mario (2013). Métricas de calidad de Software [en línea]. 21 p. Medellín (Antioquia, Colombia): Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Facultad de Minas. <pis.unalmed.edu.co/~cmzapata/cursos/calidad/pres10.ppt> [consulta: 30/09/2013]
- PRESSMAN, Roger S. (2010). Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. México. D.F. (México): McGraw-Hill, 765 p. ISBN: 978-607-15-0314-5.
- SÁNCHEZ ALONSO, Salvador; SICILIA URBAN, Miguel A. & RODRÍGUEZ GARCÍA, Daniel (2012). Ingeniería del Software: Un enfoque desde la guía SWEBOK. México D.F. (México): Alfaomega Grupo Editorial. 568 p. ISBN: 978-607-707-420-5.
- SÁNCHEZ MONTAÑO, Víctor A. (2011). Métricas de Calidad de Software [en línea]. Nicolás Romero (México): Universidad Tecnológica Fidel Velázquez. <<http://www.slideshare.net/hopdie/metricasmmm>> [consulta: 22/10/2013].
- SÁNCHEZ, Jaime H.; JORQUERA, María L.; MUÑOZ, Elizabeth L. & VALENZUELA, Érika E. (2002). Cognición de ciegos con ambientes virtuales basados en sonido [en línea]. En: VI Congreso Iberoamericano de Informática Educativa (20-22/11/2002), Vigo (España): RIBIE. Actas del VI Congreso RIBIE. 12 p. <<http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt2003729182343paper-333.pdf>> [consulta: 22/10/2013]
- SÁNCHEZ, Walter (2011). Compendio de estándares, métodos, técnicas y buenas prácticas de ingeniería de la usabilidad orientado a sitios web en El Salvador [en línea]. En: Concapan XXXI El Salvador (09-11/11/2011). San Salvador (El Salvador): IEEE Sección El Salvador<http://ewh.ieee.org/r9/el_salvador/concapan/descargas/memoria_secciones/Viernes_11/izalco/P45.pdf> [consulta: 19/11/2013]
- SCHNEIDERMAN, Ben; PLAISANT, Catherine; COHEN, Maxine & JACOBS, Steven (2010). Designing de user interface, Strategies for effective human-computer interaction. Upper Saddle River, (NJ, USA): Pearson Education. 639 p. ISBN: 0321537351
- SELBY, Richard W. (ed.) (2007). Software Engineering: Barry W. Boehm's Lifetime contributions to Software Development, Management, and Research. Hoboken (NJ, USA): John Wiley and Sons, Inc. 816 p. ISBN: 978-0-47014873-0.