

Implementación de un ambiente virtual colaborativo – especificación de un metamodelo de usabilidad

Implementing a collaborative virtual environment – specification for a usability metamodel

Maria L. Villegas R.¹, Hamilton A. Hernández A.² y William J. Giraldo O.³

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados de la primera fase de un macroproyecto que comprende la construcción de un ambiente virtual colaborativo. Se pretende seleccionar una de cinco interfaces propuestas para dicho ambiente, teniendo en cuenta el nivel de usabilidad de cada una de ellas. Para especificar los criterios de medición de las interfaces se realizó un estudio de diversos estándares de usabilidad y patrones de diseño centrados en el usuario para especificar un metamodelo de usabilidad, el cual define las variables y reglas a tener en cuenta en la medición del nivel de usabilidad de las interfaces gráficas de usuario para ambientes virtuales colaborativos. Adicionalmente, se da un vistazo al uso de metáforas en la especificación de interfaces gráficas de usuario como fuentes de nuevos aspectos de usabilidad y satisfacción en el uso de dichas interfaces.

Palabras clave: usabilidad, metamodelo de usabilidad, metáfora, ambiente virtual colaborativo.

ABSTRACT

This research presents the results of the first phase of a macro-project for constructing a collaborative virtual environment. It was aimed at selecting a graphical interface from five proposed for such environment, considering each one's level of usability. Several standards of usability and user-centered design patterns were studied for specifying interface measurement criteria for specifying a usability metamodel; this defined the variables and rules to be taken into account when measuring graphic user interface (GUI) usability level for collaborative virtual environments. The use of metaphors when specifying graphic user interfaces is also briefly looked at as a source of new usability and satisfaction related to such interface use.

Keywords: usability, usability metamodel, metaphor, collaborative virtual environment.

Recibido: mayo 30 de 2008

Aceptado: marzo 2 de 2009

Introducción

En la actualidad se encuentra que la adquisición de productos o servicios depende en gran medida del nivel de calidad alcanzado por cada uno de ellos. Por esta razón, todos los tipos de industrias que desean ser competitivas en el mercado han incrementado la aplicación de modelos de calidad en sus procesos.

Específicamente, en la industria del *software*, se han definido varios aspectos que se deben medir a la hora de definir la calidad de un producto, tales como: confiabilidad, seguridad, usabilidad, rendimiento (Kan, 2003), siempre buscando la satisfacción de los clientes.

Existen instituciones que han trabajado en la estandarización de aspectos de calidad en el *software*, por ejemplo la ISO (International Organization for Standardization), la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) y la IEC (International Electrotechnical Commission). Estos estándares proporcionan a las empresas prácticas y tecnologías convenientes, ampliamente aceptadas, con el fin de ayudar en el manejo y empleo de métodos de ingeniería. Sin embargo, la medición del *software* se encuentra en una fase en la que terminología, principios y métodos aún están

siendo definidos, consolidados y acordados (Ferreira *et al.*, 2006).

En lo que respecta a *software*, hay tres clases de entidades cuyos atributos se desean medir (Calero, 2005; Kan, 2003):

Procesos: son actividades *software* que normalmente conllevan el factor tiempo.

Productos: son entregables, artefactos o documentos generados en el ciclo de vida del *software*.

Recursos: son todos aquellos elementos que se usan para la producción de *software*.

Este proyecto se enfocó principalmente en la medición de productos, específicamente en una de las dimensiones de la calidad del *software*: la usabilidad, la cual se ha convertido en una de las características más importantes para los usuarios a la hora de utilizar un producto *software*. Es importante resaltar que la definición de estándares para esta dimensión de calidad no es ajena a la presentada anteriormente para el *software* en general. Teniendo en cuenta esto, se realizó una recopilación y clasificación de los conceptos más importantes relacionados con medición, en especial de la usabilidad, con el fin de definir un conjunto de reglas, lineamientos y asociaciones para construir la primera versión de un me-

¹ Ingeniera de sistemas y computación, Universidad del Quindío, Colombia. Docente investigador, Universidad del Quindío, Colombia. mlvillegas@uniquindio.edu.co

² Ingeniero de sistemas y computación, Universidad del Quindío, Colombia. Docente investigador, Universidad del Quindío, Colombia. hahernandez@uniquindio.edu.co

³ Ingeniero electricista y M.Sc., en Automática, Universidad del Valle, Colombia. Candidato a Doctor, Ingeniería Informática, Universidad de Castilla-La Mancha, España. Director, grupo de Investigación SINFOCI, Universidad del Quindío, Colombia. wjgiraldo@uniquindio.edu.co

tamodulo de usabilidad, enfocado principalmente en medir la satisfacción de los clientes al interactuar con la interfaz de un sistema *software* dentro de un contexto muy específico. En este artículo se describe el proceso que se llevó a cabo para definir dicho metamodelo y los resultados obtenidos de la primer fase de un macroproyecto que pretende construir un ambiente virtual colaborativo, con atributos de usabilidad para una unidad administrativa, en el que los usuarios se sentirán satisfechos al ser atendidos por dicho sistema. Durante la ejecución del proyecto se pretende definir también qué patrones se deben usar para construir un ambiente virtual colaborativo y cómo medir su usabilidad.

Medición de la usabilidad

Según Jakob Nielsen (1993), aunque medir la usabilidad puede resultar demasiado costoso, realizar esta práctica vale la pena, ya que las métricas pueden ayudar a los directores de proyectos a corregir cuestiones de diseño durante el proceso de desarrollo y en las decisiones de soporte relacionadas con la generación del *release* de un producto.

Los factores principales que deben considerarse al hablar de usabilidad son la facilidad de aprendizaje, la efectividad de uso y la satisfacción con la que las personas son capaces de hacer sus tareas gracias al uso del producto con el que están trabajando, factores que descansan en las bases del diseño centrado en el usuario (Díaz, *et ál*, 2005; Sauro y Kindlund, 2005), (Standardization ISO 9241-11, 1998).

Para la especificación de las reglas y conceptos que rigen el metamodelo de usabilidad, se llevó a cabo una amplia revisión documental dirigida por una revisión sistemática con la cual se pretendía encontrar respuestas a las siguientes preguntas: ¿existen medidas de calidad relacionadas con la usabilidad? ¿existen medidas de calidad en usabilidad relacionadas con la satisfacción?, y ¿existen modelos de calidad relacionados con la satisfacción? Dicha revisión documental permitió recopilar un amplio conjunto de métricas, medidas y modelos utilizados para medir la usabilidad de varios tipos de sistemas *software*⁴ y específicamente la satisfacción que experimentan los usuarios al interactuar con estos. Adicionalmente a modelos de satisfacción, existen también diversas herramientas para medir la calidad del *software*, por ejemplo: de sitios y páginas *web*, como WEBQUAL y WAMMI; similarmente, WebTango (Ivory y Hearst, 2002), desarrollado en la Universidad de Berkeley, que cuenta con parámetros o criterios para medir la calidad automáticamente.

A partir de la información mencionada anteriormente, se construyó una tabla que contiene la clasificación de la información relacionada con cada medida y la dimensión de la usabilidad con la que está asociada. Se adoptó un estándar para nombrar cada medida, de tal forma que fuera claro si debía contener un valor. De esa forma se eliminaron medidas que no cumplían con este estándar.

Luego de asociar cada medida a las dimensiones o conceptos relacionados con la medición de la usabilidad, se hizo una clasificación de dichas medidas a un nivel de abstracción más general. Dicha clasificación arroja como resultado las categorías de aspectos de usabilidad que se deben medir:

A nivel de la eficiencia:

- Eficiencia con respecto al tiempo

- Eficiencia en la interfaz
- Facilidad de aprendizaje-entendibilidad

A nivel de la efectividad:

- Efectividad con respecto a las tareas
- Efectividad con respecto a los errores
- Efectividad de la interfaz

A nivel de satisfacción:

- Facilidad de uso
- Navegabilidad – navegación
- Nivel de uso
- Velocidad
- Calidad de la conexión
- Calidad de la información - Contenido
- Calidad de la interfaz
- Calidad de los datos
- Calidad del esquema – Presentación
- Conformidad del usuario

A nivel de seguridad:

- Nivel de seguridad

Con el fin de obtener una versión más completa del metamodelo de usabilidad, se revisaron las metáforas como fuentes de nuevos requerimientos de usabilidad para las interfaces gráficas de usuario.

Metáforas en el diseño de interfaces usables

Generalidades

A medida que las aplicaciones tecnológicas resuelven problemas cada vez más complejos y se hacen más sofisticadas, los ingenieros y diseñadores de *software* se enfrentan con el problema de construir interfaces de usuario entendibles, cómodas, fáciles de usar y de aprender, para que los usuarios puedan concentrarse en la solución de sus problemas y evitar que el manejo de la herramienta se convierta en otro problema para ellos.

Algunos investigadores argumentan que las interfaces de usuario deberían concordar muy de cerca con la forma como este piensa respecto a una tarea y que las interfaces deberían reflejar los modelos mentales de la gente (Alty, Knott, Anderson y Smyth, 2000).

Un acercamiento a este problema, muy comúnmente utilizado por diseñadores de interfaces, es el uso de metáforas. Una metáfora implica presentar una idea nueva en términos de otra más familiar (Landay, 2002). En términos concretos, una metáfora es usada para representar fielmente un sistema no computacional, plasmando los elementos presentes, sus propiedades y sus comportamientos en un sistema de cómputo, de modo que los usuarios se sientan familiares con el entorno al momento de usarlo; dicha familiaridad garantiza que las interfaces sean recordables e intuitivas, características directamente asociadas con la usabilidad.

Para identificar algunos aspectos generales de usabilidad del metamodelo, nos parece apropiado mencionar las siguientes metáforas identificables en situaciones cotidianas, como también otras utilizadas comúnmente en el diseño de interfaces gráficas de usuario:

-*El escritorio de trabajo*: metáfora usada por muchos sistemas operativos para brindar al usuario la idea de que está trabajando en un escritorio común y corriente, en el cual puede encontrar con facilidad la información o herramientas que más emplea para realizar su trabajo diario (Hearst, 2004) (Figura 1).

⁴ En este trabajo se adoptó el concepto medida, en lugar de métrica, por la sustentación presentada en Bertoa, Troya y Vallecillo (2006); Ferreira *et ál.* (2006).

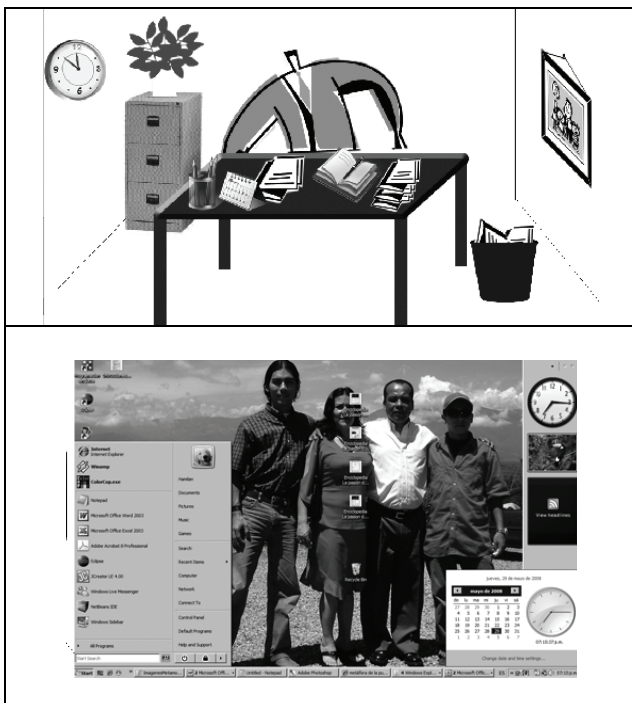


Figura 1. Metáfora del escritorio de trabajo

-El archivador de documentos: usada por algunos gestores de información, donde se almacenan y se realizan búsquedas de documentos basados en criterios como el nombre, asunto, fecha y otros campos importantes; por ser una representación en un computador, esta metáfora permite ampliar el tipo de documentos que almacena el archivador, incluyendo archivos de audio y video.

-El libro: muestra un contenido de cualquier tipo agrupado en páginas ordenadas y numeradas, en las cuales puede encontrarse la información con la distribución y diagramación que se le da a una revista, periódico, cartilla, etcétera.

-La agenda de citas: metáfora en la que se administran compromisos, citas, eventos y demás actividades asignadas a una fecha y horario específico.

-El ayudante o acompañante: metáfora donde se formulan interrogantes con ciertas palabras claves relacionadas con la ejecución de tareas y un elemento interactivo brinda información basado en preguntas frecuentes, información más consultada o novedosa, o más importante o relevante, y demás.

-Metáfora de la puerta: ha sido usada durante mucho tiempo para simular la disponibilidad de una persona en una oficina, específicamente, una puerta abierta corresponde a “disponible para comunicación”, una puerta parcialmente abierta significa “ocupado pero interrumpible”, y finalmente una puerta cerrada, “no disponible para comunicación”.

-Metáfora de la grabadora de voz: al igual que un calendario, permite guardar recordatorios de eventos en formato de audio.

-Metáforas de navegación: normas establecidas para la navegabilidad en el software, donde la ubicación, forma o apariencia de los objetos del mismo se relacionan directamente con su funcionalidad; aquí se encuentran enunciados como el mencionado anteriormente: “avanzar es hacia la derecha”. Esta metáfora se plasma normalmente en íconos con imágenes que muestran las normas

establecidas a nivel mundial, por ejemplo, una flecha hacia la derecha representa la funcionalidad AVANZAR. (Barr et ál., 2002)

-Metáfora de la cartelera de anuncios o pared: este elemento permite la divulgación pública de información ubicándola en un lugar accesible a cierto grupo de personas; una implementación de la funcionalidad de esta metáfora puede verse hoy en día en el *Super Wall* usado en Facebook, por ejemplo.

Existen muchas más metáforas que podrían tenerse en cuenta; sin embargo, se han seleccionado únicamente las que más relación tienen con una unidad administrativa, que serán tenidas en cuenta en una fase posterior del macroproyecto para especificar una única metáfora, tal como lo sugieren Alty et ál. (1999).

Aspectos de usabilidad en sistemas construidos a base de metáforas

Ya que los sistemas construidos teniendo en cuenta metáforas han sido diseñados basados en aspectos funcionales reales, e intentan dar una apariencia similar a como lucen en realidad, es necesario incluir entre las medidas de la usabilidad del sistema algunos aspectos que miden la correlación entre el sistema real (no computacional) y el sistema de cómputo; estos aspectos pueden ser relevantes a tareas, métodos o apariencia, en los cuales se observan el realismo, la consistencia y el buen uso. Por ejemplo:

-Características que contiene el software esperadas por los usuarios (tareas)

-Significado de los íconos para los usuarios (apariencia)

-Comportamiento del sistema esperado por los usuarios al realizar una acción sobre la interfaz (métodos)

-Complejidad de un proceso o los pasos necesarios para llevarlo a cabo (métodos)

Estos aspectos se tuvieron en cuenta durante el análisis de la especificación del metamodelo de usabilidad, y gran parte de ellos fueron incluidos como atributos asociados a las metaclases.

Como complemento a la identificación de elementos que deben estar presentes en las metáforas a los cuales se les medirá la usabilidad, y para una fase posterior del macroproyecto, se debe tener en cuenta un conjunto de patrones para la construcción de software usable, en este caso, relacionados con ambientes virtuales colaborativos.

Patrones para la construcción de software usable

Un patrón de interacción entre el ser humano y el computador (HCI) es una forma efectiva de transmitir experiencias sobre problemas recurrentes en el dominio HCI, que incluye detalles de diseño de la interfaz de usuario.

Existe un número de catálogos de patrones de HCI que llevan a cabo una cantidad significativa de conocimientos de diseño reusables, los cuales tienen el potencial de dirigir todo el proceso de diseño de interfaces de usuario. Dependiendo del tipo de aplicación, pueden categorizarse de acuerdo a diferentes facetas de interfaces de usuario, tales como la navegación, información/contenido e interacción (Douglass, 1999).

Durante la búsqueda de patrones de usabilidad y HCI nos encontramos con patrones de diseño de interfaces gráficas que prometen un alto grado de usabilidad, los cuales especifican qué elementos deberían estar presentes en la interfaz y de qué manera (Van Welie, et ál., 2000); algunos otros patrones

indican qué elementos no deberían incluirse en una interfaz gráfica de usuario (Hearst, 2004); otros patrones son un poco más explícitos e indican la manera como se deben implementar, teniendo en cuenta la plataforma, el dispositivo y demás.

Cabe también decir que pensar en la usabilidad del sistema basándose únicamente en la interfaz gráfica de usuario es un pensamiento errado, ya que la interacción sobre estas interfaces gráficas puede generar eventos inesperados que deben ser manejados correctamente si se quiere llamar “usable” al software. Por esto, algunos patrones arquitectónicos definen no sólo las responsabilidades asignadas a los componentes de la interfaz gráfica sino también lo que corresponde al núcleo de la aplicación.

Ya que este proyecto propone un ambiente virtual, es necesario también tener en cuenta los patrones ajustables a las aplicaciones de realidad virtual, que señalan ciertos elementos que deberían incluirse en la definición del escenario virtual, de modo que sea fácilmente navegable por los usuarios y que, además de representar fielmente la metáfora, agregan mejoras para que la experiencia sea satisfactoria.

Algunos patrones HCI identificados como posibles candidatos para usar en el momento de diseñar y construir interfaces gráficas usables para el ambiente virtual colaborativo, son:

-Aplicables a interfaces gráficas en general:

- El escudo: el usuario puede accidentalmente seleccionar una función que tiene efectos irreversibles, este patrón aplica para administración de errores, se implementa normalmente con una ventana o conjunto de ventanas donde se pide al usuario la confirmación de la ejecución de estos procesos (Van Welie et al., 2000).
- Filtrado progresivo (*Progressive filtering*): permite al usuario alcanzar su objetivo mediante la aplicación de filtros secuenciales (Douglass, 1999). Es decir, la información se puede categorizar y mostrarle al usuario ciertas opciones, esto se hace iterativamente hasta que finalmente llegue a la información que busca.
- Subsitio (*Subsite*): menú principal superficial que dirige a los usuarios a subsitios más pequeños con arquitecturas simples de navegación (Douglass, 1999).
- Búsqueda por palabras claves (*Key-word search*): Motor de búsqueda (Douglass, 1999).
- Progreso (*The progress pattern*): muestra al usuario si aún está ejecutando o no una tarea, en algunos casos se incluye información como los pasos restantes para completar una tarea o el tiempo que falta y la tasa de transferencia en un envío de archivos (Douglass, 1999).
- Pop up emergente 2D o 3D: al disparar un evento sobre un objeto 2D o 3D, aparece cerca de este un conjunto de acciones disponibles identificadas mediante íconos.
- Mapa del sitio: patrón muy usado en sitios web con subsitios y secciones en las cuales se estructura la información, aquí el usuario puede encontrar todos los vínculos a las diferentes secciones del sitio web, ofreciéndole otra forma de llegar rápidamente a lo que busca.

-Aplicables a interfaces gráficas 2D:

- Migajas de pan (Bread Crumbs): ofrecen en la interfaz gráfica un rastro de navegación desde la página inicial hasta la actual (Douglass, 1999). Windows Vista, por ejemplo, ha cambiado su tradicional barra de dirección por una implementación de este patrón, donde además de mostrar la ruta a seguir desde la raíz de la unidad se puede ir a cualquiera de estos directorios con un solo clic.
- Menú vertical permanente a la izquierda/derecha (*Permanent vertical menu at left/right*): consiste en un menú vertical que se repite a través de todas las páginas de un sitio; puede tener uno o múltiples niveles de acoplamiento.

-Aplicables a interfaces gráficas 3D:

- Patrón del Avatar: en los escenarios virtuales suele representarse al usuario con un personaje animado que ayuda a visualizar lo que se está haciendo, dónde está ubicado, qué características y qué opciones tiene. Y en ambientes virtuales colaborativos donde aparecen múltiples Avatar en representación de múltiples usuarios, permite conocer el estado de los otros usuarios, por ejemplo, ausente, ocupado, disponible. Aplicaciones como Second life, Trueplay y algunos chat 3D implementan este patrón.
- Patrón identificable Place (Tanner et al., 1998): este patrón plasma, en un ambiente virtual, la imagen de un lugar o entidad conocida, en nuestro caso una unidad administrativa, usando su identidad, de modo que los usuarios asocien de inmediato a un objeto o conjunto de ellos con un lugar, entidad, organización y demás.
- Mapa del sitio 3D: adaptación del “mapa del sitio” de las páginas web; en el escenario 3D se le brinda al usuario un mapa en el que puede encontrar objetos 3D interactivos que le indican el lugar donde se encuentra y aquellos a los cuales se puede desplazar.

Luego de realizar el estudio sobre los estándares de usabilidad relacionados con las metáforas y los patrones, se llegó a la conclusión de aplicar dichos estándares en la fase II del macroproyecto, el cual comprende la construcción de cinco interfaces propuestas para el ambiente virtual colaborativo. A continuación se presentan los resultados obtenidos durante la definición del metamodelo de usabilidad.

Primera versión del metamodelo de usabilidad

Contexto

Las medidas involucradas con la usabilidad que se obtuvieron en base a la revisión sistemática, corresponden al nivel M0 o nivel del producto en ejecución, si se tiene en cuenta la arquitectura de cuatro niveles de MOF (Ferreira et al, 2006). Por esta razón, se hizo un trabajo de clasificación y agrupación de conceptos y atributos para que fuera posible expresar el metamodelo de usabilidad al nivel M2 de la arquitectura MOF, que corresponde al nivel de metamodelo.

Según su descripción, cada medida tiene asociados un conjunto de atributos, tales como: descripción, método de medición, escala de medición. Algunas medidas también tienen asociada una fórmula, la cual permite calcular su valor dependiendo de los valores

tomados por otras medidas. Tal como está expresado en el documento “Metamodelo para la medición del software” (Ferreira et ál., 2006), cada medida tiene una forma de establecerse. De acuerdo con esto y con los documentos consultados de donde se extrajeron dichas medidas, a cada tipo de medida se asoció su forma de medir. Sin embargo, hay todavía muchas medidas a las cuales no se les ha definido su forma de medir, ni la escala de medición. La Tabla 1 muestra la definición de la medida: “Tiempo en llevar a cabo la tarea”.

Tabla 1. Definición de la medida: “Tiempo en llevar a cabo la tarea”

TIEMPO EN LLEVAR A CABO LA TAREA	
Atributos	Descripción
Descripción	El tiempo necesario para completar exitosamente una transacción
Método de medición	usuario debe registrar los eventos de iniciar y terminar una tarea
Escala de medición	0,1,2,3. La escala está definida como sigue: 0 --> tiempo <= 3 minutos 1 --> 3 minutos < tiempo <= 5 minutos 2 --> 5 minutos < tiempo <= 10 minutos 3 --> tiempo > 10 minutos

Modelo de usabilidad

El trabajo de clasificación enfocado a las medidas arrojó los siguientes conceptos, los cuales pertenecen al nivel M1 según MOF (Atkinson, Kühne y González-Pérez, 2003):

- Medida base
- Cálculo de medida
- Medida derivada
- Definición de criterios de evaluación
- Indicador
- Test con usuarios
- Secuencia de pasos

Se debe tener en cuenta que cualquier aspecto de calidad asociado con un conjunto de mediciones debe estar delimitado para un dominio específico de aplicaciones. Esta clasificación y asociación de aspectos involucrados con aplicaciones Web y medición de usabilidad, arroja como resultado otro conjunto de conceptos también ubicados a nivel M1 según MOF:

- Aplicación web
- Enlace
- Funcionalidad
- Modelo de usabilidad
- Sitio web
- Usabilidad
- Página web
- Efectividad
- Interfaz Web
- Eficiencia
- Elemento de construcción
- Satisfacción
- Texto
- Seguridad
- Gráfica

Según la literatura asociada con los conceptos mencionados, se construyó una definición estructural de acuerdo a la especificación de cada uno de ellos, la cual contiene su descripción y un conjunto de atributos que los caracterizan, lo que se conoce como la definición de un conjunto de clases en el lenguaje UML. Con el fin de tener un nivel de organización del modelo, se agruparon las clases en los paquetes: Medición, Aspectos de calidad y Dominio

de AAplicaciones, tal como lo muestra la Figura 2.

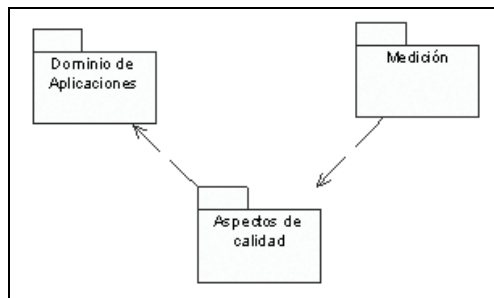


Figura 2. Paquetes del modelo de usabilidad

Los siguientes diagramas de clases expresados en UML ilustran una vista estructural donde se mapean las relaciones entre las clases contenidas en cada paquete.

Paquete Medición: el propósito de este diagrama de clases es el de reseñar los conceptos claves involucrados en un proceso de medición y la forma como se relacionan (Figura 3).

Paquete Aspectos de calidad: el diagrama de clases ilustrado por la Figura 4, despliega los aspectos de calidad o dimensiones relacionadas con la usabilidad.

Paquete Dominio de aplicaciones: el diagrama de clases ilustrado por la Figura 5, exhibe los conceptos relacionados con el dominio de las aplicaciones a las cuales se les adjuntan los modelos de calidad y la forma como se relacionan.

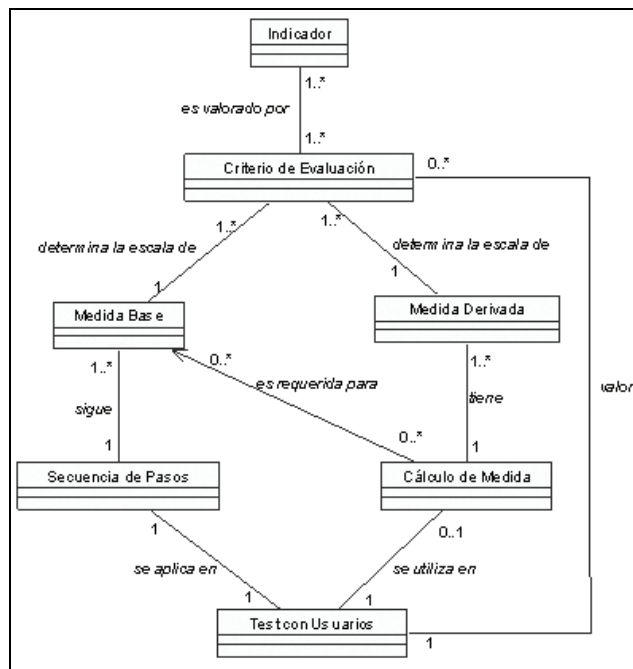


Figura 3. Diagrama de clases, paquete “mMedición”

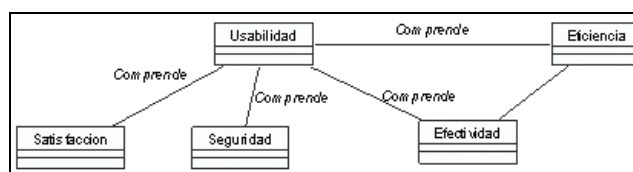


Figura 4. Diagrama de clases, paquete “Aspectos de calidad”

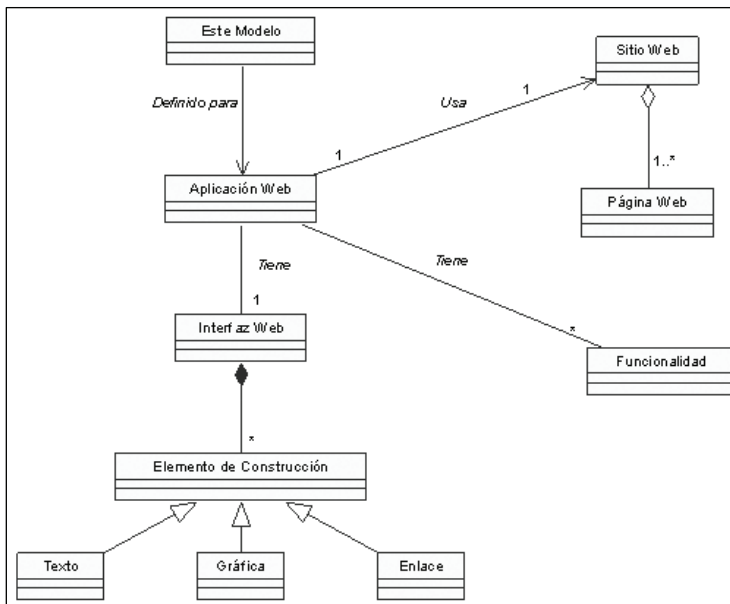


Figura 5. Criterios de Usabilidad a nivel de "Dominio de aplicaciones"

Metamodelo de usabilidad

Los diagramas descritos en la sección anterior están expresados a nivel de modelado; no obstante, este trabajo está orientado a expresar un metamodelo, lo cual nos obliga a subir un nivel más en la arquitectura MOF (nivel M2). Afortunadamente, la literatura consultada en Ferreira, et ál. (2006) e Ivory (2001), nos permite clasificar aún más estos conceptos, teniendo como resultado los siguientes:

Con respecto a las medidas:

- Medida
- Método de medición
- Proceso de medición

Con respecto a los aspectos de calidad y tipos de aplicaciones:

- Modelo de medición
- Tipo de aplicación
- Elemento a evaluar
- Componente medible
- Atributo de calidad

La Figura 6 muestra la definición estructural para este metamodelo, el cual define los elementos claves y la semántica de un modelo para realizar procesos de medición de aspectos de calidad a diferentes tipos de aplicaciones software:

Definición de conceptos

Proceso de medición: aquel por el cual se asignan números o símbolos a los atributos de calidad de las entidades en el mundo real, de tal manera que las definan de acuerdo con reglas claramente establecidas (Díaz, Montero y Aedo, 2005). Para este macroproyecto, el proceso de medición de la usabilidad pretende satisfacer la necesidad de saber cuál de un conjunto de interfaces es más usable, y específicamente, cuál produce mayor satisfacción a los usuarios a la hora de sentirse atendido.

Medida: correspondencia de un dominio real a un mundo formal matemático. Es decir, pasar a datos numéricos lo que se observa

en el mundo real. Una medida no puede ser interpretada sin una unidad de medición y tipo de escala (Díaz, et ál., 2005).

Elemento a evaluar: es la característica o propiedad física o abstracta que comparten los componentes medibles de un tipo de aplicaciones determinado; todos los elementos que hacen parte de las interfaces o aplicaciones a los que se les toma medidas.

Método de medición: secuencia lógica de operaciones y potenciales heurísticas, expresadas de forma genérica, que permite la realización de una descripción de actividad.

Componente medible: objeto que se caracteriza mediante la medición de sus elementos.

Modelo de medición: define un conjunto de atributos de calidad y sus relaciones, lo cual proporciona una base para especificar requisitos de calidad y evaluar la calidad de los componentes medibles para determinado el tipo de aplicaciones.

Tipo de aplicación: conjunto de aplicaciones que comparten ciertas características y requerimientos esenciales de funcionamiento.

Atributo de calidad: elemento definido con el fin de identificar el nivel de calidad de un componente o elemento específico de una entidad.

A continuación se muestra una relación metaclasses - instancia entre las abstracciones descritas anteriormente, con el fin de involucrar el modelo descrito anteriormente con el metamodelo (Tabla 2).

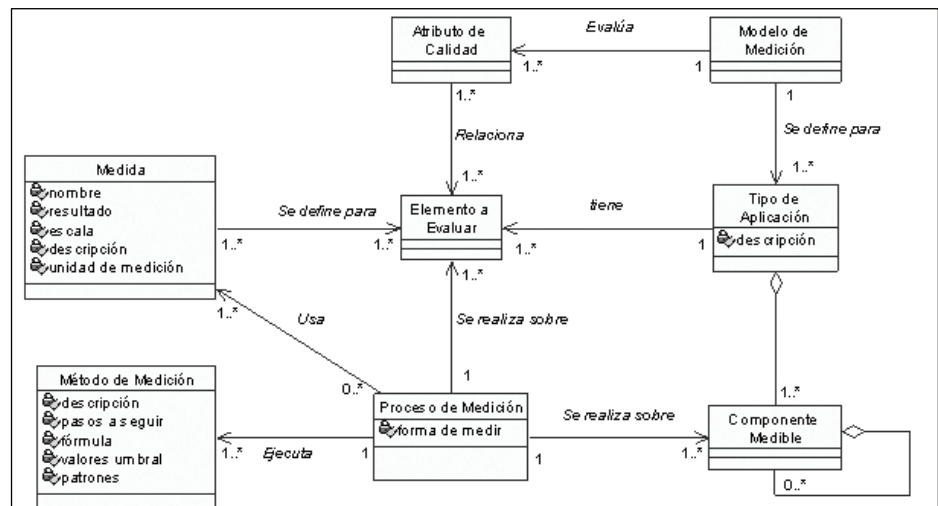


Figura 6. Diagrama de metaclasses, metamodelo de usabilidad

Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo hemos presentado una propuesta que sirve como apoyo en la definición de los aspectos a tener en cuenta a la hora de medir la usabilidad de una aplicación, a nivel de modelo y metamodelo. Se pretende para la fase II del proyecto, construir las interfaces del ambiente virtual colaborativo y en base al metamodelo definido especificar y aplicar el proceso de medición de la usabilidad, concretamente para medir la satisfacción de los usuarios del ambiente. La proyección de este trabajo también involucra la identificación de las medidas y modelos de usabilidad para ambientes de realidad virtual.

Tabla 2. Relaciones metacalse – Clase con respecto al modelo descrito en el artículo

METACLASE	EJEMPLO DE INSTANCIA PARA ESTE PROYECTO
Proceso de medición	Test con usuarios
Medida	Medida Base Medida Derivada Indicador
Elemento a evaluar	Sitio Web Página Web
Método de medición	Definición de Criterios de Evaluación Secuencia de Pasos Cálculo de Medida
Componente Medible	Interfaz Web Elemento de Construcción Funcionalidad
Modelo de Medición	El Modelo descrito en la sección 6.2
Tipo de Aplicación	Aplicaciones Web
Atributo de Calidad	Usabilidad Eficiencia Efectividad Satisfacción Seguridad

Se debe tener en cuenta que los reportes obtenidos durante la aplicación de modelos de medición para cualquier conjunto de atributos de calidad de un tipo específico de aplicaciones, se utilizan para definir estrategias de cambio a los productos, posiblemente en forma de requerimientos.

Se debe considerar que la mayoría de las métricas y propuestas que se estudiaron están pensadas para diseño y pruebas de usabilidad; sin embargo, el metamodelo estará concebido para levantar constantemente información de la satisfacción.

Debido a que existe una definición muy amplia de las medidas relacionadas con la usabilidad del *software*, durante el proceso de medición de la usabilidad de determinado tipo de aplicaciones es importante identificar y clasificar las medidas a tener en cuenta para que sean las apropiadas en el tipo de aplicación que se está evaluando.

Al estudiar los sistemas y su comportamiento e intentar plasmarlos en un sistema computacional, son muchas las características a tener en cuenta para que los usuarios se sientan cómodos y perciban las interfaces del *software* como amigables y fáciles de usar. Ya que el conocimiento puede verse como evolutivo basándose en metáforas, el estudio de estas puede ser muy provechoso. En este proyecto se ha llevado a cabo un estudio intenso sobre la fundamentación de la creación de *software* basado en metáforas, comprendiendo que es una herramienta potente, tenida en cuenta de manera tácita por muchos procesos de desarrollo y patrones de diseño. Se ha definido una posible metáfora para usar al momento de plasmar en interfaces gráficas de usuario un sistema colaborativo para acceso de información en una unidad administrativa.

Esperamos finalizar la implantación de un laboratorio de usabilidad con el fin de comprobar la calidad de dichos modelos y el impacto que se tiene frente al desarrollo de estos tipos de sistemas, al igual que confiamos en que estos mismos modelos, patrones, metáforas y reportes técnicos hagan parte de dicho laboratorio para el servicio de la comunidad.

Agradecimientos

Presentamos nuestros agradecimientos al proyecto “Implementación de un *framework* para la evaluación de usabilidad de aplicaciones *software* soportado en la creación de un Laboratorio de

Usabilidad”, en colaboración con la Universidad del Cauca y cofinanciado por Colciencias.

Bibliografía

- Alty, J.L., Knott, R.P., Anderson, B., Smyth, M., A framework for engineering metaphor at the user interface., *Interacting with Computers*, Vol. 13, 2000, pp. 301-322.
- Atkinson, C., Kühne, T., Gonzalez-Perez, C., Understanding Metamodelling., Oct, 2003.
- Barr, P., Biddle, R., Noble, J., A Taxonomy of UserInterface Metaphors., School of Mathematical and Computing Sciences Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand, 2002.
- Bertoa, M. F., Troya, J. M., Vallecillo, A., Measuring the usability of software components., *The Journal of Systems and Software*, Vol. 79, 2006, pp. 427-439.
- Calero, C., Modelos de calidad software, *Calidad y Medición de Sistemas de Información*. Departamento de Informática. Universidad Castilla La Mancha. 2005
- Díaz, M. P., Montero, S., Aedo, I., *Ingeniería de la Web y Patrones de Diseño*., Pearson Education S.A (ed), 2005.
- Douglass, B. P., *DOING HARD TIME - Developing Real-Time Systems With UML, Objects, Frameworks, and Patterns*., Addison – Wesley Object Technology (ed), 1999.
- Ferreira, M., García, F., Ruiz, F., Bertoa, M. F., Calero, C., Vallecillo, A., Piattini, M., Mora, B., *Medición del Software Ontología y Metamodelo*., Departamento de Tecnologías y Sistemas de la Información, Castilla La Mancha, 2006.
- Hearst, M., *Metaphor in User Interfaces*., User Interface Design & Development Course, Berkeley University, 2004.
- Ivory, M. Y., *An Empirical Foundation for Automated Web Interface Evaluation*., Graduate Division Of The University Of California, University Of California, Berkeley, 2001.
- Ivory, M. Y., Hearst, M. A., *Improving Web Site Design*., *Usability and the Web*, 2002, pp. 56-63.
- Kan, S. H., *Metrics and Models in Software Quality Engineering, Software Quality Metrics Overview*., 2 editon, Addison-Wesley (ed), 2003, pp. 85-125.
- Landay, J., *Conceptual Models & Interface Metaphors*., Georgia Institute of technology, 2002.
- Nielsen, J., *Usability Engineering*., Morgan Kaufmann, 1993.
- Sauro, J., Kindlund, E., A Method to Standardize Usability Metrics Into a Single Score., in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*.CHI 2005, ACM Press: Portland, Oregon, USA, 2005, pp. 401-409
- Standardization, I.O.f., *ISO 9241-11 Part 11 Guidance on usability*., 1998.
- Tanney, S., Schwartz, P., Yen, S., Shen, L., Furness, T., *A Design Method for Virtual Environments Using Narrative and Pattern Languages*., Technical Report R-98-13, Human Interface Technology Lab. University of Washington, 1998.
- Van Welie, M., Van der Veer, G. C., Eliëns, A., *Patterns as Tools for User Interface Design*., Vrije Universiteit, Department of Computer Science, 2000.