

Especificación de Métricas de Usabilidad Mediante el Uso de Léxico Extendido del Lenguaje y Escenarios

Juan Carlos Moreno¹, Marcelo Martín Marciszack¹, Mario Alberto Groppo², Juan Pablo
Fernandez Taurant¹,

*Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información (CIDS)
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba
Maestro Lopez Esq. Cruz Roja Argentina - Ciudad Universitaria
Córdoba - República Argentina*

{jmoreno33, marciszack, jtaurant}@gmail.com ¹, sistemas@groppo.com.ar ²

Abstract

En este trabajo se presenta una propuesta metodológica que permita definir y mantener atributos de usabilidad y sus métricas de evaluación integrándolos al ciclo de vida de desarrollo del software. Los atributos de usabilidad serán identificados en etapas tempranas del desarrollo a partir del modelo de negocio utilizando BPMN. Luego se realizarán diferentes transformaciones para integrarlos a una estructura denominada "Requirements Baseline", que utiliza el léxico extendido del lenguaje (LEL) y escenarios, donde se definirán las métricas de evaluación de los atributos y la relación que poseen con las diferentes sub-características y características de alto nivel en base a la estructura conceptual propuesta en ISO/IEC 25000 (SQUARE). Las métricas definidas en los atributos se utilizarán posteriormente para evaluar aspectos de usabilidad relacionados con la calidad del producto. Adicionalmente, permitirá mantener las especificaciones de usabilidad y sus métricas de evaluación en forma integrada al proceso de desarrollo de software.

1. Introducción

El perfil de los usuarios de aplicaciones informáticas se ha ampliado enormemente en la actualidad debido a sus diferentes necesidades, conocimientos y formas de acceder a los servicios. En este contexto, la usabilidad se constituye como una de las principales características a tener en cuenta para determinar la calidad del producto.

Muchos autores han propuesto distintos métodos para definir y evaluar atributos de usabilidad, pero todos ellos se ponen en práctica una vez finalizado el proceso de desarrollo. No existen en el mercado herramientas que permitan integrar las métricas de evaluación de atributos de calidad al proceso de desarrollo de software en sus distintas etapas.

En este trabajo se plantea el desarrollo de una metodología que permita detectar y definir atributos de usabilidad y sus métricas de evaluación en forma temprana y asistida minimizando la participación del analista. La metodología parte de un modelado de

negocio en BPMN, donde se utilizarán sus estereotipos para representar especificaciones de usabilidad, para luego introducirlas dentro del léxico extendido del lenguaje. Las especificaciones corresponderán a atributos y sub-atributos de usabilidad que deberá definir el usuario indicando también sus métricas. A su vez, los atributos y sub-atributos estarán relacionados con alguna de las características o sub-características de usabilidad que se encontrarán precargadas en función de la estructura conceptual definida en la norma ISO/IEC 25000 (SQUARE). Esto permitirá generar especificaciones de usabilidad y sus métricas de manera organizada acorde a normas de calidad, flexible y escalable en función de los modelos generados durante el ciclo de vida del desarrollo de software.

Las métricas definidas para las especificaciones de usabilidad serán utilizadas posteriormente para evaluar la calidad del producto.

Para explicar el proceso de modelado propuesto, el documento se organiza del siguiente modo:

- En la sección 2, denominada Estado del Arte, se detallan conceptos básicos y fundamentos teóricos relacionadas con la Usabilidad y el Desarrollo de Software Dirigido por Modelos;
- En la sección 3, denominada Elementos de Trabajo y Metodología, se presenta la propuesta metodológica como un procedimiento para la captura y especificación de características, criterios y subcriterios de Usabilidad, a los cuales se les asocian métricas predeterminadas;
- En la sección 3.1 se desarrolla un ejemplo práctico, a través del cual se desarrolla el procedimiento propuesto;
- Luego, en la sección 4 se analizan los resultados obtenidos, y en la sección 5 se plantean algunos aspectos de discusión en base al proceso y los resultados observados.
- Finalmente, en la sección 6, se presentan las conclusiones del trabajo.

2. Estado del Arte

El desarrollo de sistemas de información web se ha transformado en un proceso que busca construir

aplicaciones útiles y correctas para su uso. Uno de los objetivos de la Ingeniería de Software es construir aplicaciones de calidad, útiles a los usuarios finales, aplicando distintos métodos y principios [1]. La calidad de las aplicaciones web se mide muchas veces basándose en el sentido común de los desarrolladores [2].

Por lo general, en el proceso de construcción del software se hace énfasis en los aspectos de la arquitectura, la funcionalidad y la persistencia de cada proceso, no tratándose de forma adecuada la interacción y facilidad de uso. Por este motivo, el estudio de la usabilidad del software en entornos web ha tomado relevancia.

El concepto de usabilidad ha sido definido por varias normas de Organizaciones Internacionales de Estándares de Calidad (ISO, IEEE). En cada norma la usabilidad está relacionado a la calidad del mismo.

La norma ISO/IEC 9126-1 [3], se considera a la usabilidad como un parámetro de calidad del software. Se reconoce a la usabilidad como “la capacidad en que un producto de software puede ser entendido, aprendido y usado por determinados usuarios bajo ciertas condiciones en un contexto de uso específico”. Se contempla la calidad interna, externa y en uso de un producto de software [4]. A su vez, la usabilidad es descompuesta en sub-atributos, haciendo que algunos atributos sean más tangibles y se puedan medir [5].

La norma ISO/IEC 25000 (SQUARE) [6], contempla a la usabilidad bajo dos puntos de vista distintos: uno que contempla a la usabilidad desde el punto de vista del software, como producto en sí mismo; y el otro punto de vista desde la usabilidad de uso, desde la perspectiva del usuario.

A través de los distintos estándares se definen distintos atributos de la usabilidad, que sirven para formular métricas para la evaluación del software.

De este modo, se puede observar que existen muchas definiciones referidas a conceptos y aspectos relacionados con la usabilidad. Todas comparten algunos aspectos conceptuales, pero difieren en su alcance.

Pero la usabilidad es considerada en etapas finales de la construcción del software, cuando cualquier modificación afecta la arquitectura del sistema y el costo de cualquier modificación es alto [7], [8]. Una de las soluciones posibles a este problema, es incluir el análisis de la usabilidad en etapas tempranas, durante la fase de elicitación de los requisitos. Por esta razón se estudia el Entorno de Desarrollo de Software Dirigido por Modelos (DSDM) [9][10], también denominado MDD en el campo de la Ingeniería de Software, puesto que se busca saber si se considera la elicitación de requisitos de usabilidad en etapas de desarrollo tempranas de la construcción del software. En DSDM se busca la construcción de un software a través de una serie de modelos conceptuales que son independientes de la plataforma de implementación y representan del sistema de

información. A través de estos modelos se busca generar el código final del programa, aplicando una serie de transformaciones.

El proceso de transformación involucra cuatro niveles (ver Fig. 1), que están compuestos por una serie de modelos conceptuales:

- **Modelo Independiente de Computación (CIM):** en esta etapa la representación de los requisitos y del entorno es independiente de cualquier soporte de computación. Se lo denomina modelo de dominio, y para su construcción se utiliza vocabulario familiar a los expertos del dominio, sin que éstos sepan o tengan conocimientos técnicos de los artefactos que se utilizarán en la implementación del sistema.
- **Modelo Independiente de Plataforma (PIM):** Es un modelo de alto nivel de abstracción (modelo conceptual) independiente de cualquier tecnología o lenguaje de implementación. Puede ser implementado en cualquier plataforma específica.
- **Modelo Específico de Plataforma (PSM):** un PIM se transforma en uno o varios PSM. El PSM representa al PIM en una tecnología de implementación específica.
- **Código:** Es la transformación de cada PSM a código expresado en un lenguaje de programación específico para la transformación del sistema.

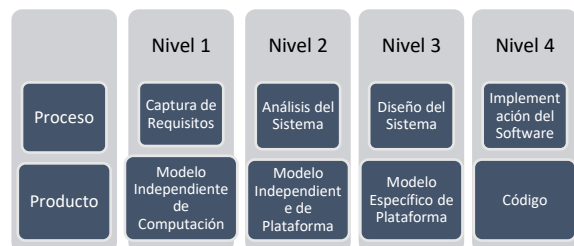


Figura 1. Esquema de Proceso de Model-Driven Architecture

Existen varios métodos de desarrollo de software de la Ingeniería web, que dan soporte al estándar MDD. Se pueden citar, como ejemplo, a los siguientes: OOHDM [11] [12], UWE [13] [14], OO-Method [15], OOH[16], OOWS[17], WebML[18].

El desarrollo de los sistemas Web en estos métodos, se lleva a cabo mediante modelos que capturan distintas vistas del sistema: un modelo estructural (modela contenido y comportamiento), un modelo de navegación (modela acceso al contenido) y un modelo de presentación abstracto (modela cómo el contenido es mostrado). Se debe considerar el nivel de abstracción de los modelos para poder evaluar las características de usabilidad.

Como consecuencia del Análisis del Modelo Conceptual de distintos modelos de diseño de software web, se llevó a cabo esta investigación donde surgió esta propuesta de trabajo con el fin de incorporar aspectos de usabilidad en forma temprana en el diseño de aplicaciones de entorno web.

3. Elementos de Trabajo y Metodología

La metodología propuesta se divide en tres diferentes etapas.

La primera etapa comienza con el modelado de negocio en BPMN [19], en donde las actividades resultantes serán mapeadas dentro de una estructura denominada Requirements Baseline [20] [21], propuesta por Leite, que permite representar el lenguaje de la aplicación mediante un conjunto de símbolos y su comportamiento en un momento específico a través de escenarios.

Para realizar el modelado se deberá cumplir lo siguiente:

- Cada especificación de usabilidad deberá definirse como una actividad con estereotipo “Regla de Negocio”, y asociarse a la actividad del modelo de negocio que deba satisfacer la especificación.
- Las especificaciones deberán definirse en términos de palabras reservadas que ya se encuentren contenidas en el vocabulario del LEL, cada palabra reservada corresponderá a un atributo de usabilidad de bajo nivel que contendrá su definición y métrica asociada. Dado el caso que la especificación no se encuentre definida como atributo de bajo nivel dentro del LEL, deberá definirla el especialista como se irá describiendo en la segunda y tercera etapa.
- Todas las actividades serán mapeadas a la Requirements Baseline como escenarios salvo las definidas con el estereotipo “Manual”.
- Las actividades de “Regla de Negocio” asociadas a una actividad con el estereotipo “Manual” no serán mapeadas.

Para el modelado de negocio se utilizará la herramienta Bizagi. El modelo resultante se exportará en formato XPDL [22] para ser utilizada en la siguiente etapa.

En la segunda etapa se utilizará la herramienta Baseline Mentor Workbench [23] (BMW), que contiene todas las funcionalidades necesarias para introducir en la Requirements Baseline las definiciones contenidas en el archivo XPDL obtenido en la etapa anterior.

Como se verá más adelante en un ejemplo de aplicación de la metodología, las especificaciones de usabilidad serán agregadas como restricciones en los escenarios y deberán definirse reglas en la herramienta BMW que permitan asociarlas a un atributo en función de si se encuentra definido o no dentro del vocabulario del LEL.

Finalmente, en la tercera etapa del proceso es donde se deben definir dentro del LEL los atributos de usabilidad y las métricas con la que se evaluarán para luego ser utilizados como palabra reservada en el proceso de modelado de la primera etapa. Cada atributo que se defina deberá asociarse a una subcaracterística, y ésta a su vez, con una característica de alto nivel, estableciendo relaciones jerárquicas entre sí formando un árbol de requerimientos de calidad.

La descomposición de características en subcaracterísticas estará precargada en el LEL y se basará en la estructura conceptual propuesta en ISO/IEC 25000 (SQUARE) [24]. También se ofrecerá un conjunto de atributos precargados con métricas definidas, ofreciendo la posibilidad al especialista de modificarlos, o bien, de generar nuevos atributos con sus métricas y asociaciones.

Las métricas definidas en los atributos serán utilizadas posteriormente para evaluar la calidad del producto.

Las etapas del proceso pueden observarse en la figura 2.

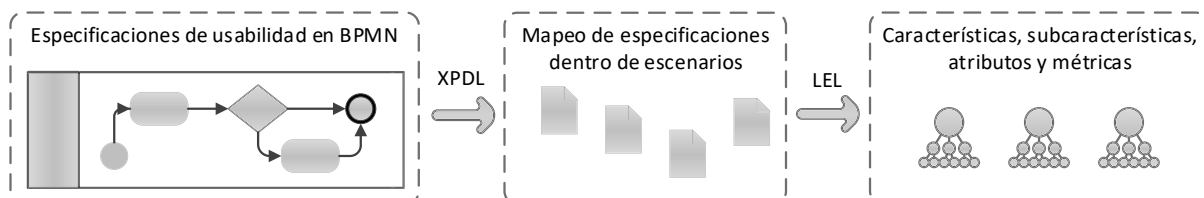


Figura 2. Etapas del proceso de la metodología.

3.1. Aplicación de la metodología

Para estudiar la forma en la que se comporta la metodología propuesta se tomara como punto de partida un ejemplo de un proceso de producción modelado en BPMN, como se indica en la Figura 3.

Teniendo en cuenta las reglas de modelado descritas para la primera etapa se mapearán todas las actividades exceptuando aquellas que tengan el estereotipo “Manual”.

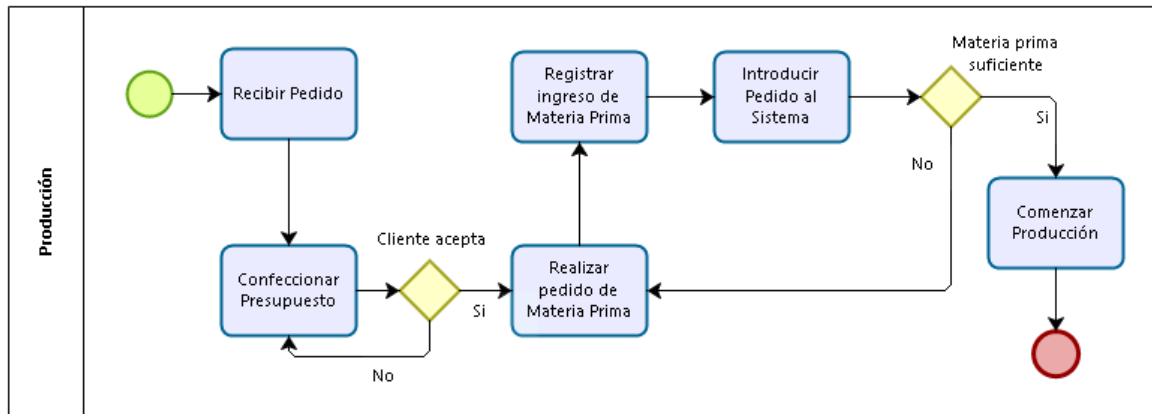


Figura 3. Proceso de producción modelado en BPMN.

Las especificaciones de usabilidad deberán agregarse como actividades utilizando el estereotipo “Regla de Negocio” y la descripción a utilizar deberá corresponder a un atributo cargados previamente en el LEL.

En la Figura 4 se muestra la actividad “Registrar ingreso de materia prima”, a la que se le asociaron los atributos “Completado de las tareas” y “Exactitud de las tareas” correspondientes a la sub-característica “Rendimiento de las tareas del usuario”.

Para el caso donde la especificación no se encuentre cargada como atributo en el LEL, la descripción de la actividad será utilizada para generar una nueva entrada que posteriormente deberá definirse. Una vez definida estará disponible para ser usada como palabra reservada.

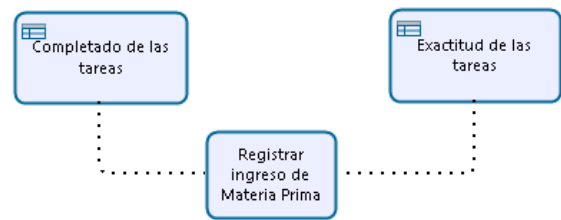


Figura 4. Atributos de usabilidad para la actividad “Registrar Ingreso de Materia Prima”.

El proceso completo puede observarse en la figura 5.

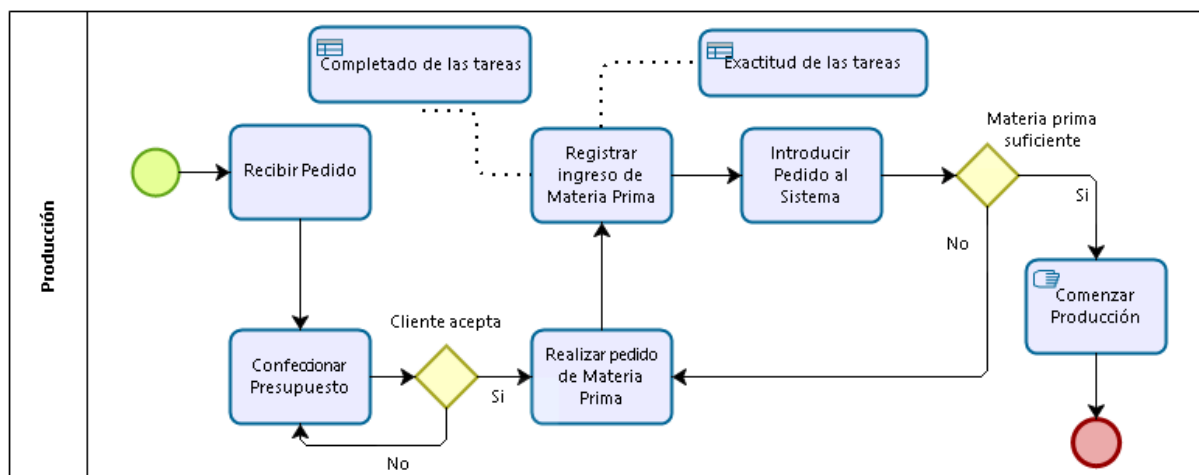


Figura 5. Modelado de atributos de usabilidad en BPMN para actividades de proceso de producción.

Una vez finalizado el modelado se debe exportar el modelo en formato XPDL desde Bizagi para luego ser importado dentro de la herramienta BMW.

La herramienta verificara todas las actividades generando un escenario para cada una de ellas exceptuando las del tipo “Manual”. Para las del tipo “Regla de negocio” buscará una asociación dentro del vocabulario de LEL que corresponda a un atributo de usabilidad ya definido, una vez encontrada la asociación se agregará como restricción al escenario. En caso de no encontrar ninguna asociación con atributos contenidos en del LEL se creará automáticamente una entrada que deberá definir el especialista.

Las entradas de LEL son denominadas símbolos y se definen por medio de nociones e impactos que indican la repercusión que tendrá el símbolo en el sistema. Los diferentes tipos de símbolos disponibles según la función que cumplan con sus nociones e impactos pueden observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos de símbolos de LEL. [7][8]

Sujeto	Nociones: describen quien es el sujeto.
	Impactos: registran acciones ejecutadas por el sujeto.
Objeto	Nociones: definen al objeto e identifica a otros términos con los cuales el objeto tiene algún tipo de relación.
	Impactos: describen las acciones que pueden ser aplicadas al objeto.
Verbo	Nociones: describen quien ejecuta la acción, cuando ocurre, y cuáles son los procedimientos involucrados.
	Impactos: describen las restricciones sobre la acción, cuáles son las acciones desencadenadas en el ambiente y las nuevas situaciones que aparecen como resultado de la acción.
Estado	Nociones: describen que significa y que acciones pueden desencadenarse como consecuencia de ese estado.
	Impactos: describen otras situaciones y acciones relacionadas.

Asimismo, Los símbolos del LEL deberán satisfacer las siguientes reglas en forma simultánea [25] [26]:

- *Principio de circularidad:* acotando el lenguaje en función del dominio mediante la maximización de símbolos del lenguaje del LEL, que se logra utilizando en las definiciones de noción e impacto símbolos ya descriptos dentro del LEL.
- *Principio del vocabulario mínimo:* en donde la tarea es minimizar el uso de símbolos externos al dominio de la aplicación.

En la Figura 6 puede observarse el escenario creado para la actividad “Registrar ingreso de materia prima”, y las asociaciones de los atributos de

usabilidad “Completado de las tareas” y “Exactitud de las tareas” agregadas como restricciones. Las descripciones restantes de los escenarios deberán ser completadas en forma manual por el analista.

Figura 6. Plantilla de LEL para la definición de escenarios.

Los atributos de usabilidad y sus métricas serán ingresados dentro del LEL en la clasificación de “Objeto” de la siguiente forma:

- Nombre: identificación del símbolo. Más de uno indica la presencia de sinónimos. Sintaxis: *Palabra | Frase*
- Noción: descripción del símbolo. Debe ser expresada usando referencias a otros símbolos y usando el vocabulario mínimo. Sintaxis: *Texto compuesto por Símbolos y No símbolos del LEL pertenecientes al vocabulario mínimo*
- Impacto: connotación del símbolo. Debe ser expresado utilizando referencias a otros símbolos y usando el vocabulario mínimo. Sintaxis: *Sintaxis: Texto compuesto por Símbolos y No símbolos del LEL pertenecientes al vocabulario mínimo.*

Para la carga de las entradas de LEL se utilizará la plantilla provista por la herramienta BMW de la figura 7.

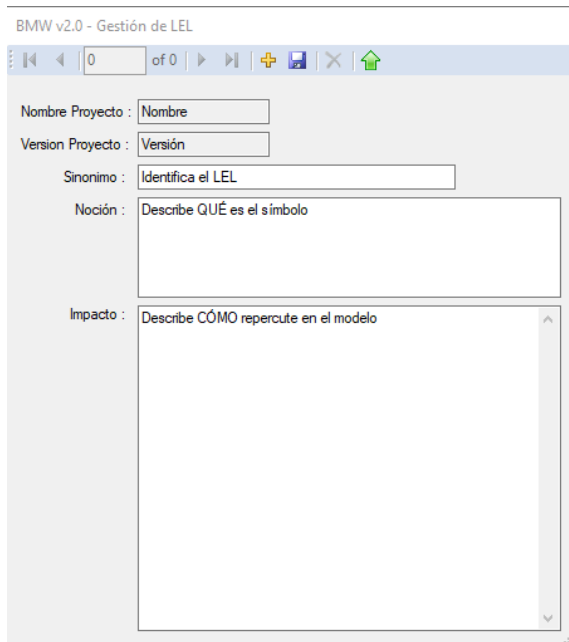


Figura 7. Plantilla para definición de símbolos de LEL.

Teniendo en cuenta lo anterior, para definir el atributo “Completado de las tareas” se agregarán como “*Nociones*” la descripción y las asociaciones que tenga el atributo con otros atributos, características, sub- características, o cualquier otro elemento contenido en el LEL, mientras que las métricas y la forma en que se medirán se indicarán como “*Impactos*”. Las asociaciones entre elementos deben indicarse con texto subrayado debido a que la herramienta BMW utiliza el subrayado para establecer las asociaciones en forma automática. El resultado es el siguiente:

Nombre: Completado de las tareas

Noción:

- Es un atributo correspondiente a la sub-característica Rendimiento de las tareas del usuario.
- Se utiliza para medir la cantidad de tareas que realizan los usuarios.

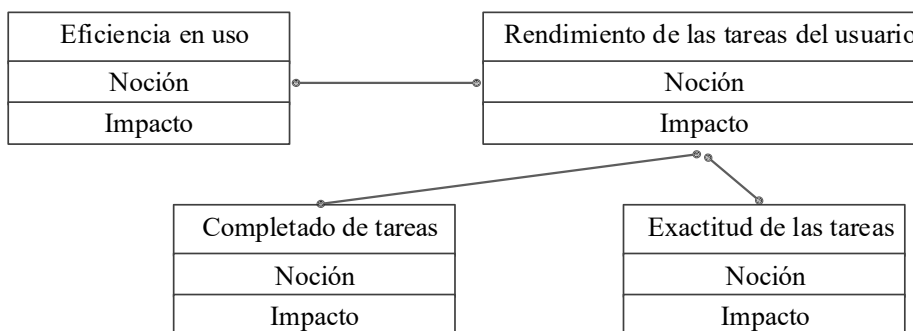


Figura 9. Árbol jerárquico de atributos de usabilidad definidos en LEL.

Impacto:

- Número de tareas completadas. Valor entero entre 0 y 7

En la figura 8 puede observarse la entrada de LEL utilizando la plantilla de BMW.

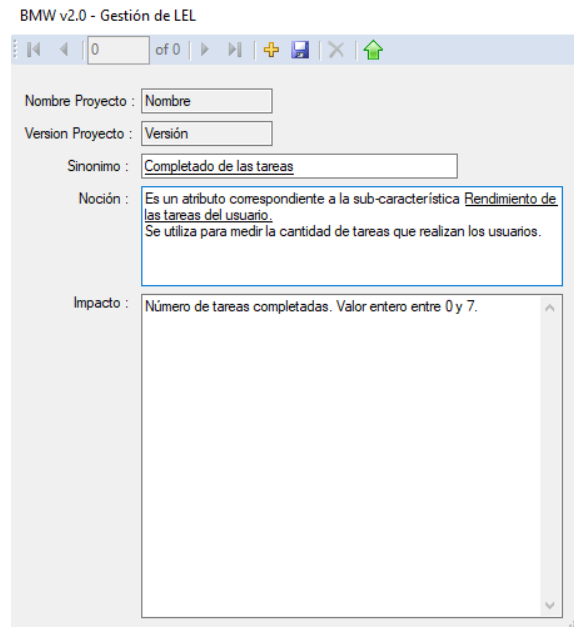


Figura 8. Entrada de LEL para el atributo “Completado de las tareas”.

El principio de vocabulario mínimo y el de circularidad permiten que todos los atributos de usabilidad y sus métricas se encuentren relacionados con sub-características, y éstas a su vez, con otras sub-características o características de orden superior armando una estructura jerárquica en forma de árbol, como se observa en la Figura 9.

Sub-característica	Atributo	Métrica		
1. Efectividad en uso	1.1. Facilidad de ayuda	1.1.1 Efectividad de la ayuda online	Legibilidad del tutorial	
			Efectividad del sistema de ayuda	
			Facilidad de uso del sistema de ayuda	
	1.2 Rendimiento de las tareas del usuario	1.1.2 Completitud de la ayuda online	Proporción de funcionalidades no cubiertas en las consultas del usuario	
		1.1.3 Frecuencia de consulta de ayuda	Número de veces que el usuario accede a la ayuda por tarea	
		1.2.1 Completado de las tareas	Número de tareas completadas	
2. Eficiencia en uso	2.1 Eficiencia de las tareas del usuario	1.2.2 Exactitud de las tareas	Número de tareas completadas de forma adecuada	
		2.1.1 Tiempo para completar las tareas	Tiempo medio necesario para cumplir una tarea	
	2.2 Esfuerzo cognitivo	2.1.2 Carga de la tarea	Índice User Task Load (UTLindex)	
		2.2.1 Esfuerzo mental subjetivo	Tasa Subjective Mental Effort (SME ratio)	
	2.3 Limitaciones del contexto	2.2.2 Facilidad de recordar (memorabilidad)	Facilidad de la función de aprendizaje	
			Facilidad de realizar tareas de aprendizaje	
		2.3.1 Carga del sistema	Memoria consumida durante el uso de la aplicación Web	
	3. Satisfacción en Uso	3.1 Satisfacción cognitiva	2.3.2 Adaptación a las habilidades del usuario	Número de perfiles de usuario contemplados
				Número de incidencias en la tarea
3.2 Satisfacción emocional		3.1.1 Utilidad percibida	Número de funcionalidades que el usuario encuentra útiles	
		3.1.2 Calidad de los resultados	Número de funcionalidades que el usuario esperaba encontrar	
		3.2.1 Atracción subjetiva percibida	Número de comentarios positivos del usuario	
3.3 Satisfacción física		3.2.2 Frustración percibida	Número de interrupciones en una tarea	
		3.2.3 Riesgos del contenido	Número de comentarios negativos acerca del contenido	
			Número de comentarios positivos del usuario	
3.4 Confianza		3.4.1 Aparición de errores	Número de errores entre operaciones.	
		3.4.2 Credibilidad del sitio	Calidad de las impresiones del usuario	
		3.4.3 Riesgos económicos	Número de incidentes involucrando pérdidas económicas	
4. Usabilidad en uso Adherida a normas o convenciones		4.1 Grado de conformidad a la ISO/IEC 25000 SQuaRE	Ratio de conformidad cubierto	
	4.2 Grado de conformidad a criterios ergonómicos	Ratio de conformidad cubierto		
	4.3 Grado de conformidad con cuestionarios SUMI, SUS y QUIS	Ratio de conformidad cubierto		

Figura 10. Ejemplo de subcaracterísticas, atributos y métricas de usabilidad sobre Calidad de Uso de la Norma ISO/IEC 25000 [27].

El árbol de requerimientos de calidad y su descomposición en características, sub-características y atributos estará basado en la estructura prescrita en el estándar ISO/IEC 25000 (SQuare) (ver Ejemplo de algunas características en Fig. 10). A partir de este estándar se construirá un árbol mínimo de requerimientos de calidad que estará disponible para el especialista en forma precargada.

Esto permite mantener las especificaciones de usabilidad en forma organizada y acorde a estándares vigentes.

La metodología será también flexible y escalable brindando al especialista la posibilidad de modificar las especificaciones existentes y generar sus propias especificaciones.

Finalmente, las métricas definidas en las especificaciones de usabilidad serán utilizadas para evaluar la calidad del producto de software [28].

4. Resultados

Partiendo del modelado de negocio de un dominio de ejemplo fue posible utilizar el Léxico Extendido del Lenguaje para definir características, sub-

características, atributos y métricas de usabilidad, estableciendo relaciones entre ellos utilizando los principios de circularidad y vocabulario mínimo. También es posible crear un mecanismo flexible que permita al especialista modificar especificaciones de usabilidad precargadas en el LEL y crear nuevas conforme avanza el ciclo de desarrollo.

5. Discusión

En función de los resultados obtenidos es posible crear una metodología que permita detectar, definir y mantener en forma flexible y escalable características, sub-características, atributos de usabilidad y sus métricas asociadas basadas en estándares vigentes de calidad.

En un futuro se continuará trabajando sobre la metodología para incorporar otros estándares de calidad de software disponibles y poder establecer ventajas y desventajas de su aplicación, y también, plantear la posibilidad de generar procesos que permitan realizar evaluaciones de atributos de usabilidad según las métricas definidas.

6. Conclusión

La metodología planteada en este trabajo permite al especialista definir especificaciones de usabilidad y sus métricas en etapas tempranas del desarrollo de software en forma organizada, flexible, escalable y acorde a estándares de calidad vigentes. Esto queda demostrado a través del desarrollo metodológico propuesto como proceso donde se emplean metodologías de Modelado de Negocios y de Escenarios, vinculadas a través del uso de conceptos y prácticas del paradigma del Desarrollo de Software Dirigido por Modelos.

7. Referencias

- [1] Pressman R., "What a tangled Web we weave," IEEE Software, 2000.
- [2] Abrahao S., Condori-Fernandez N., Olsina L., and Pastor O., "Defining and validating metrics for navigational models," Australia, 2003.
- [3] Norma ISO/IEC ISO9126-1, "Software Engineering - Product Quality - Part 1," 2001.
- [4] Nigel Bevan, "Quality and usability: A new framework," Achieving software product quality, 1997.
- [5] Mario G. Piattini, Felix O. Garcia, and Ismael Caballero, "Calidad de Sistemas Informáticos," México, ISBN 978-970-15-1267-8, 2007.
- [6] ISO/IEC 25000, Software Engineering - Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE).
- [7] L. Bass and B. John, "Linking usability to software architecture patterns through general scenarios," The journal of systems and software, no. 66, pp. 187 - 197, 2003.
- [8] Eelke Folmer and Jan Bosh, "Architecting for usability: A survey.," Journal of Systems and Software, pp. 61 - 78, 2004.
- [9] Stephen J Mellor, Kendall Scott, Axel Uhl, and Dirk Weise, Model-Driven Architecture. Berlin / Heidelberg: Springer, 2002.
- [10] MDA_Guide_Version1-0. 2003. [Online]. http://www.omg.org/mda/mda_files/MDA_Guide_Version1-0.pdf
- [11] G. Rossi and D. Schwabe, "Modeling and Implementing Web Applications using OOHDm," in Web Engineering, Modeling and Implementing Web Applications.: Springer, 2008, pp. 109-155.
- [12] S. Daniel, P. Rita de Almeida, and M. Isbela, "OOHDm-Web: an environment for implementation of hypermedia applications in the WWW," in SIGWEB News 1.8, 2, 1999, pp. 18-34.
- [13] Nora Koch and Martin Wirsing, Software Engineering for Adaptive Hypermedia Applications. München, Germany: Ludwig-Maximilians University of Munich, 2000.
- [14] N. Koch, A. Knapp, G. Zhang, and H. Baumeister, "UML-Based Web Engineering, An Approach Based On Standar.," in Web Engineering, Modelling and Implementing Web Applications.: Springer, 2008, pp. 157-191.
- [15] Oscar Pastor and Juan Carlos Molina, Model-Driven Architecture in Practice: A Software Production Environment Based on Conceptual Modeling, Inc. Secaucus, NJ, Springer-Verlag New York, Ed. Valencia, USA, 2007.
- [16] J. Gómez and C. Cachero, "OO-H Method: extending UML to model web interfaces.," in Information Modeling For internet Applications., Hershey, PA.: Ed. IGI Publishing, , 2003, pp. 144-173.
- [17] P.V., Albert M., and Pastor O. Fons J.,: LNCS. Springer, 2003, vol. 2813, pp. 232-245.
- [18] S. Ceri, P. Fraternali, and A. Bongio, "Web Modeling Language (WebML): a modeling language for designing Web sites.," in 9th. World Wide Web Conference, 2000, pp. 137-157.
- [19] Object Management Group. Business Process Modeling Notation (BPMN).
- [20] Leite J.C.S.P., Rossi G., et al. Enhancing a Requirements Baseline with Scenarios. Proceedings of RE 97': International Symposium on Requirements Engineering, IEEE. Enero 1997.

[21] Leite J.C.S.P. Albuquerque Oliveira, A P. A
Client Oriented Requirements Baseline.
Proceedings of RE 95'. 1995.
Second IEEE International Symposium on
Requirements Engineering. Inglaterra, Marzo 1995.

[22] <http://www.xpdl.org/>

[23] <http://hdl.handle.net/10915/4061>

[24] Norma ISO/IEC ISO25000 (SQUARE),
"Software Engineering -Product Quality - Part 1,"
Quality Model, 2001.

[25] Leite, J.C.S.P., "Eliciting Requirements Using
a Natural Language Based Approach: The Case of
the Meeting Scheduler Problem", March 1993.

[26] Hadad, G., Kaplan, G., Maiorana, V., Balaguer,
F., Oliveros, A., Leite, J.C.S.P., Rossi, G. Informe
Técnico: "Léxico Extendido del Lenguaje y
Escenarios del Sistema Nacional para la Obtención
de Pasaportes". Proyecto de Investigación,
Departamento de Investigación, Universidad de
Belgrano, Buenos Aires, 1996.

[27] Fernández Martínez, Adrián. WUEP: Un
proceso de Usabilidad Web Integrado en el
Desarrollo de Software Dirigido Por Modelos
(Tesis), 2009, Universidad Politécnica de Valencia.

[28] Sommerville, I. (2015). Software Engineering.
(Ed. 10). Pearson.