

# La usabilidad temprana en el modelado conceptual de sistemas

Juan Carlos Moreno<sup>1</sup>, Marcelo Martin Marciszack<sup>1</sup>, Mario Alberto Groppo<sup>1</sup>

[jmoreno33@gmail.com](mailto:jmoreno33@gmail.com), [marciszack@gmail.com](mailto:marciszack@gmail.com), [sistemas@groppo.com.ar](mailto:sistemas@groppo.com.ar)

<sup>1</sup> Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información (CIDS), Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, 5016, Córdoba. Argentina.

Pages: 400–412

**Resumen:** La industria del software exige el desarrollo de métodos más veloces para la construcción de aplicaciones usables. En el presente trabajo, se presenta una propuesta metodológica que permite definir y mantener atributos de usabilidad, integrándolos al ciclo de vida de desarrollo del software. Los atributos de usabilidad son identificados tempranamente desde la elicitación de requerimientos, partiendo del Modelo de Procesos de Negocios. Mediante un conjunto de transformaciones, se los incorpora a una estructura denominada “Requirements Baseline”, que emplea el léxico extendido del lenguaje (LEL) y escenarios. Además, el proceso permite definir métricas para la evaluación de los atributos y sub-atributos, tomando como fundamento la norma ISO/IEC 25000. Los subatributos permiten definir métricas que posibilitan evaluar los criterios de usabilidad relacionados con la calidad del producto. Asimismo, se pueden incorporar nuevas especificaciones o correcciones relacionadas con la aplicación de criterios de usabilidad al diseño para garantizar la trazabilidad del proceso.

**Palabras-clave:** usabilidad; patrones; MDA; modelado conceptual; escenarios.

## *Early Usability in Conceptual Systems Modeling*

**Abstract:** The software industry demands the development of faster methods for building usable applications. In the present work, a methodological proposal is presented that allows defining and maintaining usability attributes, integrating them into the software development life cycle. The usability attributes are identified early from the elicitation of requirements, based on the Business Processes Model. Through a set of transformations, they are incorporated into a structure called “Requirements Baseline”, which uses the extended language lexicon (LEL) and scenarios. Also, the process allows to define metrics for the evaluation of attributes and sub-attributes, based on the norm ISO / IEC 25000. The sub-attributes allow metrics to be defined that make it possible to evaluate usability criteria related to product quality. Likewise, new specifications or corrections related to the application of usability criteria can be incorporated into the design to specify the traceability of the process.

**Keywords:** usability; patterns; MDA; conceptual modeling; scenarios.

## 1. Introducción

La norma ISO/IEC 9126-1 (2001), define 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”. Para estudiar la usabilidad, los criterios abstractos que la definen se descomponen en subatributos medibles (Piattini et al., 2007). La norma ISO/IEC 25000 (SQUARE) (2005), contempla a la usabilidad desde el punto de vista del software y desde la perspectiva del usuario.

La Ingeniería de Sistemas debe construir software de calidad cuyos resultados deben ser útiles a sus usuarios. El problema se suscita porque la calidad de las aplicaciones se mide generalmente basándose en el sentido común del desarrollador (Abraham et al., 2004), quien hace énfasis en aspectos de arquitectura, funcionalidad y persistencia de cada proceso, y no trata adecuadamente la facilidad de uso. La usabilidad es considerada en etapas finales de la construcción del software, donde una modificación afecta la arquitectura y el costo es alto (Bass et al., 2003), (Folmer et al., 2004). Una solución posible sería incluir el análisis de la usabilidad en etapas tempranas de construcción del modelo conceptual. Esto obliga a plantearse la pregunta: ¿sí es factible incorporar aspectos de Usabilidad durante proceso de desarrollo del software.

Se plantea entonces como objetivo desarrollar una propuesta metodológica que permite al analista incorporar especificaciones de Usabilidad en etapas tempranas de desarrollo del software y antes de que la construcción del mismo se encuentre finalizada. El proceso será acompañado por métricas, que permitirán comprobar la presencia de aspectos de Usabilidad en el proceso. Existen algunos antecedentes de trabajos desarrollados bajo entorno MDA (Juristo et al, 2003), (Panach Navarrete, 2010), pero la diferencia radica en que, desde el punto de vista de la Ingeniería de Software, la metodología descrita emplea: BPMN como modelo de procesos de negocios, del cual se consideran las tareas automatizables; escenarios que permiten modelar con el lenguaje natural del universo de discurso del cliente, brindando una mejor descripción de los requerimientos del sistema y validarlos con el cliente; el empleo de patrones que implementan buenas prácticas; y finalmente la utilización de modelos abstractos para verificar requerimientos del modelo. Esto permite la retroalimentación y trazabilidad al proceso, para la corrección de errores u omisiones de los procedimientos del sistema. Además, se complementa a cualquier metodología de desarrollo web actual, con información más detallada. En la etapa actual se trabaja en un experimento, cuyo resultado originarán otro informe. A continuación, en los siguientes apartados se describe la metodología.

## 2. Metodología y herramientas

Para poder aplicar el esquema conceptual propuesto, planteado en este caso como una estrategia en etapas, es necesario tener conocimiento sobre conceptos relacionados con: Modelado de Procesos de Negocios (BPM), Desarrollo de Software Dirigido por Modelos, Escenarios, Patrones y Modelos Abstractos. Esto le permitirá al lector comprender mejor como se diseña y especifica cada etapa, los elementos y artefactos relacionados al modelo conceptual del sistema y como incorporar aspectos relacionados con calidad (Usabilidad) al modelo. Como parte de la estrategia de solución al problema planteado se propone una metodología que lleva a cabo el análisis de la usabilidad en

etapas tempranas de construcción del modelo conceptual, empleando el paradigma de Desarrollo de Software Dirigido por Modelos (MDA) (Mellor et al., 2002), (Miller et al., 2003), y modelos abstractos para su verificación. Ver Figura 1.

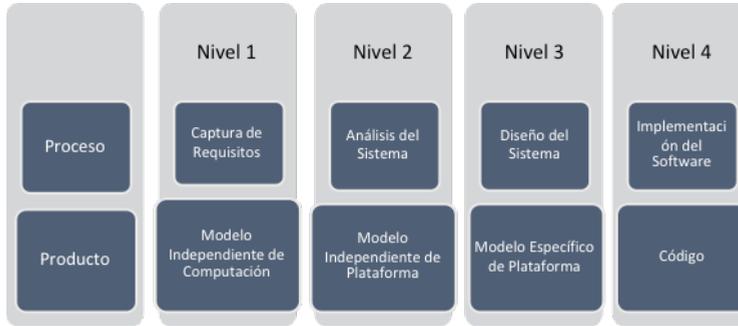


Figura 1 – Esquema de proceso de Model-Driven Architecture (MDA).

Una vez especificado lo anterior, en el siguiente apartado se desarrolla la estrategia propuesta junto con un ejemplo práctico, con el objetivo de mostrar y aclarar al lector su aplicación.

### 2.1. Estrategia propuesta

La estrategia que aquí se presenta, se conforma de tres etapas con diversas actividades que se llevan a cabo en cada una de las mismas (ver Tabla 1). Posteriormente se desarrollará un ejemplo práctico.

Proceso	Actividades
a) Etapa 1	Diseñar el modelo de negocio con “Business Process Model and Notation” (BPMN) o en español “Modelo y Notación de Procesos de Negocio” [19]. Indicar qué actividades están vinculadas con la gestión de información. Incorporar estereotipos (Reglas de Negocio) a aquellas actividades automatizadas con Requerimientos No Funcionales (R.N.F.) de Usabilidad.
b) Etapa 2	Construir los Casos de Uso o Escenarios a partir de las actividades y el diccionario de datos, empleando Léxico Extendido del Lenguaje.
c) Etapa 3	Trasformar los Procesos de Negocios y Casos de Uso o Escenarios en máquinas abstractas. Verificar la consistencia de los requerimientos y de las definiciones de atributos de Usabilidad a través de Redes de Petri Coloreadas y Autómatas Finitos resultantes del proceso anterior.

Tabla 1 – Especificación de la propuesta metodológica.

- a. La primera etapa comienza con el modelado de negocio en BPMN (OMG) [19], en donde las actividades resultantes serán mapeadas dentro de una estructura denominada Requirements Baseline (Leite et al., 1995) (do Prado Leite et al., 1997), 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 para ser utilizada en la siguiente etapa.

- En la segunda etapa se utilizará la herramienta Baseline Mentor Workbench (BMW) (Antonelli, 2003), 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 podrá observar 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 sub-característica, 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 sub-características estará precargada en el LEL y se basará en la estructura conceptual propuesta en la norma ISO/IEC 25000 (SQUARE) (2005). 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

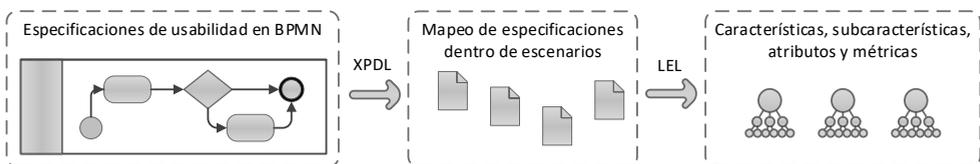


Figura 2 – Etapas del proceso de la metodología.

en los atributos serán utilizadas posteriormente para evaluar la calidad del producto. Las etapas del proceso pueden observarse en la Figura 2.

### 3. Descripción del proceso metodológico con un ejemplo

En esta sección se hará una breve descripción de la aplicación metodológica a través de un ejemplo, a los fines de ayudar a comprender el proceso aplicado.

#### 3.1. Diseñar el modelado de negocios con BPMN

En BPMN, los Procesos de Negocio se construyen como una secuencia ordenada de actividades y de información que emplea el proceso, para representar cómo una organización realiza sus objetivos centrales del negocio. BPMN es gráficamente más rico, con menos símbolos, fundamentales lo que facilita su comprensión por parte de personas no expertas. A continuación, se plantea un ejemplo de un proceso de producción (ver 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”.

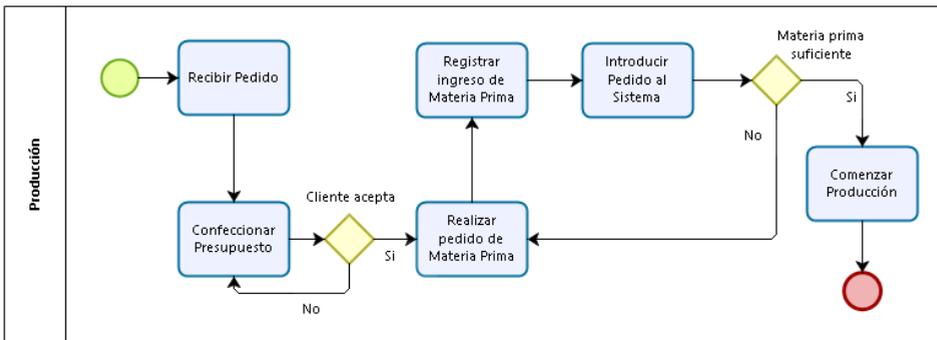


Figura 3 – Ejemplo de un Modelo de Proceso de Negocio de Producción modelado en BPMN.

#### 3.2. Indicar qué actividades tienen manejo de información

En la Figura 4, se muestra cómo se procede para seleccionar las actividades de negocio que son automatizadas y formarán parte del Sistema de Información. 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. Para el caso donde la especificación no se encuentre cargada como atributo en el LEL, la descripción de la actividad es utilizada para generar una nueva entrada que posteriormente deberá definirse. Una vez definida estará disponible para ser usada como palabra reservada. Aquí, el analista deberá identificar en los diagramas de procesos aquellas actividades que utilicen / generen información, diferenciándolas de aquellas que son puramente manuales. Las especificaciones de usabilidad deberán

agregarse como actividades utilizando el estereotipo “Regla de Negocio”. En la Figura 4, también se muestra un ejemplo de 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 subcaracterística “Rendimiento de las tareas del usuario”. El proceso completo puede observarse a continuación.

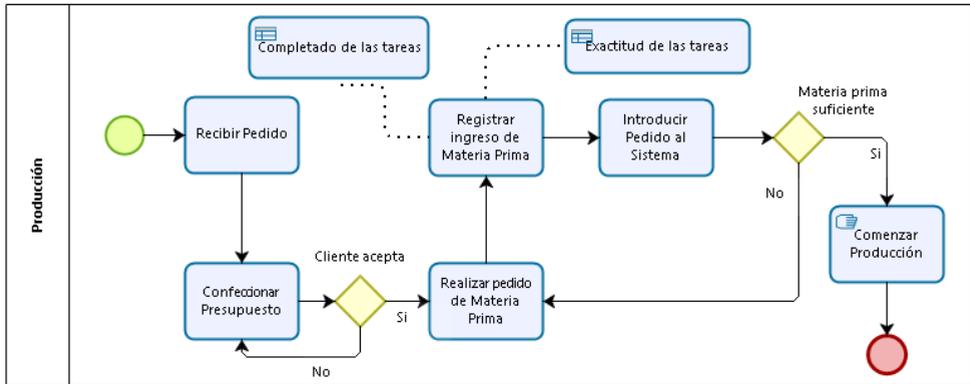


Figura 4 – Modelado de atributos de usabilidad en BPMN para actividades de un proceso de producción.

Una vez finalizado el modelado se exporta el modelo en formato XPD, para luego ser importado dentro de la herramienta BMW.

### 3.3. Construir los escenarios a partir de las actividades de negocio

En este paso, utilizando como guía las actividades marcadas como automatizadas (no manuales) en el punto anterior, es preciso identificar los Casos de Uso del sistema que darían soporte “informático” a las actividades.

Habiendo finalizado el modelado del sistema de negocio y cumplimentado con todos los aspectos a considerar especificados en las dos etapas anteriores, se procede a aplicar transformaciones mediante un proceso automatizado, donde las actividades identificadas como de soporte del sistema de información se convierten en escenarios.

Una vez finalizado el modelado del sistema de negocios se debe exportar el modelo en formato XPD 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 diseñador del sistema. 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, según la función que cumplan con sus nociones e impactos, se observan en la Tabla 2.

<b>Sujeto</b>	Nociones: describen quien es el sujeto.
	Impactos: registran acciones ejecutadas por el sujeto.
<b>Objeto</b>	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.
<b>Verbo</b>	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.
<b>Estado</b>	Nociones: describen que significa y que acciones pueden desencadenarse como consecuencia de ese estado.
	Impactos: describen otras situaciones y acciones relacionadas.

Tabla 2 – Tipos de símbolos de LEL.

Asimismo, los símbolos del LEL deberán satisfacer las siguientes reglas en forma simultánea (Leite et al., 1993) (Leite et al., 1996):

- 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 descritos 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 5, continuando con el ejemplo, 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.

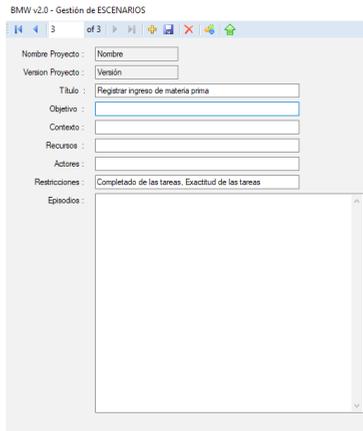


Figura 5 – Plantilla de LEL para la definición de escenarios.

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: 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 6.

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 subcaracterística Rendimiento de las tareas del usuario.
- Se utiliza para medir la cantidad de tareas que realizan los usuarios.

*Impacto:*

Número de tareas completadas. Valor entero entre 0 y 7

En la figura 6, puede observarse la entrada de LEL utilizando la plantilla de BMW.

El principio de vocabulario mínimo y el de circularidad permiten que todos los atributos de usabilidad y sus métricas se encuentren relacionados con subcaracterísticas, y éstas a su vez, con otras subcaracterísticas o características de orden superior armando una estructura jerárquica en forma de árbol, como se observa en la Figura 7.

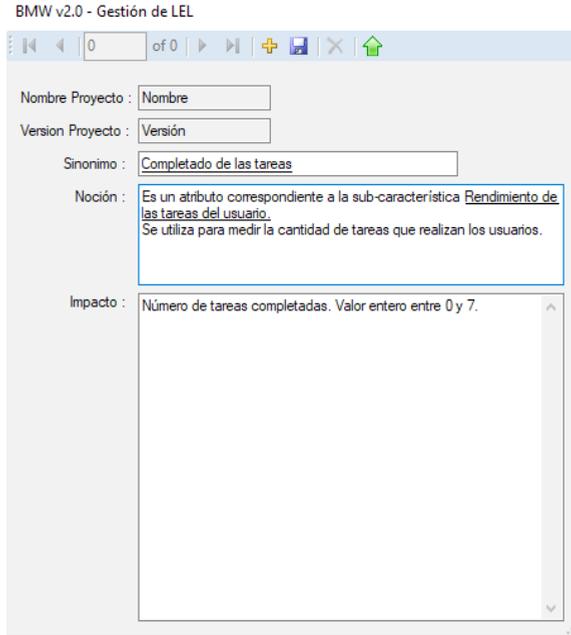


Figura 6 – Plantilla de LEL para la definición de símbolos.

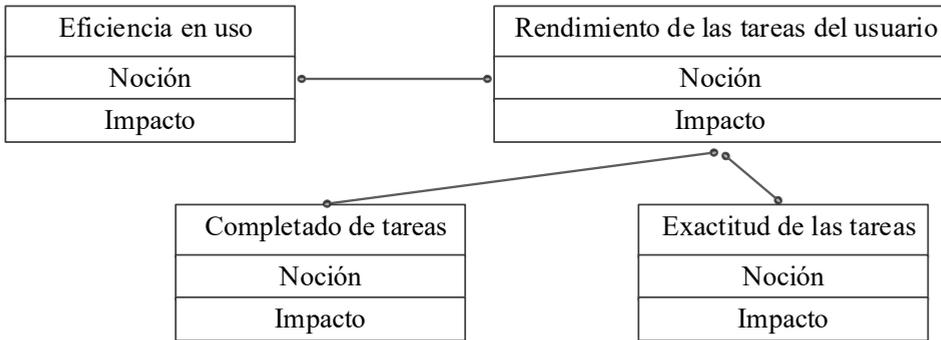


Figura 7 – Árbol jerárquico de atributos de usabilidad definidos en LEL.

El árbol de requerimientos de calidad y su descomposición en características, subcaracterísticas y atributos estará basado en la estructura prescrita en el estándar ISO/IEC 25000 (Square) (ver Ejemplo de algunas características en Figura 8).

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 (Fernández, 2011).

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
		1.1.2 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 Rendimiento de las tareas del usuario	1.2.1 Completado de las tareas	Número de tareas completadas
1.2.2 Exactitud de las tareas		Número de tareas completadas de forma adecuada	
2. Eficiencia en uso	2.1 Eficiencia de las tareas del usuario	2.1.1 Tiempo para completar las tareas	Tiempo medio necesario para cumplir una tarea
		2.1.2 Carga de la tarea	Índice User Task Load (UTLindex)
	2.2 Esfuerzo cognitivo	2.2.1 Esfuerzo mental subjetivo	Tasa Subjective Mental Effort (SME ratio)
		2.2.2 Facilidad de recordar (memorabilidad)	Facilidad de la función de aprendizaje
	2.3 Limitaciones del contexto	2.3.1 Carga del sistema	Memoria consumida durante el uso de la aplicación Web
		2.3.2 Adaptación a las habilidades del usuario	Número de perfiles de usuario contemplados
3. Satisfacción en Uso	3.1 Satisfacción cognitiva	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 Satisfacción emocional	3.2.1 Atracción subjetiva percibida	Número de comentarios positivos del usuario
		3.2.2 Frustración percibida	Número de interrupciones en una tarea
		3.2.3 Riesgos del contenido	Número de comentarios negativos acerca del contenido
	3.3 Satisfacción física		Número de comentarios positivos del usuario
	3.4 Confiianza	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 8 – Ejemplo de subcaracterísticas, atributos y métricas de usabilidad sobre Calidad de Uso de la Norma ISO/IEC 25000 (Fernández, 2011).

### 3.4. Transformar procesos de negocios y escenarios en autómatas finitos

Las máquinas abstractas se emplean en el modelado de sistemas en diversas áreas. En este caso, se emplea un tipo máquina abstracta que son los Autómatas Finitos. Una vez que se cuenta con una especificación detallada de los Procesos de Negocios y los escenarios que satisfacen las necesidades del negocio, se realiza nuevamente una transformación de los mismos a máquinas abstractas. Cada una de las actividades de Negocio identificadas tendrá un mapeo directo con cada estado identificado del Autómata finito. Lo mismo

ocurrirá con los estados de Inicio y de finalización, ya sea por el éxito del procedimiento o por el fracaso del mismo. Los arcos del autómata finito surgirán a través de los flujos de trabajo que vinculan las Actividades del proceso de Negocio.

### ***3.4.1. Verificar la consistencia de las definiciones a través de los autómatas finitos resultantes***

Al disponer de la representación de cada proceso de negocio y de los escenarios, se obtiene un Autómata Finito, a partir de una transformación directa de la representación del modelo que debe ser validado, se verifican los modelos los cuales deberán satisfacer ciertos requisitos y condiciones, que se detallan a continuación: a) Conjunto Conexo y accesibilidad de estados: si un estado definido en el AF no es accesible desde el estado inicial, significa que el modelo que está siendo representado por el autómata no está correctamente planteado; b) Autómata Finito Determinista: La definición de los modelos de procesos puede resultar en procesos paralelos o simultáneos, se traducen en no determinismo. Se puede convertir el AF No Determinista en uno Determinista equivalente, de manera de brindar al analista la posibilidad de analizar si se reformula el modelo o se mantiene tal como está definido; c) Minimización del Autómata Finito: un AF no minimizado puede significar la presencia de estados equivalentes, los cuales mediante los autómatas pueden ser identificados y reemplazados. Esto contribuye a simplificar el Modelo que representa al Proceso de Negocio; d) Simulación de Ejecución de Autómatas Finitos: En cada modelo de proceso de Negocio y su representación mediante un Autómata Finito, se pueden simular diversas entradas, verificando si se producen los resultados esperados por el modelo. Todo esto permite determinar si en los modelos hay procesos con actividades que no se realizan o procesos con actividades irrelevantes o innecesarias.

## **4. Resultados**

Partiendo del modelado de negocio de un dominio de ejemplo fue posible utilizar el Léxico Extendido del Lenguaje para definir características, subcaracterísticas, y métricas de usabilidad entre distintos modelos, estableciendo relaciones entre los mismos, garantizando cierto grado de trazabilidad. Además, se crea un mecanismo flexible que permita al especialista modificar especificaciones de usabilidad precargadas en el LEL y crear nuevas conforme avanza el ciclo de desarrollo. En función de los resultados obtenidos, se puede crear un procedimiento sistematizado como una metodología, que permita detectar, definir, mantener e incorporar en forma flexible y escalable: características, subcaracterísticas, atributos y métricas de usabilidad asociadas, basados en los estándares vigentes de calidad.

## **5. Conclusiones**

La metodología planteada en este trabajo permite al diseñador definir especificaciones de usabilidad 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. A través de esta propuesta metodológica y sus herramientas de soporte, que se sintetizan como un conjunto de transformaciones aplicadas sobre el modelo conceptual primario, es posible generar nuevos modelos que sirvan para representar las máquinas abstractas necesarias para la verificación y validación de los requerimientos funcionales iniciales como así también de sus interfaces, garantizando de esta forma que los modelos reflejen fielmente la realidad, sin ambigüedades, manteniendo la coherencia y asegurando la trazabilidad a lo largo de todo el proceso de gestión de requerimientos.

Estas validaciones y simulaciones a las Máquinas Abstractas generadas a través de un proceso automatizado de transformaciones, ya sean sobre: Procesos de Negocios, o Escenarios, nos permiten confirmar las características deseables sobre las especificaciones de los requisitos funcionales del sistema a construir. De este modo, el proceso de verificación y validación propuestos resultan útiles durante la etapa de diseño del modelo conceptual y de sus interfaces, para posteriormente poder construir el sistema de software que será soporte del sistema de información.

## Referencias

- Abrahão, S., Condori-Fernández, N., Olsina, L., & Pastor, O. (2004, September). Defining and validating metrics for navigational models. In *Proceedings. 5th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry (IEEE Cat. No. 03EX717)* (pp. 200-210). IEEE.
- Antonelli, R. L. (2003). Traceability en la elicitación y especificación de requerimientos (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- Bass, L., & John, B. E. (2003). Linking usability to software architecture patterns through general scenarios. *Journal of Systems and Software*, 66(3), 187-197.
- Do Prado Leite, J. C. S., Rossi, G., Balaguer, F., Maiorana, V., Kaplan, G., Hadad, G., & Oliveros, A. (1997). Enhancing a requirements baseline with scenarios. *Requirements Engineering*, 2(4), 184-198.
- Fernández Martínez, A. (2011). WUEP: Un Proceso de Evaluación de Usabilidad Web Integrado en el Desarrollo de Software Dirigido por Modelos.
- Folmer, E., & Bosch, J. (2004). Architecting for usability: a survey. *Journal of systems and software*, 70(1-2), 61-78.
- ISO/IEC 25000:2005. Software Engineering -- Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Guide to SQuaRE.
- Juristo, N., Lopez, M., Moreno, A. M., & Sánchez, M. I. (2003, May). Improving software usability through architectural patterns. In *International Conference on Software Engineering (ICSE)* (pp. 12-19).
- Leite, J. C., & Oliveira, A. P. (1995, March). A client oriented requirements baseline. In *Proceedings of 1995 IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE'95)* (pp. 108-115). IEEE.

- Leite, J. C. S. P. (1993). Eliciting requirements using a natural language based approach: the case of the meeting scheduler problem. *Monografias em Ciência da Computação*, (13).
- Leite, J. C. S. P., Oliveros, A., Rossi, G., Balaguer, F., Hadad, G., Kaplan, G., & Maiorana, V. (1996). Léxico extendido del lenguaje y escenarios del sistema nacional para la obtención de pasaportes. Documento de trabajo.
- Mellor, S. J., Scott, K., Uhl, A., & Weise, D. (2002, September). Model-driven architecture. In *International Conference on Object-Oriented Information Systems* (pp. 290-297). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Miller, J., Mukerji, J. "MDA Guide Version 1.0" (2003), [http://www.omg.org/mda/mda\\_files/MDA\\_Guide\\_Version1-0.pdf](http://www.omg.org/mda/mda_files/MDA_Guide_Version1-0.pdf), Consultado en junio de 2019.
- Norma ISO/IEC ISO9126-1,"Software Engineering -Product Quality - Part 1," 2001.
- Object Management Group. Business Process Modeling Notation (BPMN).
- Panach Navarrete, J. I. (2010). Incorporación de mecanismos de usabilidad en un entorno de producción de software dirigido por modelos (Doctoral dissertation).
- Piattini Velthuis, M. G., Garcia Rubio, F., & Caballero Muñoz-Reja, I. (2007). Calidad de sistemas informáticos (No. 004.05). Alfaomega Ra-Ma.