

# Una Ontología de Usabilidad Basada en Buenas Prácticas para el Modelado Conceptual de los Sistemas

## A Usability Ontology Based on Good Practices for Conceptual Modeling of Systems

Presentación: 08/10/2024

### Doctorando:

**Juan Carlos MORENO**

Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información. Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina  
[jmoreno@frc.utn.edu.ar](mailto:jmoreno@frc.utn.edu.ar)

### Director:

**Marcelo Martín MARCISZACK**

### Codirector:

**Mario Alberto GROppo**

### Resumen

La construcción eficiente de aplicaciones más usables se ha transformado en un requisito esencial para la construcción del software. Esto motivó al desarrollo de una propuesta metodológica sustentada en una ontología de usabilidad, que permite incorporar atributos de Usabilidad integrándolos al ciclo de vida de desarrollo del software mediante el empleo de patrones. Durante la etapa de elicitación de requerimientos, los atributos de usabilidad son identificados partiendo desde el Modelo de Procesos de Negocios. Luego, mediante una serie de transformaciones, son integrados a modelos de escenarios que emplean el Léxico Extendido del Lenguaje (LEL). En este momento, el analista requiere de un método que le permita saber qué métricas y patrones emplear para satisfacer los requerimientos no funcionales de usabilidad, puesto que los funcionales se encuentran contemplados. Esto dio origen al desarrollo de una nueva ontología fundamentada en estándares como la norma ISO/IEC 25010 (SQUARE). La ontología propuesta no solo brinda métricas para la evaluación de los atributos de Usabilidad, sino también los patrones de usabilidad necesarios para satisfacer los requisitos elicitados por el sistema de información durante el proceso del modelado conceptual.

Palabras clave: Ontología de Usabilidad, Modelado Conceptual, Patrones, Escenarios, Métricas.

### Abstract

The efficient construction of more usable applications has become an essential requirement for software construction. This motivated the development of a methodological proposal based on a usability ontology, which allows the incorporation of Usability attributes by integrating them into the software development life cycle using patterns. During the requirements elicitation stage, usability attributes are identified from the Business Process Model. Then, through a series of transformations, they are integrated into scenario models that use the Extended Language Lexicon (ELL). At this point, the analyst requires a method that allows him to know which metrics and patterns to use to satisfy non-functional usability requirements, since the functional ones are contemplated. This gave rise to the development of a new ontology based on

standards such as ISO/IEC 25010 (SQUARE). The proposed ontology not only provides metrics for the evaluation of Usability attributes, but also the usability patterns necessary to satisfy the requirements elicited by the information system during the conceptual modeling process.

**Keywords:** Usability Ontology, Conceptual Modeling, Patterns, Scenarios, Metrics.

## Introducción

El avance de Internet ha impulsado a la ingeniería de software a buscar técnicas para el desarrollo de sistemas de información, que incorporen aspectos de calidad y sobre todo criterios de Usabilidad, durante el proceso de construcción del software. En el contexto descrito, interesa saber si se han diseñado ontologías concretas para dar soporte a especificaciones de usabilidad, que es uno de los Requerimientos No Funcionales fundamentales en aplicaciones web. Según Gruber (Gruber, 1995), una ontología es "una especificación explícita de una conceptualización", generalmente se indica que puede tomar una variedad de formas, pero incluirá necesariamente un vocabulario de términos y una especificación de sus significados (Uschold, 1998). Desde hace unos años, las ontologías han sido empleadas como un enfoque de modelado de sistemas (Happel & Seedorf, 2006) gracias a la estandarización de conceptos y datos en la web, como así también en la gestión de requerimientos, mediante la validación y especificación de objetos, conceptos y relaciones de un dominio específico para la construcción de sistemas de información. Se ha renovado el interés sobre las ontologías, gracias a la aparición de tecnologías web semánticas (Dobson & Sawyer, 2006). En dicho entorno, el uso de las ontologías se ha concentrado en problemas de incompletitud e inconsistencia en las especificaciones de requisitos. Una ontología proporciona una representación formal del conocimiento que se puede compartir, de modo que la ambigüedad, la inconsistencia, la falta de completitud y la redundancia se pueden reducir al mínimo (Greenspan et al., 1994). De este modo, las ontologías se han empleado para representar requisitos en lenguajes de ontología formales para el análisis de consistencia, integridad y corrección de los requisitos de las ontologías especificadas para los mismos (Moroi et al., 2012).

El objetivo es presentar una propuesta de una ontología de Usabilidad que permita a través de la selección de un criterio poder identificar y emplear patrones de usabilidad para el modelado conceptual y brindar además posibles métricas que permitan verificar su presencia en etapas tempranas del desarrollo del software.

## Desarrollo

La creación de una ontología es un proceso compuesto por una serie de pasos caracterizados como actividades que se realizan en un determinado orden, para cumplir con un fin específico. No todas las ontologías posibles se encuentran desarrolladas. Es necesario crearlas e implementarlas de algún modo para que sean empleadas en un dominio que tenga significado y brinde algún aporte al mismo. Se sabe que se dispone de más de una metodología para construir las mismas, como de herramientas para su implementación y no hay un único lenguaje para el marcado. Además, existe una interrelación entre todos los elementos y un orden sistematizado para la construcción de una ontología. El entorno de trabajo propuesto es una de las posibles aplicaciones. La ontología construida es una herramienta complementaria para el diseño conceptual propuesto basado en escenarios. Existen varias metodologías para la construcción de ontologías. Pero las metodologías que se analizaron para desarrollar el presente trabajo fueron Methontology y Ontology Development 101, por sus características de construcción y la facilidad de empleo o de aplicación metodológica.

La metodología METHONTOLOGY (Fernández López et al., 1997) (Gómez Pérez et al., 1996) es una propuesta integral, que sugiere la creación de ontologías como un proyecto informático, abarcando actividades para planificación de un proyecto, evaluación de la calidad del resultado, la documentación de los mismos, además de permitir la creación de nuevas ontologías y de reutilizar otras. El entorno de desarrollo incluye la identificación del proceso de desarrollo de la ontología, abarcando las principales actividades (evaluación, conceptualización, configuración, integración, implementación, etc.). Es decir, que se especifica un ciclo de vida de una ontología basado en prototipos evolucionados y en la metodología propiamente dicha, que especifican los pasos a ejecutar en cada actividad, las técnicas usadas, los productos a obtener y su forma de evaluación. Esta metodología está parcialmente soportada por el entorno de desarrollo ontológico

WebODE y propone las siguientes etapas: 1) especificación, 2) conceptualización, 3) formalización, 4) implementación y 5) mantenimiento.

Por otra parte, la metodología “ONTOLOGY DEVELOPMENT 101”, creada por la Universidad de Stanford EEUU, recomienda una serie de etapas para el desarrollo y creación de una ontología. Dichas recomendaciones establecen las siguientes actividades para la creación y el desarrollo de una ontología: 1) Determinar el dominio y ámbito de la ontología; 2) Determinar la intención de uso de la ontología; 3) Reutilizar ontologías o vocabularios controlados existentes; 4) Enumerar los términos importantes del dominio; 5) Definir jerarquía de clases; 6) Crear las instancias.

De los dos métodos mencionados para la construcción de ontologías descriptos, se decidió emplear la metodología de “Ontology Development 101” por su claridad conceptual basada en el paradigma orientado a objetos y por su sencillez de implementación. Sin embargo, se tomaron en cuenta algunos conceptos de la metodología Methontology, para el diseño de la ontología cuando no estaban claros en la metodología tomada como base.

Una vez analizado lo anteriormente descrito y teniendo en cuenta las ontologías mencionadas, se definió la estructura conceptual que contendrá la ontología, empleando ciertos métodos como los propuestos por Ding y Foo para la obtención de conceptos relevantes de la misma (Ding & Foo, 2002). Estos métodos incluyen: 1) Datos fuente: vocabularios, corpus de estándares de normas y preguntas a usuarios; 2) Métodos para la extracción de conceptos: análisis sintáctico, procesamiento del lenguaje natural, etc.); 3) Métodos para la extracción de relaciones: basándose en algoritmos que en ocasiones se aplican de forma manual; 4) Reutilización de ontologías; 5) Representación de la ontología, que comprende su estructura jerárquica, la lógica de su descripción junto con los grafos conceptuales y el XML correspondiente, 6) Herramienta o sistema asociado: relacionados con programas informáticos vinculados con el desarrollo de proyectos de ontologías. La elaboración y construcción de una ontología debe tener en cuenta siempre el dominio en el cual será empleada y su relación con la arquitectura del sistema de información en el que será implementada y estará inmersa. Esto permitirá a posterior formular teorías del conocimiento basadas en un dominio específico.

## Herramientas

Las herramientas existentes para el desarrollo de Ontologías son variadas, es posible mencionar a Ontosaurus, WebODE, Ontiligua, OntoEdit y Protégé, entre otras. En el presente trabajo se seleccionó la herramienta Protégé por ser una herramienta probada y reconocida, que se emplea para el desarrollo de nuevas ontologías y para revisión de ontologías existentes Gómez-Pérez, en entornos colaborativos web. Protégé permite tanto la edición y la consulta, así como la exportación e importación de ontologías, y provee la visualización de la misma en formato gráfico. También se la puede emplear como herramienta de fusión e integración de ontologías para combinar e integrar de forma correcta ontologías de diversos dominios y lograr una ontología de calidad a partir de las existentes.

## Construcción del Marco Ontológico.

La ontología construida incluye la definición de conceptos, y sus relaciones, vinculados con Requerimientos No Funcionales de Usabilidad. En su construcción se emplearon los pasos descritos en la metodología ONTOLOGY DEVELOPMENT 101, como metodología base. A continuación, se detalla su diseño, desarrollo e implementación a través de los siguientes pasos:

1) **Determinar el dominio y ámbito de la ontología.** Esta etapa se basó en distintos estándares de las normas ISO, haciendo especial énfasis en las normas ISO/IEC 9126 y ISO/IEC 25010, que mencionan aspectos de calidad del software relacionados con la usabilidad. La definición de cada categoría abordada estuvo en función de la determinación de los principales aspectos de la usabilidad caracterizados como atributos, y que por su gran nivel de abstracción fue necesario descomponerlos en subatributos. A partir de ellas, y con la incorporación de conceptos necesarios vinculados con la medición para indicar la presencia de los atributos, se incorporó el concepto de “métrica” con sus características. Pero se observó, que en el desarrollo de sistemas de información existen problemas de diseño recurrentes que cuentan con soluciones ya probadas, basadas en buenas prácticas (Folmer & Bosch, 2004). A estas soluciones se las llaman patrones, y

se decidió anexar a los patrones de usabilidad en el diseño (Moreno et al., 2020). De esta manera, la ontología quedó conformada por tres grandes categorías temáticas: atributos, métricas y patrones, que serán aplicables desde el punto de vista de la calidad en uso del producto y desde la calidad del producto según expresa la norma ISO/IEC 25010. A su vez las áreas temáticas de la ontología se limitan a la definición de categorías genéricas por tema y subtemas, caracterizadas como clases, subclases y atributos, vinculados por relaciones únicas entre los mismos.

2) **Determinar la intención de uso de la ontología.** La intención de uso de la ontología es incorporar aspectos de calidad relacionados con la usabilidad desde etapas tempranas en la construcción de los sistemas. La misma contribuirá a unificar criterios de aplicación y evaluación en los sistemas de información colaborativos en entornos web.

3) **Reutilizar ontologías existentes.** Esta recomendación motivó la búsqueda de ontologías existentes en estudios académicos científicos, donde se investigaron la usabilidad, las métricas y los patrones vinculados con ontologías (Marciszack et al., 2018). En métricas y patrones de usabilidad surgieron trabajos de autores, como: el Dr. Luis Olsina, la Mg. María de los Ángeles Martín, el Dr. Adrián Fernández Martínez, la Dra. Natalia Juristo y muchos otros de relevancia, que contribuyeron y sirvieron de referencia para la construcción y creación de una nueva ontología. Bajo este contexto y con la reutilización de conceptos estándares de tipo ontológico en dicho campo, se decidió adoptar una propuesta de instanciación del dominio bajo un esquema de Tesoro (Gruber, 1995). Los conceptos fueron modelados bajo un esquema de tesoro, produciendo una taxonomía organizada de conceptos relacionados, muy útiles para el diseñador de software. La ontología construida contiene clases y diferentes relaciones que contribuyen en la búsqueda exhaustiva en una base de conocimiento.

4) **Enumerar los términos importantes del dominio.** Durante el proceso de diseño de la ontología se extrajeron los conceptos más relevantes de usabilidad de las normas estándares ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 25010, como así también conceptos originados de distintos escritos científicos de autores relevantes de bibliotecas digitales reconocidas académicamente como IEEE Explore, Science Direct, ACM, Springer Link, etc, para la caracterización de las clases: usabilidad, métrica y patrón.

5) **Definir jerarquía de clases.** En primer lugar, se estableció el orden jerárquico de la ontología de las clases que depende de clases bases, valga la redundancia, establecidas como principales. Las mismas se encuentran, conforme a los ejes temáticos abordados en la investigación (términos más generales en el esquema de conceptos). En este proceso se definieron siete categorías principales que cubren las temáticas más generales del dominio, donde cada una de las categorías representa un concepto. Los términos generales (Clases) definidos fueron “Atributos de Calidad del Producto”, Patrón, Métrica, Ecuación, Tipo de escala, Unidad e Instrumento de Medición. A cada categoría (concepto más general), se le realizó un mapeo de las relaciones que tiene, con otros conceptos. Estos conceptos se encuentran vinculados como subclases de los principales conceptos (conceptos subordinados de los conceptos generales). Esto produjo una ontología arborescente que permitió caracterizar cada concepto, hasta llegar a conceptos cada vez más específicos ubicados en las hojas. En estas últimas se definieron las propiedades y descripciones relevantes de los conceptos atómicos de la ontología. El proceso se repitió con cada una de las seis categorías generando un árbol jerárquico por cada una de ellas. Cada categoría del árbol fue validada por grupo limitado de docentes y estudiantes, que se identifican por tener trayectoria académica en alguna línea de investigación y que trabajan con diseño e implementación de software, con el fin de consensuar y corroborar la correcta selección, jerarquización y catalogación de cada concepto del árbol ontológico construido.

El segundo paso consistió en agregar las relaciones entre los conceptos, representando como se relaciona cada concepto con los demás conceptos como un tipo de relación de asociación. Esto conlleva a un tipo de representación de similitud temática entre los conceptos expresados en lenguaje natural. La incorporación de las relaciones es lo que diferencia notablemente a la ontología respecto de la jerarquía de conceptos definidos inicialmente en el primer paso.

6) **Crear las instancias.** Como resultado, se obtuvo un árbol jerárquico con dos o tres niveles, sin omitir que algunas de las ramas contienen más niveles de profundidad. La Figura 1 muestra el esquema jerárquico del primer nivel de conceptos. En el primer nivel se encuentran los conceptos principales. Queda abierta la posibilidad de extender la ontología añadiendo otros conceptos y descripciones (ver Figura 2).

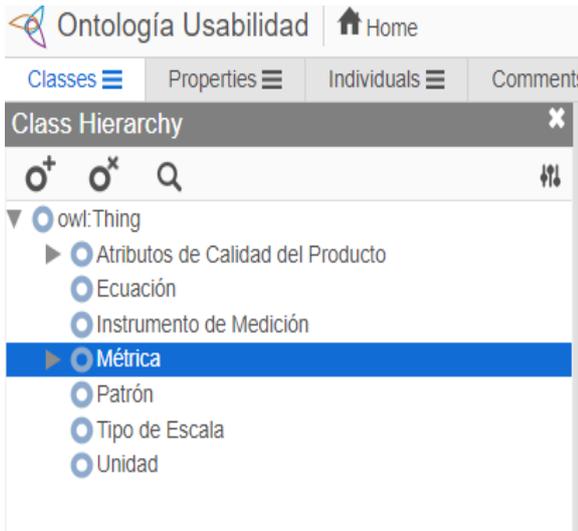


Figura 1: Esquema jerárquica de primer nivel de la ontología

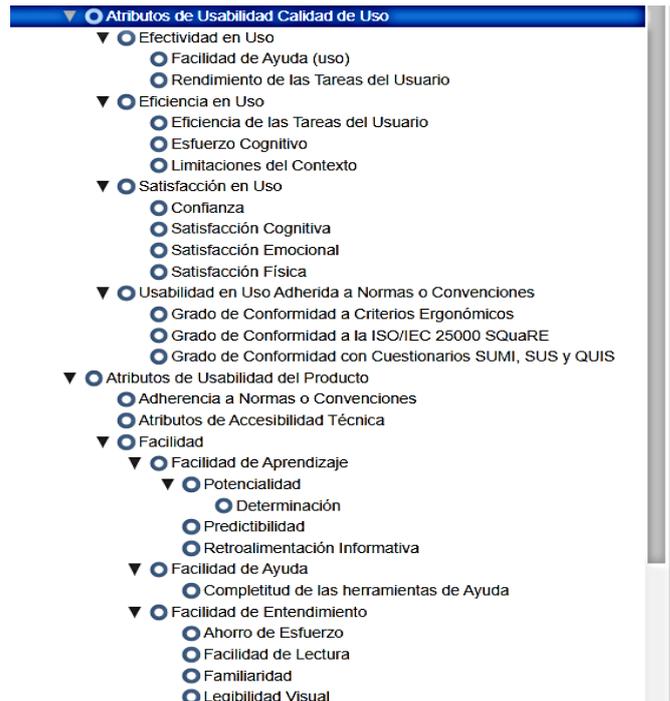


Figura 2: Esquema jerárquica de segundo, tercer y cuarto nivel de la ontología

Por último, la ontología como las instancias que conforman el dominio de la usabilidad pueden ser implementadas utilizando el lenguaje OWL, y convertidas a RDF-Schema y RDF respectivamente, lenguajes menos expresivos que el OWL pero que permiten su manipulación mediante una API llamada Jena Ontology Api, que es un ambiente de trabajo para construir aplicaciones en la Web Semántica.

La implementación de la ontología fue realizada con la herramienta Protégé. La Figura 3, detalla las relaciones jerárquicas del concepto “Agrupación Cohesiva de la Información”, utilizando la herramienta de visualización del programa Protégé.

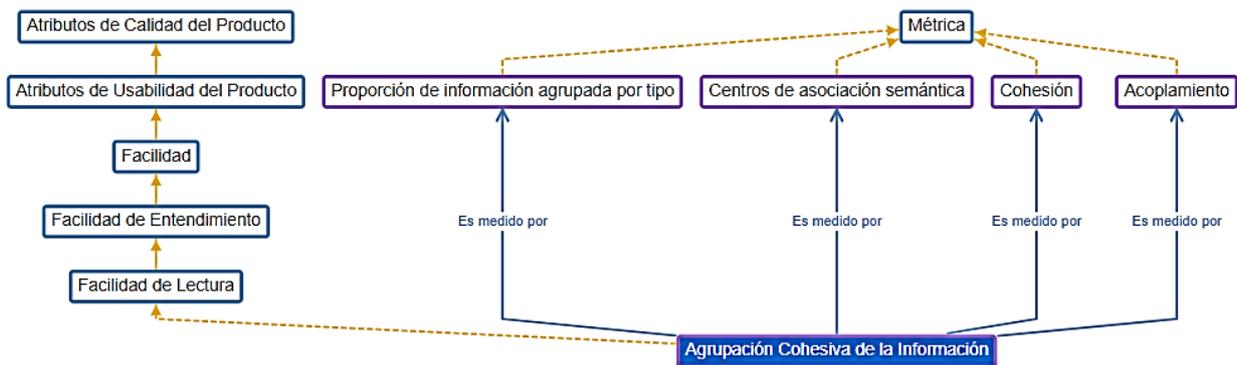


Figura 3: Esquema de la relación asociativa entre las clases de los atributos de usabilidad, métricas y patrones de uno de los atributos del marco ontológico propuesto

## Resultados

La ontología propuesta permite acceder en forma eficiente a los distintos criterios y atributos de usabilidad definiendo la misma en un lenguaje natural, común y único para todos los stakeholders del sistema. Esto permite no solo evitar inconsistencias en el modelado conceptual, sino que además brinda como ventaja adicional el acceso a métricas para evaluar la presencia del atributo que se elicitió, y le propone al Ingeniero de Sistemas la posibilidad de acceder a la implementación de patrones de usabilidad para que sean incorporados en el modelo conceptual. Esto permite aseverar que es posible

incorporar aspectos de calidad relacionados con la usabilidad durante el diseño del software. Se afirma la concepción de que es posible definir especificaciones de usabilidad en etapas tempranas del desarrollo del software.

## Conclusiones

La ontología propuesta permite en la etapa de diseño del sistema definir especificaciones de usabilidad en las etapas tempranas de desarrollo del software en forma organizada, flexible, escalable y acorde a estándares de calidad vigentes, mediante el empleo de un marco ontológico de usabilidad, que vincula los atributos, métricas y patrones (de usabilidad) en forma organizada y sistemática. Es posible generar entonces nuevos modelos que permitan un diseño más eficiente mediante la incorporación temprana de aspectos de usabilidad empleando patrones. A su vez, los modelos pueden ser verificados por quien diseña y validados con el cliente, puesto que cuenta con modelos expresados en el mismo lenguaje natural que el usado en el contexto del dominio del problema. De este modo, el proceso de construcción del software con la incorporación de patrones de usabilidad, métricas y la posibilidad de ampliar los mismos por contar con una ontología de usabilidad, garantiza cierto grado de calidad desde la etapa de construcción del software (arquitectura) y brinda además un gran soporte a quien lo está diseñando. Así el proceso propuesto resulta útil 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 negocios analizado.

## Referencias

- Ding, Y., & Foo, S. (2002). Ontology research and development. Part 1- A review of ontology generation. *Journal of Information Science*, 28(2), 123-136.
- Dobson, G., & Sawyer, P. (2006). Revisiting ontology-based requirements engineering in the age of the semantic Web. In *Proceedings of International Seminar on Dependable Requirements Engineering of Computerised Systems at NPPs*.
- Fernandez-Lopez, M., Gomez-Perez, A., & Juristo, N. (1997). *Methontology: From Ontological Art Towards Ontological Engineering*. AAAI Symposium on Ontological Engineering, Stanford.
- Folmer, E., & Bosch, J. (2004). Architecting for usability: a survey. *Journal of systems and software*, 70(1-2), 61-78.
- Gomez-Perez, A., Fernandez-Lopez, M., & de Vicente, A. (1996). Towards a Method to Conceptualize Domain Ontologies. In *ECAI96 Workshop on Ontological Engineering* (pp. 41-51), Budapest.
- Greenspan, S., Mylopoulos, J., & Borgida, A. (1994). On formal requirements modeling languages: RML revisited. In *Proceedings of 16th international conference on Software engineering* (pp. 135-147). IEEE Computer Society Press.
- Gruber, T. R. (1995). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43(5-6), 907-928.
- Happel, H.-J., & Seedorf, S. (2006). Applications of ontologies in software engineering. In *Proceedings of Workshop on Semantic Web Enabled Software Engineering (SWESE) on the ISWC*. Citeseer.
- Marciszack, M. M., Moreno, J. C., Sánchez, C. E., Medina, O. C., Delgado, A. F., & Castro, C. S. (2018). Patrones en la construcción del modelo conceptual para sistemas de información [Patterns in the construction of the conceptual model for information systems]. *edUTecNe*.
- Moreno, J. C., Marciszack, M. M., & Groppo, M. A. (2020). Patrones de Usabilidad Temprana en el Modelo Conceptual [Early usability patterns in the conceptual model]. *AJEA*, (5), 750-759. <https://doi.org/10.33414/ajea.5.750>
- Moroi, T., Yoshiura, N., & Suzuki, S. (2012). Conversion of software specifications in natural languages into ontologies for reasoning. In *Proceedings of 8th International Workshop on Semantic Web Enabled Software Engineering (SWESE'2012)*.
- Uschold, M. (1998). Knowledge level modelling: Concepts and terminology. *The Knowledge Engineering Review*, 13(1), 5-29.