

# Estudio de Mapeo Sistemático sobre Ontologías de Usabilidad Temprana en Elicitación de Requerimientos para Sistemas Web

*María Alejandra Paz Menvielle, Brenda Elizabeth Meloni, Ana Belén Garnero,*

*Karina Paola Ligorria, Marcelo Martín Marciszack, Juan Carlos Moreno*

*Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información (CIDS),*

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Córdoba, Argentina.*

[mpaz@frc.utn.edu.ar](mailto:mpaz@frc.utn.edu.ar) , [bmeloni@frc.utn.edu.ar](mailto:bmeloni@frc.utn.edu.ar) , [agarnero@frc.utn.edu.ar](mailto:agarnero@frc.utn.edu.ar) .

[kligorria@frc.utn.edu.ar](mailto:kligorria@frc.utn.edu.ar) , [marciszack@frc.utn.edu.ar](mailto:marciszack@frc.utn.edu.ar) , [jmoreno@frc.utn.edu.ar](mailto:jmoreno@frc.utn.edu.ar)

## Resumen

*En este trabajo se presentan los resultados finales y conclusiones de la ejecución de un estudio de mapeo sistemático (Systematic Mapping Study: SMS) de la literatura, con el fin de determinar si se han desarrollado ontologías de usabilidad para sistemas web que sean aplicables a la etapa temprana de elicitación de requisitos como parte del proceso de desarrollo de software, o si es necesario elaborarla. Actualmente el volumen de publicaciones científicas en relación a la usabilidad, su análisis y aplicación con el objetivo de mejorar la interacción de los usuarios con los sistemas se encuentra en constante crecimiento y viene cobrando relevancia dentro de la ingeniería de software. Las fuentes consultadas nos permiten concluir que no se han realizado publicaciones en que se desarrollen o utilicen ontologías de usabilidad temprana. Es por ello que decidimos abordar esta temática que constituye el objetivo central del proyecto de investigación en el cual se encuentra enmarcado este trabajo.*

## 1. Introducción

En la actualidad, todas las organizaciones son de alguna manera “empresas de software”, ya que la calidad de sus sistemas de información se ha convertido en uno de los principales objetivos estratégicos y, más que nunca, su propia supervivencia depende de la calidad de los productos y servicios informáticos [1] y [2]. Es por ello que en muchos casos la calidad de las aplicaciones web, y en particular la usabilidad web, han sido evaluadas basándose en el sentido común, en la experiencia y en la lógica de los desarrolladores [3].

En tal sentido, la norma ISO/IEC 25010 [4] define usabilidad como “Capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones”.

Según [5] “es posible incorporar criterios de usabilidad en etapas tempranas del ciclo de vida del software”, lo que permite definir a la usabilidad temprana como la aplicación de criterios de usabilidad en etapas tempranas de desarrollo de software [6], tanto para el diseño de interfaces de usuario como el diseño del modelo de datos, es decir antes de generar cualquier línea de código.

Por su parte una ontología, según [7], se define como “una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida, que incluye términos y conceptos que existen en un dominio dado, sus propiedades y las relaciones entre ellos”. Descubrir y visualizar el estado del arte de ontologías de usabilidad temprana de software, específicamente en sistemas web, permitiría generar una base terminológica robusta para formalizar los estudios sobre usabilidad del software.

El presente trabajo se desarrolla en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo “Un Modelo de Análisis para Aplicación de Patrones en el Modelado Conceptual de Aplicaciones Web. Fase II” en el “Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información – CIDS”, dependiente del Departamento Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.

Su objetivo es presentar los resultados finales obtenidos del estudio de mapeo sistemático (SMS) realizado para determinar si se han desarrollado ontologías de usabilidad aplicables en etapas tempranas del proceso de desarrollo de software web.

Para la obtención de los resultados se siguieron los lineamientos propuestos por Marcela Genero Bocco [8] y Bárbara Kitchenham [9].

El presente trabajo se encuentra estructurado del siguiente modo: en una primera etapa se realiza la planificación de la froma en que se llevará a cabo el Estudio de Mapeo Sistemático de la Literatura: fundamentación; posteriormente se definen las preguntas de investigación junto a la motivación seguido de la ejecución del protocolo de revisión y las sub etapas que lo componen; para finalizar se exponen los resultados obtenidos de la experiencia, la discusión sobre los mismos y las conclusiones junto con los trabajos futuros que surgen del análisis de la investigación desarrollada.

## 2. Metodología

### Planificación del mapeo

Con el objetivo de identificar qué se ha hecho hasta el momento acerca de la aplicación de ontologías de usabilidad en etapas tempranas, en este apartado se describen las etapas y sub etapas.

Las mencionadas etapas fueron ejecutadas en el mapeo sistemático [8], que se muestran en la **Figura 1**.

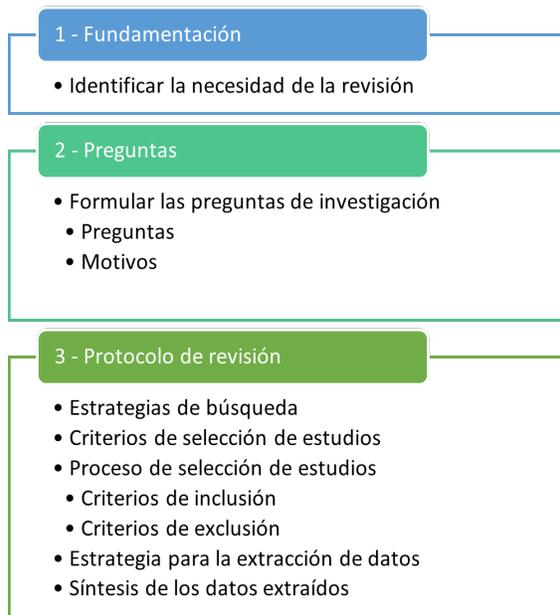


Figura 1. Planificación del SMS.

### 2.1 Fundamentación

La 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.

En el artículo “Análisis de usabilidad web a través de métricas estandarizadas y su aplicación práctica en la plataforma SAEFI” [10] presentan a la norma ISO/IEC 25010 (Square) que contempla a la usabilidad como un aspecto de calidad bajo dos puntos de vista:

Un modelo de calidad del producto, compuesto por ocho características que se relacionan con las propiedades estáticas del software y las propiedades dinámicas de la computadora sistema. El modelo es aplicable tanto a los sistemas informáticos como a los productos de software.

Un modelo de calidad en uso, compuesto por cinco características que se relacionan con el resultado de la interacción cuando un producto se utiliza en un contexto particular de uso. Este modelo de sistema es aplicable a todo sistema humano-computadora, incluyendo tanto sistemas informáticos y productos de software en uso.

En la **Figura 2** se muestra el proceso de construcción del software basados en ISO/IEC 25010 [4]. Las normas ISO son establecidas por el Organismo Internacional de Estandarización (ISO), cuyo objetivo principal es la creación de normas y estándares para asegurar la calidad, seguridad y eficiencia de productos y servicios. ISO/IEC 25010 forma parte de la familia de normas ISO/IEC 25000, que permiten guiar el desarrollo de los productos de software mediante la especificación de requisitos y evaluación de características de calidad [11].

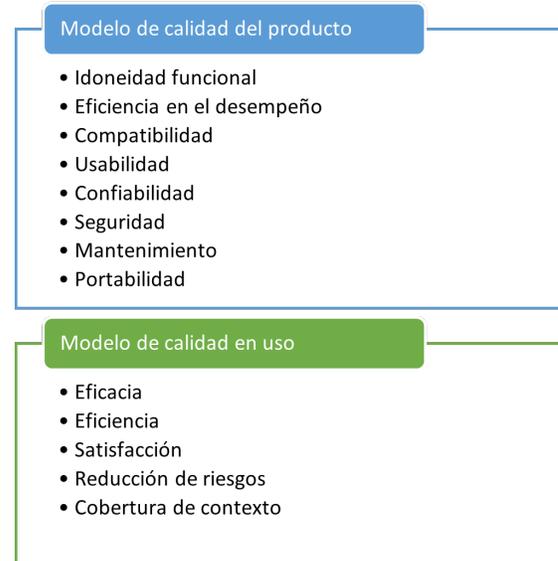


Figura 2. Modelo de Calidad Norma ISO 25010.

En el contexto descrito, interesa saber si se han diseñado ontologías específicas para dar soporte a especificaciones de usabilidad temprana, que es uno de los

Requerimientos No Funcionales fundamentales en aplicaciones web.

## 2.2 Preguntas de investigación

Según se describió en el trabajo “Ontologías de Usabilidad Temprana: Un Estudio de Mapeo Sistemático de Literatura” [12], se formulan las preguntas de investigación y los motivos que dieron origen a las mismas.

La Pregunta de Investigación 1 surge por la necesidad de conocer qué ontologías vinculadas a usabilidad temprana han sido desarrolladas.

PI\_1: ¿Cuáles son las ontologías vinculadas al dominio de la usabilidad temprana del software?

La Pregunta de Investigación 2 se motiva en la inquietud de establecer si se han considerado categorías de usabilidad en el desarrollo de aplicaciones web para las cuales se hayan desarrollado ontologías.

PI\_2: Según los modelos de calidad definidos en ISO/IEC 25010: ¿Qué categorías del modelo de calidad en uso han sido trabajadas con ontologías en aplicaciones web?

La Pregunta de Investigación 3 busca descubrir las características del modelo de calidad del producto que han sido contemplados en alguna ontología.

PI\_3: Según los modelos de calidad definidos en ISO/IEC 25010: ¿Qué características del modelo de calidad del producto de software han sido trabajadas con ontologías en aplicaciones web?

## 2.3 Protocolo de la revisión

### Estrategia de búsqueda

La biblioteca digital elegida para realizar las búsquedas es Scopus. La misma indexa, además, los trabajos publicados en otros sitios como IEEE Explorer, ACM y Springerlink. El período de tiempo cubierto va desde el año 2012 al 2021. Las búsquedas se efectuaron sobre las siguientes secciones de los artículos: título, abstract/resumen y palabras clave.

Los términos aplicados en la cadena de búsqueda son:

- Ontology.
- Usability.
- Quality.
- Non functional requirements.

Trabajando con ellos, la cadena de búsqueda resultante es la siguiente:

TITLE-ABS-KEY ( ontology AND ( usability OR "non functional requirements" OR quality ) )

## Proceso de selección de artículos

Los resultados de realizar la búsqueda con la cadena de búsqueda indicada en el ítem anterior, fueron refinados aplicando los criterios de inclusión y exclusión que se exponen a continuación:

Criterios de inclusión:

- Artículos publicados entre el 1 de enero de 2012 y el 31 de julio de 2021;
- Publicaciones escritas en idioma inglés o español;
- Publicaciones que formen parte del área de las Ciencias de la Computación; y
- Publicaciones en journals y actas de conferencia.

Criterios de exclusión:

- Publicaciones duplicadas y semi duplicadas;
- Literatura gris (no convencional o semi publicada);
- Publicaciones fuera de nuestro objetivo después de una lectura del resumen y palabras claves; y publicaciones fuera de nuestro objetivo después de una lectura completa.
- Publicaciones anteriores al año 2012 se consideran desactualizadas y con cierto grado de obsolescencia.

## Proceso de extracción de datos

Dentro del formulario de extracción de datos definimos dos partes. La primera con los metadatos de cada estudio primario: título, autor, tipo y nombre de la publicación, año, link de acceso, palabras clave y resumen. La segunda parte, como se muestra en la **Tabla 1**, contiene las dimensiones relacionadas a las preguntas de investigación y categorías del esquema definido para clasificar los estudios primarios seleccionados. Este esquema de clasificación tiene en cuenta cada una de las preguntas de investigación y se consideraron las categorías propuestas por [10], [13] y [14].

## Proceso de síntesis

Se recurre a la narrativa para relatar detalladamente cada paso de la ejecución del mapeo sistemático y para reflejar el análisis de los resultados obtenidos. Complementariamente, se acudió al uso de gráficos para simplificar y enfatizar la información más relevante.

## Ejecución del SMS

En esta sección se enumeran los pasos realizados para la ejecución del SMS, seguidamente se interpretan y discuten los resultados obtenidos.

1. Definición de la cadena de búsqueda y criterios de inclusión.

Tabla 1. Dimensiones y categorías de clasificación

Dimensiones	Categorías
PI_1: Tipos de ontologías vinculadas a usabilidad de software	Difusa Genérica De dominio De tareas De aplicación de Información De modelado de conocimiento.
PI_2: Tipos de características en el modelo de uso en plataformas web con ontologías	Eficacia Eficiencia Satisfacción Reducción de riesgos Cobertura del contexto
PI_3: Características de usabilidad de producto trabajadas con ontologías	Adecuación reconocible Capacidad de aprendizaje Operabilidad Protección contra errores Estética de la interfaz de usuario Accesibilidad.

2. Aplicación de la cadena de búsqueda conjuntamente con los filtros definidos en la biblioteca digital Scopus.
3. Codificación y registro de los 556 artículos recuperados en el paso anterior en un documento Excel.
4. Asignación en partes iguales de los artículos recabados, un total de 139 artículos para cada integrante del grupo de investigación.
5. Lectura de los abstracts y palabras clave de los artículos asignados para su posterior clasificación como “aceptado para su lectura completa” o “rechazado por considerarse fuera del alcance del objetivo de la investigación”. Para este punto se aplicaron los criterios de exclusión previamente definidos.
6. Registro de los 28 artículos aceptados para su lectura completa en una nueva planilla Excel.
7. Recuperación del artículo completo a través de la biblioteca digital Scopus. De este proceso de búsqueda se obtuvieron 19 artículos completos. El acceso a los 9 artículos faltantes requería el pago de los mismos, por lo que se etiquetaron en la planilla Excel como “Publicación paga” representados gráficamente por año de publicación en la **Figura 3**.
8. Lectura completa de los artículos registrando en la planilla Excel, y la clasificación de los mismos de acuerdo al dominio de aplicación de las ontologías

(usabilidad/requisitos, web semántica, requisitos no funcionales, metodologías ágiles, calidad de datos, métricas de calidad, integración de requisitos, herramientas para web semántica, clasificación de palabras, componentes de ontologías, construcción de gramáticas, evaluación de ontologías, análisis semántico) (ver **Figura 4**).

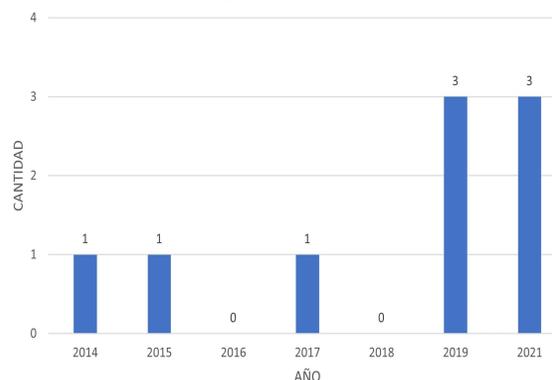


Figura 3. Publicaciones pagas por año.

9. Finalmente, los artículos fueron rechazados en su totalidad.
10. Al haber rechazado todos los artículos no se llevaron a cabo los procesos de extracción y de síntesis descritos.

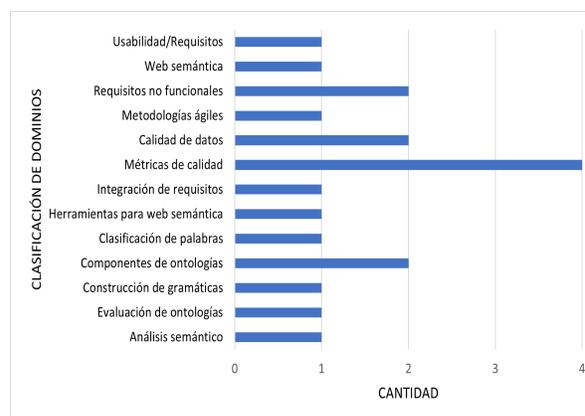


Figura 4. Publicaciones fuera de nuestro objetivo después de una lectura completa.

### 3. Resultados

Como se muestra en la **Figura 5**, de un total de 556 artículos fueron:

- Rechazados después de la lectura de abstracts y palabras claves por considerarse fuera del dominio: el 95%.

- Descartados por no disponer de la publicación completa (9 artículos): 1,6%.
- Aceptados para una lectura completa del documento (19 artículos): 3,4%.

Los artículos disponibles para la lectura completa se leyeron y analizaron, como se indica en el punto anterior, y posteriormente todos se descartaron por los siguientes motivos:

- Estar fuera del dominio de la investigación (ontologías de otros requisitos no funcionales, ontologías de requerimientos funcionales, calidad de ontologías, enfoques ontológicos para otras etapas del desarrollo del software, métricas de calidad, metodologías ágiles, diseño industrial, análisis semántico y vocabulario): el 95%.
- No ser parte de la temática exclusiva de usabilidad: el 5 %.

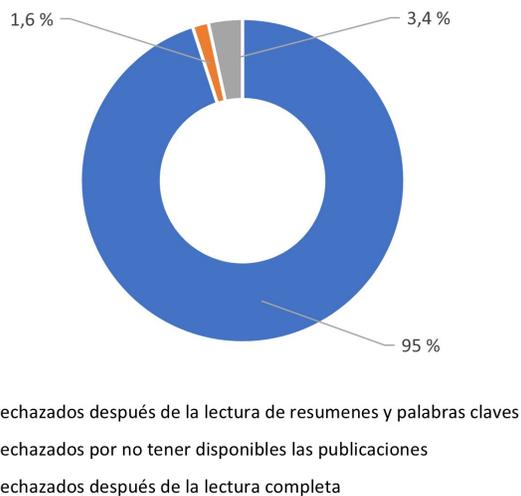


Figura 5. Motivos de exclusión de papers.

#### 4. Conclusiones y Trabajos Futuros

En el presente trabajo se aplica el estudio de mapeo sistemático (SMS) para determinar si se han desarrollado ontologías de usabilidad en etapas tempranas del ciclo de vida de un sistema web. Este estudio consta de tres fases principales, a saber: planeación, ejecución y presentación del SMS. El SMS propuesto abarca el período [2012 - 2021]. Las publicaciones anteriores al año 2012 se consideran desactualizadas y carentes de relevancia. Por otro lado, únicamente se tuvieron en cuenta journals y actas de conferencias escritos en español o inglés, por lo que podría ser posible que se esté trabajando con Ontologías de Usabilidad Temprana en alguna otra región

cuyo idioma principal no sea ninguno de los antes mencionados.

Las publicaciones científicas reunidas, han permitido obtener una perspectiva general del tema bajo estudio. Las fuentes consultadas nos permiten concluir que no se han realizado publicaciones en que se desarrollen o utilicen ontologías de usabilidad temprana. Esto queda evidenciado luego de constatar que la documentación recabada y analizada sólo se relaciona con dominios de aplicación como las ciencias médicas, ingeniería ambiental, big data, biología, patrimonio, entre otras, y a otras etapas del proceso de desarrollo de software posteriores al relevamiento de requisitos.

Estos resultados reflejan la necesidad de abordar esta línea de investigación ya que permitiría mejorar el proceso de validación de requisitos con el usuario, disminuyendo la propagación de errores y reduciendo el impacto de posibles cambios en el diseño y/o programación del sistema.

A partir de los resultados obtenidos con la realización de este estudio de mapeo sistemático, como trabajo futuro se espera abordar dos líneas de trabajo. En primer lugar, llevar a cabo una segunda ejecución del protocolo en nuevas fuentes de información, esto con el objetivo de identificar un mayor número de trabajos que no fueron encontrados en las fuentes consultadas en este mapeo. En segundo lugar, y dado que no se registran evidencias de que existan trabajos previos considerados necesarios para hacer más eficientes los desarrollos web, es que se propone construir una ontología para la validación del requisito no funcional usabilidad, específicamente en etapas tempranas de desarrollo de sistemas web.

#### Referencias

- [1] Piattini Velthuis, M. G., Garcia Rubio, F., García Rodriguez de Guzmán, I., & Pino, F. (2018). *Calidad de Sistemas de Información* 4ta edición. Editorial Ra-Ma. ISBN: 978-84-9964-733-3.
- [2] Pressman, R. S. (2000). What a tangled Web we weave [Web engineering]. <https://doi.org/10.1109/52.819962>
- [3] Abrahao, S., Condori-Fernandez, N., Olsina, L., & Pastor, O. (2003). Defining and validating metrics for navigational models. In *Proceedings Ninth International Software Metrics Symposium*.
- [4] ISO/IEC 25010. (2011). *Norma ISO/IEC 25010 Calidad del Producto de Software*. Normas ISO 25000. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- [5] Moreno, J.C et al (2021). "Usabilidad Temprana en el Modelado Conceptual". <https://doi.org/10.33414/ajea.1.871.2021>
- [6] Pons, C., Giandini, R.S., & Pérez, G. (2010). *Desarrollo de software dirigido por modelos. Conceptos teóricos y su aplicación práctica*. Ed. de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP) / McGraw-Hill Educación. ISBN: 978-950-34-0630-4

- [7] Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. Science Direct. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1042814383710083>
- [8] Genero Bocco, M., Cruz-Lemus, J. A., & Piattini Velthuis, M. (2014). Métodos de Investigación en Ingeniería del Software. RA-MA Editorial. ISBN: 978-84-9964-507-0
- [9] Kitchenham, B., Pretorius, R., Budgen, D., Breton, O.P., Turner, M., Niazi, M., & Linkman, S. (2010). Systematic literature reviews in software engineering – A tertiary study. Information and Software Technology, vol.52(8), pp. 792-805. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>
- [10] Mex-Alvarez, D. C., Hernández-Cruz, L. M., Uc-Rios, C. E., & Cab-Chan, J. R. (2019). Análisis de usabilidad web a través de métricas estandarizadas y su aplicación práctica en la plataforma SAEFI. Revista de Tecnologías Computacionales, Vol.3(No.9), 15 - 24. <https://doi.org/10.35429/JOCT.2019.9.3.15.24>
- [11] ISO/IEC 25000. (2005). Norma ISO/IEC 25000. <https://iso25000.com/>
- [12] Paz Menvielle, M.A. et al (2021). Ontologías de Usabilidad Temprana: Un Estudio de Mapeo Sistemático de Literatura. <https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/871>
- [13] Aranda, G. N., Ruiz, F., Universidad Nacional de La Plata - Argentina. (2005). Clasificación y ejemplos del uso de ontologías en Ingeniería del Software. In SEDICI. Workshop en Ingeniería del Software y Bases de Datos WISBD. <http://www.grise.upm.es/rearviewmirror/projects/status/results/MorenoSanchezJISBD2003.PDF>
- [14] Sanchez-Zuain, S., & Durán, E. (2016). "Taxonomía de Requisitos para Aplicaciones Web. In Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI)-CACIC 2016. SEDICI-Repositorio Institucional de la UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/56725>.