



Artículo de investigación

Propuesta de un modelo de guía de buenas prácticas de elicitación de requisitos

Model proposal for a best practices guide for requirements elicitation

Laura Celeste Diaz Villar^{ORCID}

Universidad Nacional de Canindeyú, Escuela de Postgrado, Curuguaty, Paraguay.

Autor de correspondencia: Laura Celeste Diaz Villar; diazlaura085@gmail.com

Recibido: 30/08/2024 **Aceptado:** 07/11/2024

Resumen

La ingeniería de requisitos es un proceso sistemático que se enfoca en definir las especificaciones del sistema y las necesidades de los usuarios del software a desarrollar. Para obtener procesos innovadores, es importante realizar una adecuada elicitación de requisitos, por ello, en el trabajo se realizó un análisis exhaustivo de los procesos de elicitación de requisitos con el fin de proponer un modelo de guía de buenas prácticas de elicitación que favorezcan la calidad del software. Se utilizó una metodología aplicada y exploratoria con diseño transversal, que incluyó la revisión de estudios previos sobre el tema y la realización de una encuesta. Se identificaron las técnicas más utilizadas en la práctica, se analizaron los problemas comunes en los proyectos de desarrollo de software, clasificando las técnicas de elicitación de acuerdo con los problemas presentados en esta etapa. Se elaboró una guía de buenas prácticas para mejorar la recopilación de requisitos, de acuerdo con BABOK, se implementó un modelo de matriz de trazabilidad para tener un resultado más eficaz, esto permitió obtener un mayor conocimiento teórico sobre ingeniería de requisitos. La investigación proporcionó una base sólida para mejorar la etapa de ingeniería de requisitos en los proyectos de desarrollo de software.

Palabras clave: Ingeniería de requisitos, elicitación de requisitos, técnicas de elicitación.

Abstract

Requirements engineering is a systematic process that defines system specifications and the user needs for the software to be developed. To obtain innovative processes, it is important to conduct proper requirements elicitation. In this work, a thorough analysis of elicitation processes was carried out to propose a model of elicitation best practices that promote software quality. An applied and exploratory methodology with a cross-sectional design was used, which

included a review of previous studies on the topic and the conduct of a survey. The most used techniques in practice were identified, common problems in software development projects were analyzed, and elicitation techniques were classified according to the problems encountered in this stage. A best practices guide was developed to improve requirements gathering, according to BABOK, and a traceability matrix model was implemented for a more effective outcome. This allowed for a deeper theoretical understanding of requirements engineering and provided a solid foundation for improving the requirements engineering stage in software development projects.

Keywords: requirements engineering, requirements elicitation, elicitation techniques.

1. Introducción

Pressman define a la ingeniería de software como una tecnología con varias capas (procesos, métodos, herramientas). El proceso define una estructura que debe establecerse para la obtención eficaz de tecnología, los métodos proporcionan la experiencia técnica para elaborar software y las herramientas proporcionan un apoyo automatizado o semiautomatizado para el proceso y los métodos [1].

Las actividades principales de la ingeniería de software están divididas en especificación, desarrollo, validación y la evolución del software [2]. Durante la especificación de software los clientes y los ingenieros definen el software que ha de ser producido y las limitaciones en su funcionamiento. En la etapa del desarrollo se diseña y programa la solución. Seguidamente, ocurre la validación, donde se comprueba y verifica si el software cumple con lo requerido por el cliente; y, por último, la evolución, es donde el software es modificado para satisfacer las necesidades del cliente y las exigencias del mercado. Estos conceptos sirven como base para identificar las actividades de la ingeniería del software y seleccionar el área exacta estudiada en el trabajo correspondiente a la especificación de requisitos.

El término ingeniería de requisitos fue publicado de manera formal a través de *IEEE Transactions on Software Engineering* en enero de 1977, como una subárea de la ingeniería de software, anteriormente llamada gestión de requisitos. Desde 1968 se ha invertido gran esfuerzo en determinar las causas y proponer soluciones para la crisis del software [3], no obstante, hubo la necesidad de convertir la ingeniería de requisitos en una disciplina; “en 1993 con la realización del I Simposio Internacional de Requisitos de Ingeniería” [4], se consideró a la ingeniería de requisitos como subdisciplina de la ingeniería de software.

Existen varias definiciones de ingeniería de requisitos, entre las cuales resaltamos algunas descripciones de los siguientes autores: según el glosario de la IEEE, requerimiento “es una condición o necesidad del usuario para resolver problemas o alcanzar un objetivo” [5].

Según Boehm: “Ingeniería de requisitos es la disciplina para desarrollar una especificación completa, consistente y no ambigua, la cual servirá como base para acuerdos comunes entre todas las partes involucradas y en donde se describen las funciones que realizará el sistema” [6].

De acuerdo con Loucopoulos y Karakostas: “La ingeniería de requisitos se ocupa de las actividades que intentan comprender las necesidades exactas de los usuarios del sistema de software que se va a desarrollar y traducir dichas necesidades en declaraciones precisas e inequívocas que se utilizarán posteriormente en el desarrollo del sistema” [7].

La ingeniería de requisitos es la que se encarga de identificar, documentar y validar las especificaciones del sistema y necesidades de los usuarios. Aplicando las técnicas correctas, se puede generar especificaciones con claridad, compacta que no presente ambigüedades y sea consistente, es decir, entregar un requerimiento de software completa y de manera correcta, es el concepto que se adopta al trabajo.

En la actualidad, existen numerosas técnicas de elicitación y metodologías disponibles, determinar la más efectiva servirá de base teórica para que los analistas, desarrolladores comprendan con claridad las necesidades de los usuarios. Esto permitirá una mayor comprensión de los problemas y, en consecuencia, mejores alternativas de solución, de tal manera, el trabajo propone un modelo de guía de buenas prácticas de elicitación de requisitos, apropiadas para el tipo de software comúnmente desarrollado, con la identificación de las metodologías y técnicas de elicitación de ingeniería de requisitos existentes, así con los problemas habituales en la etapa de elicitación, la guía proporcionará mayor flexibilidad para identificar fallas o errores que pueda tener el proceso de requerimiento que afecta a la calidad del proceso de software.

La propuesta de una guía de las metodologías y técnicas de elicitación de la ingeniería de requisitos pretende ayudar a los autores del proyecto a conocer realmente lo que desean construir antes de empezar el proceso de desarrollo. Propiciando una coyuntura entre la universidad, empresas y el estado, que favorezcan los procesos de formación de talento humano y habilidades para el buen desarrollo de especificaciones de requisitos de software en la zona de Curuguaty.

Esta práctica trae beneficios en dos aspectos, según Camacho Zambrano [8]:

- Minimiza los riesgos de fracaso del proyecto.
- Contribuye a cumplir aspectos de calidad, tiempo y presupuesto.

Por lo tanto, la ingeniería de requisitos ejerce un papel primordial en el proceso de desarrollo de software, si es realizada correctamente, esta permitirá disminuir significativamente la probabilidad de fracaso del proyecto [9].

En el sector económico tendrá un impacto positivo como la incrementación de la rentabilidad y la productividad del software, en cuanto a lo social, en la formación de talento humano y en lo académico permitirá mejorar los métodos de aprendizaje en el proceso de ingeniería de requisitos.

Diferentes autores, como Rzepka [10], Oberg et al. [11] y Thayer et al. [12], dividen a la ingeniería de requisitos en procesos. Si bien existen diferentes enfoques, la definición de los procesos de la ingeniería de requisitos tiene un denominador común que consta de las siguientes etapas, según Toro Lazo y Gálvez Botero [13]: elicitación de requisitos, análisis de requisitos, especificación de los requisitos, validación y certificación de los requisitos.

Esta investigación estudia la primera actividad del modelo de procesos de ingeniería de requisitos, correspondiente a la elicitación de requisitos, tomada como eje de estudio por ser la etapa de comunicación entre el cliente y el usuario, en donde se adquiere el conocimiento sobre las necesidades y restricciones del entorno.

Es la primera etapa para identificar la problemática, que servirá de base para la construcción del software. En la línea del tiempo ha tenido diversas denominaciones: "Captura de Requisitos", "Descubrimiento de Requisitos" y "Adquisición de Requisitos" [13].

De tal manera, Páez Cárdenas et al. [14] determinan la elicitación de requisitos como una expresión que surge para revolucionar la forma tradicional de identificación de requisitos de un software.

1.1. Modelo para buenas prácticas

ISO/IEC/IEEE 29148 es un estándar internacional que establece las pautas para la especificación de requisitos de software y sistemas [15]. Fue desarrollado conjuntamente por la Organización Internacional de Normalización (ISO), la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).

BABOK (*Business Analysis Body of Knowledge*) es un conjunto de conocimientos y mejores prácticas en el campo del análisis de negocios. Es desarrollado por el IIBA (*International Institute of Business Analysis*) y proporciona una guía completa de las tareas, técnicas y habilidades necesarias para realizar el análisis de negocios de manera efectiva [16].

1.2. Categorías de software

Pressman describe al software como un sistema de cómputo, estructura de datos e información que describen la operación y uso de los programas [1]. Actualmente existen grandes categorías de software, para el trabajo se ha seleccionado la categoría de software de aplicación tales como: software empresarial, un software que ayuda a las empresas a automatizar e integrar la mayor parte de los procesos del negocio [17]. Software de gestión, sistema diseñado para optimizar los procesos de planificación, organización, dirección, y

control de los recursos (humanos, financieros, materiales, tecnológicos y de conocimiento) [18]. Aplicativo móvil, programa diseñado para plataformas móviles (teléfonos, tablets).

2. Materiales y Métodos

Para el estudio se empleó una metodología tecnológica aplicada [19], combinada con un enfoque cuantitativo de alcance exploratorio. Se considera de metodología aplicada porque se tomó como referencia el estudio sobre las técnicas de elicitación y procedimientos que se plantearon por otros autores en sus respectivas investigaciones. El estudio exploratorio permitió identificar la problemática y las fases del levantamiento de los requisitos, información que resultó fundamental para realizar un análisis previo sobre el proceso de desarrollo de software, y, en consecuencia, elaborar una guía de buenas prácticas.

A través de la investigación cuantitativa se pudo identificar las técnicas aplicadas por los analistas de sistemas y desarrolladores de acuerdo con cada proyecto de software, los datos se obtuvieron a través de una encuesta, analizados y sistematizados posteriormente a través de métodos estadísticos. Se utilizó un diseño de investigación transaccional o transversal [20] puesto que los datos fueron recolectados en un único momento.

La población estuvo conformada por siete participantes, divididos entre analistas de sistemas y desarrolladores de software. Los criterios de inclusión fueron: ser egresado de la Facultad de Ciencias y Tecnologías filial Curuguaty, tener experiencia en el desarrollo de software, trabajar y residir en la zona.

3.1. Procedimientos

La metodología estuvo compuesta por seis etapas definidas a continuación: Estudio bibliográfico de las técnicas de elicitación, diseño y elaboración del instrumento, identificación de las técnicas de elicitación, identificación de los problemas en la etapa de elicitación, elaboración de la guía de buenas prácticas y matriz de trazabilidad.

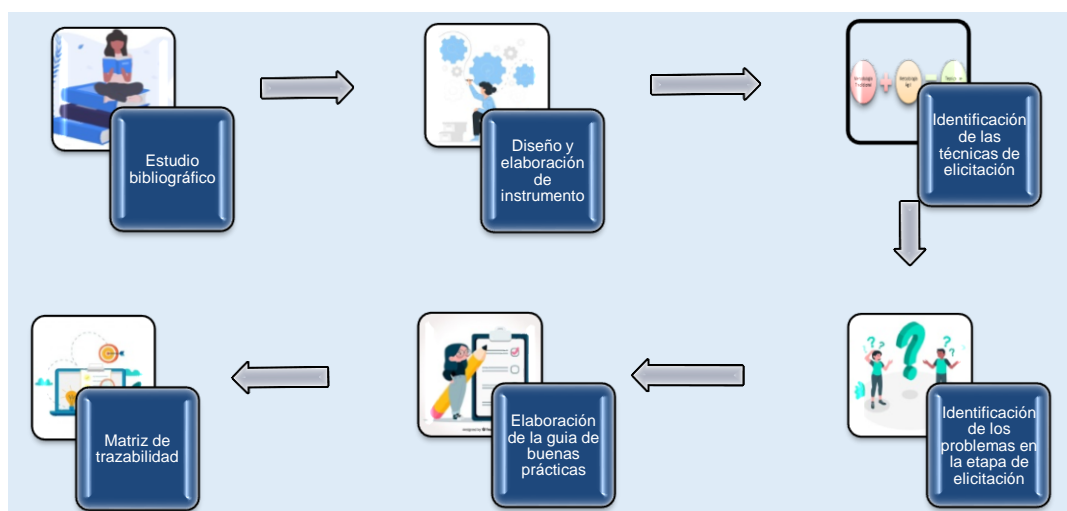


Figura 1. Etapas que conforman la investigación.

A manera de síntesis, la figura 1 muestra la definición de las seis etapas definidas para la realización de la investigación.

3.2. Instrumento

Se elaboró un cuestionario estructurado en Google Forms, compuesto por preguntas cerradas, dividido en tres secciones: la primera parte recopila informaciones sobre el perfil de los encuestados (datos personales, estudios académicos y experiencia en proyecto de software), la siguientes secciones se centran en indagar sobre el conocimiento y aplicación de las técnicas de elicitación de ingeniería de requisitos, sobre los problemas presentados en los proyectos de desarrollo de software relacionados a la etapa de ingeniería de requisitos, y las técnicas de elicitación utilizadas de acuerdo a cada proyecto de software, se ha empleado la herramienta Microsoft Excel para el procesamiento y presentación de los resultados a través de figuras y tablas, con el fin de garantizar una visualización eficaz.

3. Resultados y Discusión

Para lograr un entendimiento claro del estado de arte del trabajo, con respecto al proceso de elicitación de requisitos y particularmente de las técnicas más utilizadas para los distintos tipos de software, se realizó una encuesta destinada a analistas y desarrolladores.

A continuación, se describen los resultados más importantes obtenidos para el logro de los objetivos.

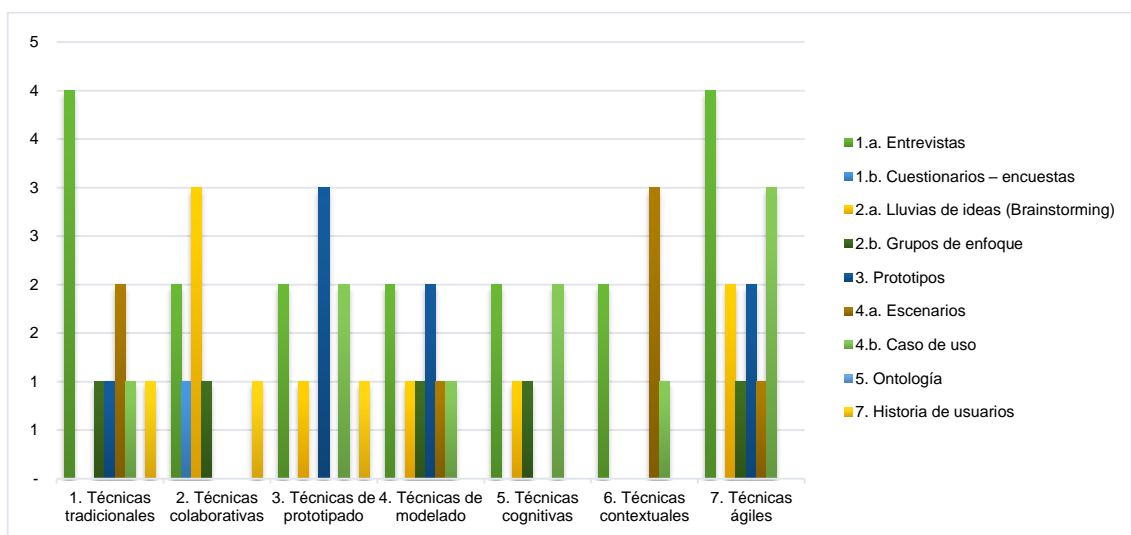


Figura 2. Técnicas de elicitación.

La figura 2 describe las técnicas de elicitación de ingeniería de requisitos, en el eje X se encuentran las categorías de las técnicas; el eje Y está comprendido por las técnicas correspondientes a cada categoría, discriminadas por número y letra (1.a.). Según la encuesta llevada a cabo sobre el proceso de levantamiento de requisitos, las técnicas más utilizadas

por los analistas y desarrolladores son: la entrevista, el escenario, el caso de uso y el prototipo, técnicas que se aplican de manera tradicional, colaborativa, de prototipado, de modelado, cognitivas, contextuales y ágiles. Es interesante destacar que la entrevista es una de las técnicas más utilizadas en todas las categorías, lo que demuestra su importancia como método de obtención de información directa de los usuarios y stakeholders, el escenario y el caso de uso también aparecen en varias categorías, lo que sugiere que son técnicas versátiles y útiles en diferentes contextos.

Por otro lado, las técnicas colaborativas como la lluvia de ideas y los grupos de enfoque son aplicadas en menor medida, pero siguen siendo relevantes para fomentar la participación y la colaboración de los diferentes actores involucrados.

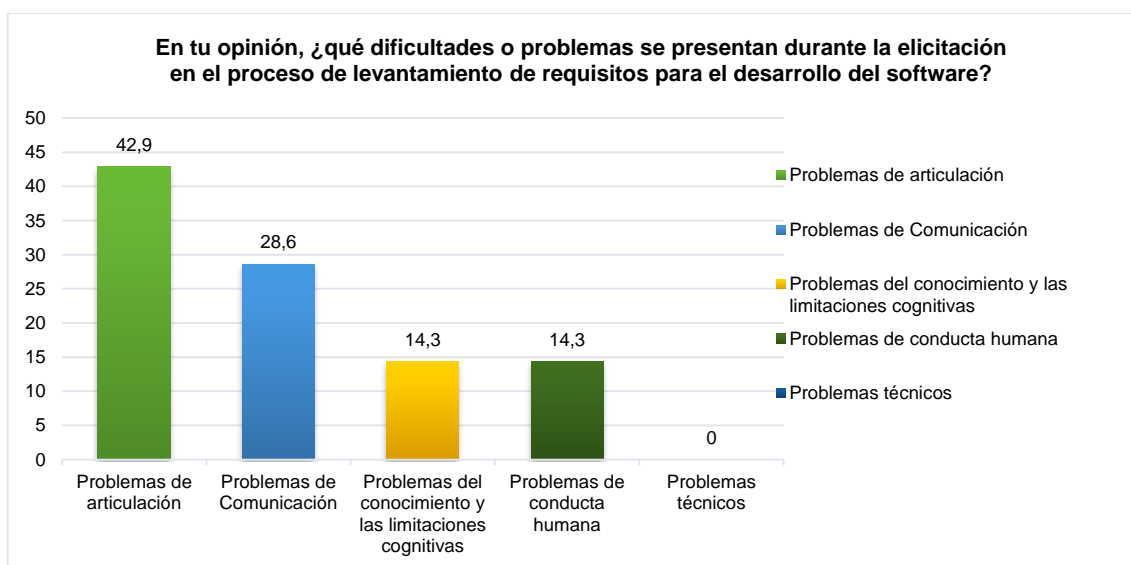


Figura 3. Problemas durante la elicitación de requisitos.

La figura 3 demuestra los problemas que aparecen en el momento de la elicitación de requisitos, especificados de acuerdo con categorías definidas por los autores Duran y Bernández, en su trabajo titulado “Un Entorno Metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Información” [3]. Se observa que el 43% de los problemas más comunes en los procesos de elicitación de requisitos en proyectos de software de los siete participantes, son los relacionados con la articulación, esto puede deberse a diversas razones, como la falta de habilidades de comunicación o el miedo a parecer incompetentes, también se menciona que algunos usuarios pueden no expresar sus necesidades debido al papel dominante que juegan los desarrolladores en el proceso, el 29% de los problemas son de comunicación, lo que implica dificultades en la transmisión de información entre los diferentes actores involucrados en el proyecto, como barreras de idioma, malentendidos o falta de claridad.

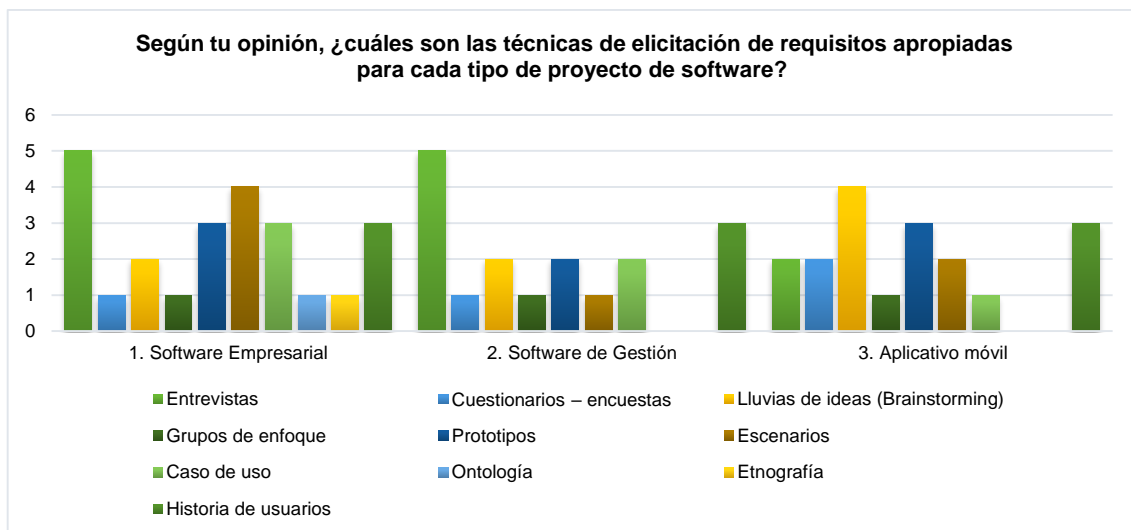


Figura 4. Técnicas de elicitación de requisitos apropiadas para cada tipo de proyecto de software.

La figura 4 muestra en el eje X los tipos de software de aplicación comprendidos en (empresarial, de gestión y aplicativo móvil) y en el eje Y las técnicas de elicitación de requisitos. De acuerdo con los datos proporcionados por la encuesta, para software empresarial las técnicas con mayor valor son la entrevista y escenario, seguidos de un valor menor los prototipos, caso de uso e historia de usuario. Para software de gestión, las técnicas de elicitación con mayor valor son la entrevista, las lluvias de ideas, prototipos y caso de uso. Para software contable los encuestados valoraron más las entrevistas, seguidas de cuestionarios, lluvias de ideas y escenarios. Para un aplicativo móvil, la técnica de elicitación con mayor valor es la lluvia de ideas; con un valor promedio están los prototipos y escenarios, además, a partir de estos resultados se puede determinar para el desarrollo de un proyecto de software la aplicación de dos o más técnicas para obtener los requisitos.

4.1. Guía de las metodologías y técnicas de elicitación de requisitos

En este apartado se presenta la propuesta de una guía de buenas prácticas para la elicitación de los requisitos por medio de las técnicas para proyectos de software desarrolladas por los analistas de sistemas encuestados de la ciudad de Curuguaty.

Se describen tres tareas que identifica el BABOK para el proceso de elicitación, estas tareas están explicadas en la figura a continuación.



Figura 5. Tareas del proceso de elicitación según BABOK.

- Primer paso:

Preparar la elicitación: antes de comenzar el proceso de elicitación es importante tener bien definido el objetivo sobre el cual se va a trabajar, de ahí la importancia de conocer las fuentes de elicitación, éstas son:

Cientes y usuarios finales: son las personas que utilizarán el producto o servicio final. Son una fuente clave de información sobre sus necesidades, problemas, requisitos y expectativas.

Expertos en la materia: son personas con conocimiento especializado en un área específica. Pueden proporcionar información valiosa sobre mejores prácticas, tendencias, tecnologías y estándares en su campo de experiencia.

Stakeholders: son personas o grupos que tienen un interés o influencia en el proyecto. Pueden incluir personas de diferentes departamentos de la organización, proveedores, reguladores, clientes internos, entre otros. Cada uno puede tener información valiosa sobre sus perspectivas, requisitos y expectativas.

Esta etapa es primordial, porque es donde se identifica la fuente de la que se obtiene información sobre los requisitos tanto funcionales como no funcionales. Una vez determinada la fuente de elicitación se procede a la selección de las técnicas, que corresponde al siguiente paso.

- Segundo paso:

Realizar la elicitación: llevar a cabo las actividades de elicitación, para ello es importante seleccionar las técnicas a utilizar. Una vez definida la técnica, es sólo aplicar, durante esta etapa es importante tomar notas detalladas de las respuestas y observaciones realizadas.

Una vez definida la fuente e identificados los interesados relevantes, es importante elaborar un plan que detalle cómo se llevará a cabo la elicitación.

Para ello, se ha elaborado una lista de las técnicas de elicitación de acuerdo con cada tipo de software (Tabla 1) y posibles problemas que se presentan en el momento de la elicitación

(Tabla 2). Cabe destacar que se han seleccionado las técnicas a partir del resultado de la encuesta aplicada.

Tabla 1. Lista de técnicas de elicitación de acuerdo con cada tipo de software.

Proceso	Software	Técnicas
Elicitación de Requisitos	Software Empresarial	Entrevista
		Prototipo
		Caso de uso
	Software de Gestión	Entrevista
		Historia de usuario
		Lluvias de ideas
	Software Contable	Entrevista
		Cuestionario
		Lluvia de ideas
	Aplicativo Móvil	Prototipo
		Lluvias de ideas
		Escenarios

Nota: la tabla 1 describe el proceso de la ingeniería de requisitos, los tipos de software y las técnicas de elicitación de acuerdo con los softwares comúnmente desarrollados por los analistas.

Tabla 2. Lista de las técnicas de elicitación de acuerdo con problemas en la elicitación de requisitos.

Problemas que inciden en la ejecución de las tareas de elicitación de requisitos	
Problemas	Técnicas
Problemas de articulación (Cuando existe falta de claridad en las preguntas, sesgo del entrevistador, falta de entendimiento cultural, falta de privacidad).	Entrevista Cuestionario y encuestas Lluvia de ideas
Problemas de Comunicación (Cuando existe falta de claridad en los objetivos de las técnicas, barreras lingüísticas, falta de entendimiento de las técnicas o herramientas aplicadas).	Caso de uso Entrevistas Cuestionario y encuestas Entrevistas
Problemas del conocimiento y las limitaciones cognitivas.	Historia de usuarios Grupos de enfoques Prototipos
Problemas de conducta humana.	Cuestionario y encuestas Lluvia de ideas
Problemas técnicos.	Escenario Caso de uso Lluvia de ideas

Nota: La tabla 2 se divide en dos columnas, la primera describe los problemas en la etapa de elicitación y la segunda especifica las técnicas de elicitación de acuerdo con los problemas que se presentan durante las tareas en el proceso de elicitación de requisitos del desarrollo del software.

- Tercer paso:

Documentar los resultados: finalmente, es necesario documentar los resultados de la elicitación de forma clara y precisa, para que puedan ser utilizados en etapas posteriores del proyecto o proceso. Esto puede incluir la elaboración de documentos, informes, diagramas, entre otros.

Se propone una matriz de trazabilidad (ver tabla 3) que permite rastrear la relación entre los requisitos y las necesidades de los interesados que sea confusa, no tan clara o ambigua.

Tabla 3. Matriz de trazabilidad de requisitos.

Matriz de trazabilidad de requisitos							
Nombre del proyecto: Proyecto X							
Tipo de Software: Aplicación Web							
Descripción del proyecto: Desarrollo de una aplicación web para gestión de proyectos							
ID identificador	Descripción de los requisitos	Característica del requisito	Problemas de elicitación	Técnicas de elicitación aplicadas	Fuentes o recursos	Objetivo del proyecto	Entregable
REQ-001	El sistema debe permitir a los usuarios registrarse y acceder a su información y tareas asignadas	Conciso Completo Consistente y verificable.	Falta de conocimiento del proceso actual, falta de comunicación efectiva con el cliente.	Entrevista - Cuestionario	Usuarios	Optimizar la gestión de proyectos	Plan de proyecto
REQ-002	El sistema debe permitir a los usuarios asignar tareas. Establecer plazos.	Conciso Completo Verificable	Falta de claridad en lo que entiende por asignar tareas.	Encuesta – Lluvias de ideas	Usuario	Optimizar la gestión de proyectos	Plan de proyecto

Nota: La tabla 3 es una matriz de trazabilidad dividida en columnas y filas que contiene informaciones sobre el proyecto X, que consiste en el desarrollo de una aplicación web. La matriz indica la gestión de los requisitos, donde cada requisito tiene un ID, identificador (REQ-001, REQ-002), también permite realizar una descripción y característica de los requisitos identificados, también se indican los problemas de elicitación y técnicas aplicadas para establecerlo, seguidamente está la fuente o recurso utilizado para obtener los requisitos, y por último el objetivo del proyecto y los entregables esperados.

La matriz de trazabilidad es una tabla que relaciona cada uno de los requisitos con el entregable que se haya solicitado. Esta tabla es de doble sentido, permite identificar qué resultado se alcanza a través de cada requisito y, a la vez, qué requisitos son los que permiten obtener un determinado entregable.

3. Conclusión

En este estudio los hallazgos evidencian que las técnicas más utilizadas en el proceso de levantamiento de requisitos por analistas y desarrolladores, egresados de la Facultad de Ciencias y Tecnología son: la entrevista, escenario, caso de uso y el prototipo. También se ha identificado que la mayoría de los encuestados opta por enfoques más flexibles y colaborativos en el desarrollo del software debido a que no desarrollan software de gran complejidad en la industria.

No obstante, para identificar los problemas presentados en los proyectos de desarrollo de software relacionados a la etapa de ingeniería de requisitos, se dividió estos problemas de acuerdo con enfoques de usuarios, analistas y técnicos. Desde el enfoque de los usuarios y stakeholders se identificaron problemas como la falta de conciencia de sus necesidades y la falta de comprensión de cómo la tecnología puede ayudarles; además, la diferencia en los vocabularios profesionales entre los stakeholders y desarrolladores puede dificultar la comunicación y la comprensión de los requisitos.

De tal manera, se ha elaborado una guía de buenas prácticas para la elicitación de requisitos, que propone la realización de tres tareas durante el proceso de elicitación: preparar la elicitación, realizar la elicitación y documentar los resultados. En la primera tarea, se identifican las fuentes de elicitación, como clientes y usuarios finales, expertos en la materia y stakeholders, para ello es importante tener definido el objetivo sobre el cual se va a trabajar antes de comenzar el proceso de elicitación; en la segunda tarea, se llevan a cabo las actividades de elicitación utilizando técnicas adecuadas, como propuesta se han seleccionado diferentes técnicas de elicitación de acuerdo al tipo de software, como entrevistas, prototipos, casos de uso, lluvia de ideas, cuestionarios, entre otros; en la tercera tarea, se documentan los resultados de la elicitación de forma clara y precisa, se propone el uso de una matriz de trazabilidad de requisitos que permita rastrear la relación entre los requisitos y las necesidades de los interesados, esta matriz ayuda a identificar los entregables que se obtienen a través de cada requisito y viceversa.

Conflicto de interés: El autor declara no tener conflicto de intereses.

Bibliografía

- [1] R. S. Pressman, *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico.*, 7 ed. México: Mc Graw Hill, 2002.
- [2] I. Sommerville, *Ingeniería de software.* México: Pearson educación, 2011.
- [3] A. Duran Toro, «Un Entorno Metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Información», Universidad de Sevilla, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/15365>

- [4] E. Barreto González, «Ingeniería de Requisitos», Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, 2004.
- [5] IEEE Std 610.1, «IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology», 1990.
- [6] V. C. L. Carvajal, L. C. Z. Jiménez, M. E. T. Moreno, R. A. G. Rivera, y M. P. A. Vargas, «Ingeniería de requerimientos», en *Ingeniería de requerimientos*, 2018, pp. 7-24. doi: 10.2307/j.ctv86dfv4.
- [7] P. Loucopoulos y V. Karakostas, *Ingeniería de requisitos del sistema*. McGraw-Hill International en Ingeniería de Software, 1995.
- [8] A. N. Camacho Zambrano, «Herramienta para el análisis de requerimientos dentro de la pequeña empresa desarrolladora de software en Bogotá», Pontificia Universidad Javeriana, 2005.
- [9] D. L. Salazar Torres, «Validación de la aplicación de un modelo para la mejora de la Ingeniería de Requisitos», Universidad de Piura, 2017.
- [10] W. E. Rzepka, «A requirements engineering testbed: concept, status and first results», en *Proceedings of the Twenty-Second Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Volume II: Software Track*, IEEE Comput. Soc. Press, 1989, pp. 339-347. doi: 10.1109/HICSS.1989.48010.
- [11] R. Oberg, L. Probasco, y María. Ericsson, «Aplicación de la gestión de requisitos con casos de uso», *Rational Software Corporation*, vol. 21, 1998.
- [12] R. Thayer, S. Bailin, y M. Dorfman, *Ingeniería de requisitos de software*, 2.^a ed. IEEE Computer Society Press, 1997.
- [13] A. Toro Lazo y J. G. Gálvez Botero, «Procedimiento para especificar y validar requisitos de software en MiPymes desarrolladoras de software de la ciudad de Pereira, basado en estudios previos en la región», Universidad Autónoma de Manizales Facultad, 2017.
- [14] P. Páez Cárdenas, C. D. Arias Peralta, y L. F. Wanumen Silva, «Metodología para elaboración de requerimientos en aplicaciones con servicios web», *Revista vínculos*, vol. 15, n.º 2, pp. 160-174, 2018, doi: 10.14483/2322939x.13505.
- [15] G. Parra Quero, O. Palma Urdaneta, E. Torres Samuel, y F. Durán Garrido, «Caracterización de buenas prácticas en la elicitación de requisitos de software referidas en el estándar ISO/IEC/IEEE 29148», *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, vol. 14, pp. 91-99, 2020, doi: 10.13140/RG.2.2.35706.82889.
- [16] Instituto Internacional de Análisis Empresarial, «Guía del conjunto de conocimientos sobre análisis empresarial (Guía BABOK®)», IIBA.
- [17] R. G. Hurtado, «El aporte económico de las Pymes en Colombia», *Entramado*, vol. 4, n.º 1, pp. 64-79, 2008.
- [18] A. H. Perea Padilla, «Desarrollo de un software de gestión para las pymes del sector portuario utilizando ambiente virtual», 2012.
- [19] J. Cegarra Sánchez, *Metodología de la investigación científica y tecnológica*, Díaz de Santos. 2004.
- [20] R. Hernández Sampieri, *Metodología de la Investigación*, vol. 7. 2014.