

Estudio Secundario sobre Factores Sociales que Inciden en la Priorización de Requisitos Software

Secondary Study on Social Factors that Affect the Prioritization of Software Requirements

Resumen — El presente artículo aborda la problemática de la tarea de priorización de requisitos, en el contexto del proceso del desarrollo software. El estudio utiliza una metodología ad hoc para realizar Revisiones Sistemáticas de Literatura en Ingeniería de Software. Como objetivo se estableció el analizar estudios primarios desarrollados en el presente siglo en torno al proceso de requisitos, particularmente en tareas de priorización; para lo anterior se establecieron tres preguntas de investigación en torno a: las tendencias en investigación sobre el tema, los factores asociados al proceso de priorización de requisitos, así como, las herramientas de gestión del proceso de requisitos. Los hallazgos permiten identificar que desde 2015 se ha tenido un incremento significativo en estudios vinculados con el proceso de requisitos; así mismo, se pudieron identificar cinco categorías de factores sociales; finalmente se encontró un número reducido de herramientas para asistir el proceso de requisitos, en las cuales se integren prestaciones vinculadas con la priorización de requisitos.

Palabras clave – Priorización de Requisitos, Desarrollo de requisitos, Revisión Sistemática de la Literatura.

Abstract — This article addresses the problem of the task of prioritizing requirements, in the context of the software development process. The study uses an ad hoc methodology to perform Systematic Reviews of Literature in Software Engineering. The objective was to analyze primary studies developed in the present century around the requirements process, particularly in prioritization tasks, for which three research questions were established around: trends in research on the subject, associated factors to the requirements prioritization process, as well as and the requirements process management tools. The findings allow us to identify that since 2015 there has been a significant increase in studies related to the requirements process, likewise, five categories of social factors could be identified; Finally, a small number of tools were found to assist the requirements process, in which benefits related to the prioritization of requirements are integrated.

Keywords - Prioritization of Requirements, Development of requirements, Systematic Review of the Literature.

I. INTRODUCCIÓN

La industria de la Ingeniería de Software ha crecido exponencialmente en los últimos años, muchos procesos y tareas se han ido automatizando a un ritmo acelerado lo cual ha generado una gran demanda por desarrollar nuevo software en los últimos años. Esta demanda ha tenido como resultado un gran avance en la investigación, desarrollo y estandarización de los diferentes procesos y etapas de la ingeniería de Software los cuales siguen avanzando diariamente, razón por la cual es de suma importancia como ingenieros de software el mantenernos actualizados y al día con los últimos avances de la industria.

En el contexto del proceso de desarrollo de requisitos software, la tarea de la priorización resulta crítica para realizar un correcto proceso de requisitos y, por naturaleza, es una actividad altamente social donde el ingeniero(a) o los ingenieros(as) de software deberán interactuar constantemente con los *stakeholders* del sistema, por lo que se debe tener un amplio conocimiento de los factores sociales involucrados con dicha actividad. Existe una cantidad considerable de factores sociales a considerar, para los cuales existen diversos estudios que discuten en qué consisten y cómo tratarlos, no obstante, dichos estudios al tener alcance limitado ofrecen conclusiones que no pueden ser generalizadas.

Si bien el proceso de requisitos, ha avanzado a pasos agigantados en los últimos años como resultado de investigaciones que buscan contribuir a la literatura de dicha fase del proceso de desarrollo software, se ha identificado una carencia de estudios secundarios recientes en torno a los aspectos sociales involucrados en la tarea de priorización de requisitos; por lo anterior, el presente estudio tiene como propósito identificar y ofrecer una descripción de los principales factores sociales identificados en el proceso de requisitos en general, y en particular, en las actividades de priorización de requisitos.

II. PRIORIZACIÓN DE REQUISITOS

De acuerdo con [1] el objetivo de la priorización es el clasificar y seleccionar requisitos que deberían ser incluidos en futuras versiones del software; así mismo, en [2] los autores comentan que otro objetivo de la priorización es el entender, identificar y articular las necesidades, metas y creencias de los *stakeholders* tomando siempre en cuenta sus diferentes trasfondos, necesidades, expectativas y metas. Igualmente consideran esta una tarea de suma importancia, sobre todo para sistemas de grandes tamaños, ya que de esto dependen muchas decisiones financieras y organizacionales importantes para el software que se va a desarrollar. Por lo tanto, la priorización puede tomar lugar tanto en un nivel estratégico como organizacional.

Las actividades de priorización de requisitos forman parte de la fase de Análisis de Requisitos, en el contexto del desarrollo de requisitos; de acuerdo con [3] se debe analizar los requisitos de alto nivel que se obtuvieron durante la educación de requisitos y, a partir de esto, subdividir cada uno de ellos en los requisitos funcionales y no funcionales que sean necesarios.

De acuerdo con [4], en esta fase se debe asignar una prioridad a los requisitos, pudiéndose clasificar en esenciales, útiles y deseables, siendo los primeros los de mayor prioridad y los últimos los de menor prioridad. Otros autores como los de [1] comentan que solo existen dos tipos de requisitos, los requisitos obligatorios y los requisitos deseables, siendo los primeros a los que el sistema debe dar soporte y, normalmente, se redactan en futuro simple y siendo los segundos no fundamentales y que se redactan en un futuro condicional. Sin embargo, Sommerville & Sawyer en [5] afirman que por definición, todos los requisitos son requeridos o mandatorios, siendo la única diferencia entre ellos la importancia actual o el valor al cliente y *stakeholders*; por tanto, entendemos como requisitos de software como elementos mandatorios en el producto final, donde solo debemos definir cuáles son más urgentes o de una necesidad más primordial.

Cabe mencionar también que existen diferentes propósitos para priorizar los requisitos de software; en [5] se indica que el propósito es el de determinar la necesidad relativa de los mismos, con el objetivo de definir cuáles son los más críticos para el proyecto, lo anterior, nos ayuda a refinar nuestro documento de especificación de requisitos, de requisitos potencialmente innecesarios que puedan alentar nuestro proyecto. Por otro lado, una correcta priorización nos ayudará a planear mejor el desarrollo de nuestro proyecto, poniendo por delante los requisitos de mayor importancia y ayudándonos a alojar mejor los recursos necesarios a cada etapa del proyecto. Según lo descrito en [6] se ha demostrado que una correcta priorización de procesos puede llevar a un trabajo más eficiente y, aunado a esto, nos lleva a ser capaces de mejorar nuestros procesos de desarrollo y mejorar la empresa en la que se implemente esta priorización.

En cuanto a los beneficios del proceso de priorización, en [5] se comentan algunos de los más importantes; en primer lugar, se genera una mayor satisfacción en el cliente, ya que al ver que se han implementado sus requerimientos más

importantes, percibe una mayor seguridad en su inversión. En segundo lugar, se reduce el riesgo de cancelación del proyecto, ya que se podrá demostrar mejor el avance del proyecto en cada iteración ya que los avances serán más significativos y notorios para el cliente. En tercer lugar, nos aseguramos de que los *stakeholders* aborden todos los requisitos planteados y no solo los suyos, por lo que tendrán un mejor entendimiento del producto más allá de su punto de vista. En cuarto lugar, se podrán estimar mejor los beneficios de la implementación de los requisitos, lo cual ayudará a medir el avance del proyecto. Por último, nos permitirá priorizar las inversiones, lo cual nos ayudará a tener una planeación más correcta del proyecto y no destinar recursos de más o de menos a la implementación de algún requisito.

III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) permite identificar, evaluar e interpretar los resultados de la investigación disponible en la literatura, en torno a un conjunto de preguntas de investigación vinculadas a una temática o fenómeno de interés. Para la realización de esta RSL se utilizó la metodología propuesta por Kitchenham descrita en [7]; a continuación, se listan las actividades de que consta dicha metodología:

A. Planificar la RSL

- Identificación la necesidad de la revisión sistemática.
- Formulación las preguntas de investigación.
- Diseño del protocolo para la revisión.
- Validación del protocolo de la revisión.

B. Realizar la RSL

- Identificación la investigación relevante.
- Selección los estudios primarios.
- Evaluación la calidad de los estudios primarios.
- Extracción de los datos relevantes.
- Síntesis los datos extraídos.

C. Reportar RSL

- Elaboración el informe de la revisión.
- Validación el informe.

Para extender en número el conjunto de estudios primarios seleccionados (EPS) que pudieran ser relevantes para la RSL, se incorporó de manera complementaria, la estrategia de bola de nieve hacia adelante [8], tomando como base el primer conjunto de EPS seleccionados con la metodología propuesta.

IV. PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene como objetivo recopilar y sintetizar información relacionada con los factores sociales del lado de la empresa u organización, identificados en los últimos años o que son considerados en la actualidad, y que inciden de alguna manera en la priorización de requisitos, por otro lado se pretende recopilar información respecto de las

herramientas de gestión del proceso de requisitos — incluyendo su priorización— que incorporan o consideran los factores previamente identificados.

A. Preguntas de investigación

Con el objetivo realizar una recopilación del cuerpo de conocimiento generado en los últimos veintidós años referente a los aspectos sociales involucrados en la priorización de requisitos, se plantearon las siguientes preguntas de investigación que servirán de guía para este estudio.

PI1. ¿Cuál ha sido la tendencia en investigación en el área de priorización de requisitos software durante el presente siglo?

PI2. ¿Cuáles son los factores sociales de los *stakeholders* considerados durante la priorización de requisitos?

PI3. ¿Cuáles son las herramientas de gestión de requisitos que consideran los factores sociales para su selección?

B. Selección de fuentes y estrategias de búsqueda

La estrategia de búsqueda consistirá en la selección de un conjunto de estudios primarios iniciales y, con base en estos estudios, se aplicará la técnica de bola de nieve hacia adelante, para mejorar el conjunto de estudios primarios relevantes para el estudio.

En primer lugar, se seleccionaron las bases de datos *IEEE Xplore* y *ACM Digital Library* ya que, además de ser bases de datos sumamente confiables, éstas se especializan en temas de ingeniería y computación, los cuales son temas de interés en este estudio. Por otro lado, se consideraron un par de bases de datos adicionales *Springerlink* y *Science Direct* ya que, a pesar de no ser bases de datos especializadas en computación y sus procesos, brindan resultados en el contexto del estudio y se podrá encontrar una amplia variedad de estudios que pueden ser de nuestro interés. Adicionalmente, se considerará *Google Scholar*, por ser un repositorio que posee una amplia gama de fuentes, lo cual permite acceder a literatura que no está disponible en otras bases de datos.

C. Creación de la cadena de búsqueda

Para obtener los estudios primarios necesarios para esta revisión sistemática de la literatura se han definido las siguientes cadenas de búsqueda, las cuales se utilizaron en las bases de datos y repositorios previamente mencionados. Se definieron tres cadenas de búsqueda distintas para poder delimitar un poco mejor los resultados obtenidos y, de tal manera, no obtener una cantidad de resultados difícil de manejar:

- CB1. *Social AND (factors OR Issues OR Problems OR Aspects) AND Software AND Requirements AND prioritization*
- CB2. *Software AND Requirements AND Prioritization AND ("Social Issues" OR "Social aspects" OR "Cultural Considerations")*

- CB3. *Software AND Requirements AND Prioritization AND (Culture OR Social OR Entomology OR Sociology)*

D. Criterios de inclusión y de exclusión

Para seleccionar los estudios primarios encontrados se ha definido un conjunto de criterios de inclusión y otro conjunto de criterios de exclusión, los cuales servirán como filtro para los estudios encontrados durante el proceso de búsqueda. Los criterios de inclusión son los siguientes:

- CI1. Estudios publicados en revistas especializadas o en memorias de congresos.
- CI2. Estudios publicados entre el año 2000 y el 2022.
- CI3. Estudios de investigación empírica que traten de forma específica los aspectos o factores sociales ligados a la priorización de requisitos.
- CI4. Estudios publicados en idioma inglés.

De igual manera, los criterios de exclusión son los siguientes:

- CE1. Estudios duplicados.
- CE2. Estudios de los que no se tuvo acceso al contenido.

Dichos criterios de inclusión y de exclusión serán aplicados exclusivamente en el título del estudio, en el resumen, o en la introducción de este, en caso de existir ambigüedad en el título. Con base en los criterios de inclusión y de exclusión mencionados, se espera obtener un conjunto relevante de estudios primarios por medio de los cuales se podrá dar respuesta a las preguntas de investigación previamente definidas.

E. Técnica de bola de nieve hacia adelante

Con el objetivo de ampliar la cantidad de estudios primarios identificados y, por tanto, ampliar la cantidad de información disponible para analizar y sintetizar se utilizará la técnica de bola de nieve hacia adelante. Esta técnica tiene como ventaja, que los estudios seleccionados tienen una muy alta probabilidad de ser relevantes para nuestro estudio, ya que fueron encontrados a partir de un estudio que ya ha sido previamente identificado como relevante.

Para la identificación de un segundo conjunto de estudios con la técnica de bola de nieve, se utilizará *Google Scholar*, ya que aparte de ser un repositorio, es una herramienta que permite identificar a los artículos que han citado a un estudio particular seleccionado, y al menos el acceso a los resúmenes de éstos, no se omite comentar que en algunas ocasiones también se tiene acceso al contenido completo del estudio.

F. Evaluación de la calidad de los Estudios Primarios

La evaluación de la calidad de los estudios es imperativa para asegurarnos que los estudios identificados no comprometan la calidad de nuestra investigación y que, por tanto, estemos seguros de que nuestros resultados sean válidos. Así mismo, de acuerdo con [9], la evaluación de

calidad de los estudios primarios es necesaria para limitar el sesgo al momento de conducir la revisión sistemática y sirve para profundizar en cuanto a potenciales comparaciones y para guiar la interpretación de los descubrimientos; por tanto, la evaluación de la calidad de los estudios no servirá exclusivamente para comprobar que los estudios analizados sean válidos para nuestra investigación, si no que a su vez nos ayudará a interpretar mejor los resultados obtenidos, tomando en los puntos fuertes y débiles de los estudios evaluados.

Se analizaron diversos instrumentos preexistentes con el objetivo de agilizar el proceso de aseguramiento de la calidad de los estudios. Entre los instrumentos analizados se encuentra el descrito en [10], el cual contiene 12 ítems con los que se evaluarán los estudios para definir su calidad; no obstante, este instrumento está enfocado por completo al análisis de estudios de caso exclusivamente y, debido a que en este estudio no se están evaluando exclusivamente estudios de caso, este instrumento resultó sumamente limitante para nuestros fines. De igual manera, se analizó la lista de cotejo de calidad para una revisión sistemática cualitativa propuesta en [11], la cual integra 15 ítems para analizar la calidad del estudio; igualmente cada ítem tiene una forma cuantitativa de calificar diferente entre sí, donde el investigador define el puntaje de cada ítem dependiendo de que tanto cumpla del ítem el estudio; no obstante, este último instrumento está dirigido exclusivamente a estudios cualitativos y debido a que nuestra investigación comprende una amplia gama de tipos de estudios empíricos, por lo que esta lista de cotejo no resulta de utilidad.

Para evaluar la calidad de los estudios seleccionados se acordó utilizar como referencia el instrumento propuesto por Dyba & Dingsøyr en [9], ya que permite evaluar diferentes tipos de estudios empíricos; así mismo, tiene la flexibilidad de definir la forma de calificar cada ítem lo cual nos brinda la libertad de expandir la definición de cumplimiento de cada ítem al momento de calificar. No obstante, se acordó también realizar ligeras modificaciones al instrumento, se eliminó el primer ítem que establecía si el estudio era empírico, ya que esto se definió en los criterios de inclusión, así mismo se eliminó el sexto ítem del instrumento en el cual se cuestionaba si en los estudios existía un grupo de control que pudiese servir de comparación para los resultados; esto debido a que este ítem estaba delimitado a estudios experimentales que comprendieran de diversos grupos de control, lo cual no necesariamente debe de ocurrir en los estudios identificados para esta investigación, por lo tanto nuestra rúbrica finalmente consistió de 9 ítems. Los criterios considerados en dicho instrumento son los siguientes:

- *Calidad del informe*: Este criterio permite evaluar la presentación y contenido del artículo, y con ello visualizar en cierto grado la expertiz de los autores en la comunicación de sus hallazgos en los estudios realizados, en función de su redacción. Ítems 1 y 2.
- *Rigor*: Permite valorar la aplicación precisa de los métodos de investigación, así como las técnicas de análisis para la obtención y procesamiento de los hallazgos. Ítems 3, 4 y 5.

- *Credibilidad*: La Credibilidad se refiere a cómo los resultados de una investigación son verdaderos para las personas que fueron estudiadas y para otras personas que han experimentado con el fenómeno investigado [12]. Ítems 6, 7 y 8.
- *Relevancia*: Permite evaluar el logro de los objetivos planteados en el proyecto y da cuenta de si finalmente se obtuvo un mejor conocimiento del fenómeno. De acuerdo con [13] existen dos tipos de relevancia: la académica, la cual se muestra a través de la capacidad de publicar artículos y de citas de otros investigadores, y la industrial, que hace referencia al valor de la evaluación para los profesionales que buscan adoptar tecnologías. Ítem 9.

Los ítems para cada uno de los 4 criterios son:

- (1) ¿Los objetivos del estudio han sido claramente definidos?
- (2) ¿Existe una descripción adecuada del contexto dentro del que se ha llevado a cabo la investigación?
- (3) ¿El diseño de la investigación ha sido apropiado para abordar los objetivos de la investigación?
- (4) ¿La información fue recolectada correctamente tomando en cuenta el contexto y tema de investigación?
- (5) ¿El análisis de los datos fue suficientemente riguroso?
- (6) ¿Se ha considerado adecuadamente la relación entre el investigador y los participantes?
- (7) ¿Existe una clara declaración de los hallazgos?
- (8) ¿Se han considerado los riesgos a la validez del estudio y se han aplicado medidas para contenerlos?
- (9) ¿El estudio es de valor para la investigación o la práctica?

Para la valoración de los Estudios Primarios Seleccionados (EPS), se generó una rúbrica basada en el instrumento propuesto por Dyba et al. (2008), donde se define la manera en la que cada uno de los 9 ítems serán valorados, y se les asignará una calificación de 0 en caso de obtener un resultado inaceptable, de 0.5 en caso de tener un buen resultado y de 1 en caso de obtener un excelente resultado. La Tabla 1 ilustra la rúbrica para el ítem 1 y representa solo un ejemplo de las 9 ítems evaluados.

TABLA I. RÚBRICA PARA EL ÍTEM 1

Ítem	Valoración		
	Inaceptable (0.0)	Bueno (0.5)	Excelente (1.0)
#1	No existe una razón por la cual el estudio fue realizado, ni hay una clara declaración del resultado del estudio	Existe una razón por la cual se ha realizado el estudio y hay una declaración del resultado del estudio, pero este es algo ambiguo	Existe una razón por la cual el estudio fue realizado y se ha declarado el resultado del estudio de forma clara y sin ambigüedades.

Así mismo, se realizará una evaluación global de los EPS en función de los cuatro criterios considerados; el resultado de la valoración de cada criterio será el cociente del Puntaje total Obtenido por Criterio (PTOC) entre el Puntaje Máximo posible por Criterio (PMPC) expresado en %:

$$\text{Resultado} = (\text{PTOC} / \text{PMPC}) * 100$$

TABLA II. VALORACIÓN POR CRITERIO DEL CONJUNTO DE EPS

Categoría	Valoración
Perfecto	Resultado \geq 80%
Bueno	50% \leq Resultado $<$ 80%
Aceptable	10% \leq Resultado $<$ 50%
Inaceptable	Resultado $<$ 10%

V. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

A. Selección de los Estudios Primarios

Para la selección de los estudios pertinentes para el estudio, se configuraron las cadenas de búsqueda elaboradas de acuerdo con los gestores de las bases de datos: *IEEE Xplore*, *ACM-DL*, *ScienceDirect* y *SpringerLink*; así como al repositorio seleccionado: *Google Scholar*.

Posteriormente se aplicaron los dos filtros (criterio de inclusión y criterios de exclusión) obteniendo un listado de treinta y nueve estudios primarios; la Tabla II presenta la cantidad de estudios seleccionados por cada base de datos, en cada una de las tres etapas del proceso.

TABLA III. # DE EPS POR BD Y ETAPA DEL PROCESO DE SELECCIÓN

Base de datos	Resultados	Criterios Inclusión	Criterios de Exclusión
IEEE Xplore	20	9	9
ACM-DL	232	6	5
ScienceDirect	133	13	10
SpringerLink	357	16	13
Google Scholar	3,890	4	2

Mediante la estrategia de bola de nieve hacia adelante, aplicada al conjunto inicial los *treinta y nueve* estudios primarios, se encontraron una cantidad adicional de *quince* artículos pertinentes para su incorporación al estudio, obteniendo, de esta manera se obtuvo un total de *cincuenta y cuatro* estudios primarios pertinentes para este trabajo.

Con el propósito de identificar el grado de conocimiento del fenómeno de interés (priorización de requisitos) en el contexto de la disciplina, se extrajo el método de investigación empírico utilizado en los estudios primarios seleccionados. Se encontró que la mayoría de los estudios

obtenidos utilizaron la metodología de estudio de caso (21) o de experimentación (20), el de encuesta en un tercer lugar (11) y muy pocos estudios bajo la de Investigación Acción (2). La Figura 1 ilustra el porcentaje de estudios por método empírico de investigación utilizado

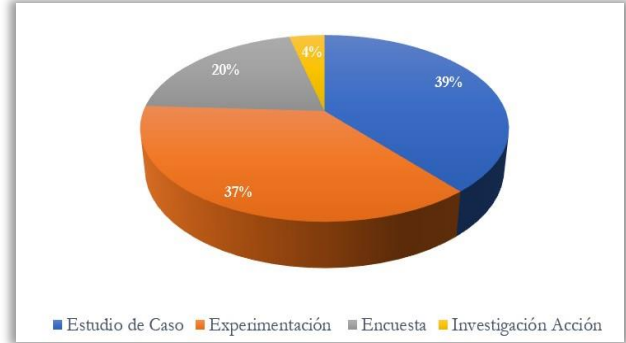


Figura 1. % de EPS clasificados por método de investigación

De acuerdo con la metodología utilizada, podemos observar con los estudios de caso que prácticamente el 39% de los estudios tienen un carácter exploratorio, un 20% es solamente descriptivo, un grupo considerado (37%) es de carácter causa-efecto y muy pocos estudios se orientan a la mejora. Con lo antes observado, podemos decir que el tema de los factores humanos en la priorización de requisitos de software resulta aún un tópico del que falta profundizar en su investigación, sobre todo en lo que respecta a propuesta de mejora a dicho proceso [17].

B. Evaluación de la calidad de los EPS

Con la valoración de la calidad a los 54 EPS mediante el instrumento adaptado de [14], se obtuvo la valoración global a los cuatro criterios de calidad; la Tabla IV presenta los resultados cualitativos y cuantitativo por criterio.

TABLA IV. VALORACIÓN DE LOS EPS POR CRITERIO

Criterio	Valoración
Calidad del Informe	Perfecto (85%)
Rigor	Perfecto (83%)
Credibilidad	Bueno (61%)
Relevancia	Perfecto (93%)

VI. RESULTADOS

En esta sección se presentan las respuestas a las preguntas investigación que fueron planteadas en la presente revisión sistemática de la literatura.

P11. ¿Cuál ha sido la tendencia en investigación en el área de priorización de requisitos software durante el presente siglo?

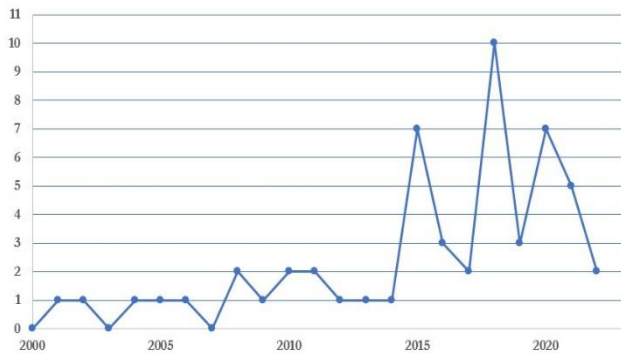


Figura 2. Frecuencia por año de los EPS en la ventana de 2000 a 2022

Como se puede observar en la figura 2, del año 2000 y hasta la primera mitad de la segunda década del presente siglo, se obtuvo, aunque constante, una pobre producción de artículos sobre la temática de interés, en promedio un artículo por año; es hasta la segunda parte de la segunda década del presente siglo, en la cual se observa un incremento y ciertos picos en la producción de dichos estudios: 7 estudios en 2015, 10 en 2018 y 7 en 2019; lo anterior nos indica que de 2015 a la fecha se ha tenido un incremento significativo en el interés sobre el tema de los factores sociales en la priorización de requisitos, en promedio, cerca de 5 estudios por año.

PI2. ¿Cuáles son los factores sociales de los *stakeholders* considerados durante la priorización de requisitos?

Analizando los estudios que responden esta interrogante, se identificaron cinco diferentes categorías de factores sociales a ser considerados durante el proceso de priorización de requisitos: (a) las influencias culturales y sociales, (b) el entendimiento de los *stakeholders*, (c) la comunicación, (d) el entendimiento del dominio, y (e) el manejo de múltiples *stakeholders*.

Con el objetivo de identificar el grado de conocimiento del factor social identificado, se identificó el método de investigación empírico utilizado en los estudios primarios vinculados con cada factor. A continuación, se describen los factores sociales identificados, así como el análisis del grado de conocimiento de estos en función del tipo de estudio empírico.

A. Influencias Culturales y Sociales

Por influencias culturales y sociales nos referimos a cualquier influencia o factor perteneciente a estos temas que puede influir en el proceso de requisitos y, más específicamente, la actividad de priorización de requisitos. Entre éstos se encuentran las diferencias culturales entre los Ingenieros de Software y los *stakeholders*; la cultura del lugar donde se esté llevando a cabo el proceso de requisitos; la jerarquía dentro de la organización donde se esté llevando a cabo el proceso de requisitos; las influencias entre los *stakeholders* del sistema; y por último la dinámica social dentro de la que se ejecuta el proceso de requisitos.

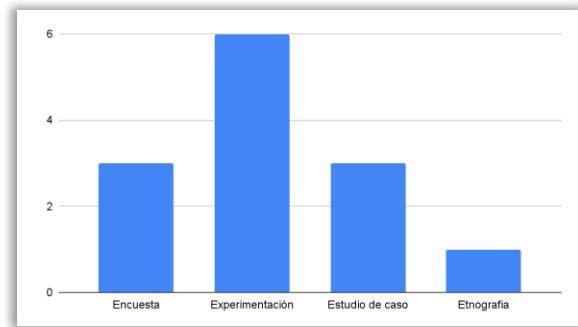


Figura 3. Frecuencia de EPS en los que se identificó el factor "Influencias Sociales y culturales"

Como se observa en la Figura 3, la experimentación es el tipo de estudio que reporta en un 46% el factor vinculado con las influencias sociales y culturales, por lo que se tiene un grado de conocimiento aceptable a nivel de causa-efecto, por su parte las encuestas y los estudios de caso, en conjunto (46%), representan estudios de corte descriptivo y solamente uno de los estudios incorpora una propuesta de mejora al fenómeno.

B. Entendimiento de los Stakeholders

Se refiere al conocimiento que los ingenieros de software poseen respecto a los *stakeholders*, aspectos como: sus necesidades con respecto al sistema; su estilo de vida; su contexto socio-económico; su nivel de educación y conocimiento técnico del dominio; su edad, género y sus necesidades y expectativas emocionales con respecto al sistema.

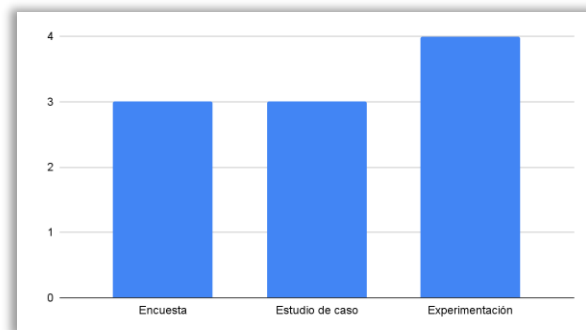


Figura 4. Frecuencia de EPS en los que se identificó el factor "Entendimiento de los Stakeholders"

La Figura 4 permite identificar, en lo que respecta al segundo factor, un grado de profundización a nivel descriptivo (60%) mayor que el de los estudios vinculados con un análisis de causa-efecto (40%).

C. Comunicación con los Stakeholders

La comunicación con los *stakeholders* implica las actividades de seguimiento, negociación y conversación para comprender sus necesidades de mejor manera. Dentro de esta categoría viene la manera de comunicarnos con los

stakeholders, y se encuentra en función con las costumbres de la cultura dentro de la que se desempeña esta actividad, los medios por los cuales nos podemos comunicar con ellos para generar un sentimiento de inclusión durante el proceso de requisitos y las consideraciones necesarias respecto a su selección.

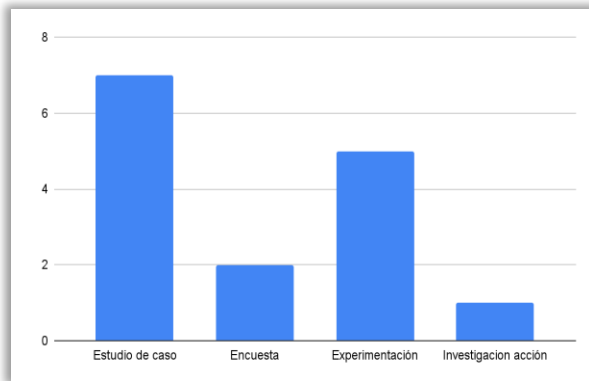


Figura 5. Frecuencia de EPS en los que se identificó el factor “Comunicación con los *Stakeholders*”

De acuerdo con lo que se observa en la Figura 5, los estudios de caso (descriptivos) presentan la moda en el factor relacionado con la comunicación con los *stakeholders*, no obstante, los estudios experimentales (causa-efecto) presentan el segundo tipo de estudio empírico identificado con dicho factor.

D. Entendimiento del Dominio

Por entendimiento del dominio se entiende el conocimiento que se debe tener respecto al dominio de la problemática que el sistema abordará, por lo que se debe considerar a los roles e interacciones de los diferentes *stakeholders* dentro del sistema y el entendimiento del ecosistema social en general del dominio del sistema.

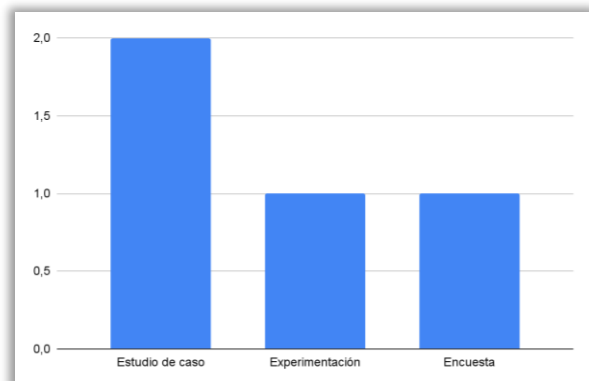


Figura 6. Frecuencia de EPS en los que se identificó el factor “Entendimiento del dominio”

Al igual que en el tercer factor (ver Figura 6), los estudios de caso (descriptivos) presentan la moda en el factor relacionado con el entendimiento del dominio (50%), no obstante, cabe mencionar que solo se identificaron 4 EPS que mencionaban dicho factor; los otros dos estudios utilizaron el método experimental y el de por encuesta.

E. Manejo de Múltiples Stakeholders

Para la creación de sistemas a gran escala, o sistemas destinados a un público muy amplio, con *stakeholders* de diferentes contextos culturales y sociales, la actividad de priorización de requisitos se complica, ya que de manera inevitable los requisitos de varios *stakeholders* entrarán en conflicto o pueden resultar invisibilizados.

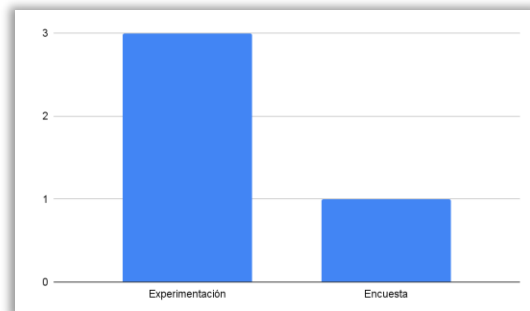


Figura 7. Frecuencia de EPS en los que se identificó el factor “Manejo de múltiples *Stakeholders*”

De manera similar al cuarto factor (ver Figura 7), solo cuatro de los cincuenta y cuatro EPS reportan el factor vinculado con el manejo de múltiples *stakeholders*, y en este factor, predominan los estudios experimentales (75%), lo cual permite deducir que se tiene un grado de conocimiento aceptable sobre esta vista parcial del fenómeno analizado.

PI3. ¿Cuáles son las herramientas de gestión de requisitos que consideran los factores sociales para su selección?

En esta pregunta de investigación se buscó encontrar herramientas para el proceso de requisitos de software las cuales consideren dentro de su diseño, los diferentes factores culturales y sociales identificados durante la segunda pregunta de investigación, o que permitan implementar las técnicas, métodos o *frameworks* también identificados en el estudio. Las diferentes herramientas identificadas se clasificaron de la siguiente manera:

A. Redes Sociales

En los estudios descritos en [14], [15], [16], [17] y [18] se propone la utilización de redes sociales y tiendas virtuales de aplicaciones como herramientas para llevar a cabo el proceso de requisitos de software, proponiendo técnicas y métodos previamente descritos en la segunda pregunta de investigación. Sin embargo, se encontró inconclusas estas investigaciones respecto a la eficacia y viabilidad de las redes sociales como herramienta, ya que remarcan su potencial, pero demuestran varias debilidades e inconsistencias en su utilización.

B. Cloud Teams

Esta herramienta, propuesta Alvertis *et al.* en [19], facilita la comunicación con los *stakeholders*, permite el involucramiento de éstos durante cada fase del desarrollo con el modelo V y que les brinda un alto nivel de transparencia durante el proceso de desarrollo; dicha herramienta provee dos plataformas, la del cliente y la del equipo, las cuales se describen a continuación:

- Plataforma del cliente: Se refiere a la plataforma accesible por los usuarios finales, la cual actúa como un mostrador para el trabajo del equipo. Dentro de esta los usuarios pueden visualizar los proyectos que se estén realizando, leer noticiar al respecto y encontrar campañas en proceso. Igualmente, los usuarios pueden compartir ideas y tener conversaciones con los desarrolladores respecto a los proyectos desplegados en el mostrador.
- Plataforma del equipo: Dentro de esta plataforma los desarrolladores pueden crear proyectos o ser invitados a proyectos, crear o ser invitados a campañas y mantener contacto con los usuarios respecto a sus comentarios, ideas y sugerencias respecto al proyecto.

C. RM Tools

Herramienta propuesta por Lang & Duggan en [20]. Consiste en una aplicación web para múltiples usuarios. Esta busca manejar y controlar los requisitos dentro de un proceso que aborda de forma activa los equipos de desarrollo multidisciplinarios y distribuidos. Sus objetivos específicos son:

- Facilitar la comunicación y el entendimiento de los requisitos entre todos los *stakeholders* del sistema, proveyendo un balance entre técnicas de especificación técnica y no técnica.
- Mejorar el balance entre desarrolladores y usuarios finales durante la definición, priorización y validación de los requisitos.
- Abordar un mecanismo para controlar el impacto de los cambios en los requisitos.

Así mismo, las características clave de esta herramienta son las siguientes:

- Mantiene un diccionario de datos compartidos dentro de una base de datos centralizada, con múltiples usuarios y de medios múltiples con acceso web completo.
- Mantiene descripciones de requisitos tanto técnicas como no técnicas, con *hyperlinks* entre sus descripciones correspondientes.
- Provee soporte básico para un modelado de notaciones estándar.
- Soporta el almacenamiento y manipulación de texto y documentos de diferentes tipos, lo cual es especialmente útil para describir requisitos complejos y para demostrar las simulaciones de las implementaciones de éstos.
- Soporta la comunicación electrónica entre los *stakeholders* usando conexiones seguras.
- Facilita el manejo del proyecto al repartir prioridades, responsabilidades y fechas límites.
- Tiene la capacidad de generar reportes.

D. Game Use Case Modeling Tool

Herramienta propuesta por Albaghajati & Hassine en [21], y es utilizada para modelar los casos de uso dirigidos a videojuegos propuestos por estos mismos autores y descrito durante la respuesta a la segunda pregunta de investigación.

Dicha herramienta es una aplicación web la cual provee las siguientes características:

- Creación gráfica del modelo de casos de uso para videojuegos.
- Elementos de la descripción textual, permitiendo describir cada modelo de forma textual.
- Manejar los sketches generados de los casos de uso de videojuegos.
- Conectores flexibles de elementos de los casos de uso.
- Sistema de notificación de errores, el cual notifica al usuario cuando una regla estricta es violada.
- Manejo del modelo de casos de uso de videojuegos, el cual permite a los usuarios guardar los casos de uso generados en la nube.
- Exportación de los casos de uso.

VII. VALORACIÓN DEL ESTUDIO SECUNDARIO

A. Evaluación de la RSL

Con el fin de tener una valoración de la revisión sistemática de la literatura desarrollada, se adaptó el instrumento propuesto en [22], el cual permite valorar aspectos importantes para las tres etapas consideradas en la metodología de la RSL: Planeación (ítems 1, 2, 3, 4 y 9), Ejecución (Ítems 5, 6, 7 y 10) y Reporte (Ítems 8, 11, 12, 13, 14 y 15).

Para el proceso de valoración se utilizó un mecanismo de autoevaluación, coevaluación y evaluación por tres expertos; las opiniones de las cinco evaluaciones fueron ponderadas de igual manera y son cuantificadas en la Tabla V.

Como se aprecia en la tabla V, los aspectos vinculados con la etapa de Planeación, fueron los mejor evaluados, con excepción de una opinión parcial respecto del instrumento utilizado para la evaluación de los EPS (ítem 9), los otros cuatro aspectos coinciden en una valoración positiva por parte de todos los evaluadores; en cuanto a los aspectos de la fase de Ejecución del estudio, en 3 de los 4 ítems valorados, dos opiniones resultaron parciales; finalmente, en cuanto a la tercera fase, en tres aspectos se tienen apreciaciones totalmente positivas y en otras tres se tienen apreciaciones parciales, incluso en la referente al conflicto de interés, uno de los evaluadores responde negativamente, aunque en la sección de comentarios, se indica que no se consideró debido a que en el tema los investigadores no tienen publicaciones previas.

B. Limitaciones del Estudio

Las limitaciones consideradas para el presente estudio son las siguientes:

- Durante la búsqueda de artículos, específicamente durante la implementación del proceso de bola de nieve, debido a la gran cantidad de estudios obtenida se decidió ignorar los estudios previos al año 2010, por lo que bastante

información relevante para este estudio pudo haber sido ignorada.

- Para el proceso de evaluación de la calidad de los EPS se utilizó un instrumento que fue adaptado de [9]; sin embargo, por limitaciones de tiempo, dicha adaptación no fue validada.
- Se consideraron cuatro bases de datos y un repositorio, no obstante, se pudieron incorporar más bases de datos del área de cómputo y, debido a que el estudio realizado trata una amplia variedad de temas sociológicos, se pudieron incorporar bases de datos del área de sociología.

TABLA V. EVALUACIÓN DE LA RSL

Aspecto	Apreciación del evaluador		
	Si	Parcialmente	No
1. La necesidad de revisión se justifica adecuadamente.	100%	-	-
2. Se dispone de un protocolo que guíe la revisión.	100%	-	-
3. Los criterios de inclusión y exclusión de la revisión son adecuados.	100%	-	-
4. La revisión utiliza una estrategia integral de búsqueda bibliográfica.	100%	-	-
5. La revisión sigue un proceso confiable para la selección de estudios.	60%	40%	-
6. La revisión sigue un proceso confiable para la extracción de datos	100%	-	-
7. La revisión justifica debidamente cada uno de los estudios primarios excluidos.	60%	40%	-
8. La revisión ofrece suficientes características de los estudios primarios seleccionados para interpretar los resultados.	100%	-	-
9. La revisión utiliza un instrumento apropiado para evaluar la calidad de los estudios primarios.	80%	20%	-
10. La revisión aplica un proceso confiable de evaluación de la calidad para los estudios primarios seleccionados.	60%	40%	-
11. La síntesis de los estudios primarios seleccionados fue apropiada.	80%	20%	-
12. La interpretación/discusión de los estudios primarios seleccionados consideró la calidad de los estudios individuales.	60%	40%	-
13. Se tuvieron en cuenta las características de los estudios primarios al interpretar/discutir los resultados de la revisión.	100%	-	-
14. La revisión ofrece recomendaciones y conclusiones apropiadas de la revisión.	100%	-	-
15. Los autores de la revisión presentan de manera apropiada potenciales conflictos de interés.	40%	40%	20%

Instrumento de Evaluación de la calidad para RSL adaptado de Usman, Ali & Wohlin (2021)

VIII. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Del análisis a los cincuenta y cuatro EPS se pudo identificar que a partir de 2015 se ha incrementado el interés de investigación sobre la temática de los factores sociales en el contexto de la Ingeniería de Software, en particular, aquellos vinculados con el proceso de priorización de requisitos software. Sin embargo, de acuerdo con el tipo de estudio empírico, existe una variedad entre estudios exploratorios, descriptivos y de análisis de relaciones causa-efecto, que permiten afirmar la necesidad de profundizar en la investigación sobre la temática seleccionada.

Con respecto a la pregunta de investigación que trata particularmente la identificación de los factores que inciden en el proceso de priorización de requisitos, se identificaron cinco categorías de factores culturales y sociales las cuales fueron denominadas: (a) las influencias culturales y sociales,

(b) el entendimiento de los *stakeholders*, (c) la comunicación, (d) el entendimiento del dominio, y (e) el manejo de múltiples *stakeholders*.

Con respecto de las herramientas para asistir el proceso de requisitos, se encontró una menor cantidad de la esperada; se encontró que la mayoría de estas herramientas están principalmente centradas en la comunicación con los *stakeholders*, siendo la principal herramienta mencionada a lo largo de los resultados obtenidos las *redes sociales*, cuyos resultados obtenidos respecto a su utilización fueron inconclusos e igualmente se les encontró diversas problemáticas a resolver en trabajos futuros. Así mismo, se encontró que la herramienta *GUCM*, aunque efectiva en su utilización, no resultó relevante para nuestro estudio. Por otro lado, las herramientas *CloudTeams* y *RM-Tool*, consideran dentro de su diseño todo el proceso de requisitos, permiten una comunicación constante con los *stakeholders* y solventan muchos de los problemas relacionados con la comunicación. Así mismo cabe mencionar que *RM-Tool* es una herramienta bastante antigua, que data de 2001, por lo que su utilidad en la actualidad puede no ser tan efectiva como la descrita en el estudio donde es propuesta.

Con base en la investigación realizada, se pudo observar la carencia de estudios que aporten soluciones a los problemas relacionados con el proceso de requisitos, particularmente lo referente a las actividades de priorización, por lo cual resulta pertinente desarrollar futuras investigaciones que ofrezcan mejoras específicas a las problemáticas vinculadas con los factores sociales que inciden en el proceso estudiado.

Por otro lado, el número de herramientas identificadas que consideran los factores sociales en su especificación, diseño o implementación, fue considerablemente bajo, aunado a esto, se encontró que algunas de las herramientas propuestas pueden no ser relevantes actualmente por los cambios en algunas de las dinámicas de trabajo; por lo anterior, podemos afirmar que es necesario que practicantes y académicos del área consideren propuestas de innovación tecnológica que integren prestaciones derivadas de las problemáticas actuales, y asociadas a los factores humanos identificados en las tareas de priorización de requisitos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo brindado por la Secretaría de Educación Pública (México) a través del [REDACTED] así como la colaboración y disponibilidad de los expertos que participaron en la evaluación de la RSL.

REFERENCIAS

- [1] M. Kalech, R. Abreu, & M. Last. “*Artificial Intelligence Methods For Software Engineering*”. Google Books, 2021.
- [2] F. Sher, D. N. A. Jawawi, R. Mohamad & M. I. Babar. “Requirements prioritization techniques and different aspects for prioritization a systematic literature review protocol”, *Proceedings 8th. Malaysian Software Engineering Conference (MySEC)*, 2014, pp. 31-36, doi: 10.1109/MySec.2014.6985985.
- [3] A. Aurum & C. Wohlin- “*Engineering and Managing Software Requirements*”. Springer. 2010.
- [4] I. Hooks. “Writing Good Requirements, A requirements Working Group Information Report.”, *Proceedings of the Third International Symposium of the INCOSE*, Vol 2., 1993.
- [5] I. Sommerville & P. Sawyer. “*Requirements Engineering: A good practice guide*”. WILEY. 1997.
- [6] L. F. Capretz. "Personality types in software engineering" *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 58(2), pp. 207-214. 2003.
- [7] B. Kitchenham, “Procedures for performing systematic reviews,” Keele, UK, Keele Univ., vol. 33, no. TR/SE-0401, p. 28, 2004.
- [8] C. Wohlin, "Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering," *Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering*. 2014.
- [9] T. Dybå & T. Dingsøy, "Strength of evidence in systematic reviews in software engineering." *Proceedings of the Second ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement*. 2008.
- [10] F. Hujainah, R.B. Bakar, B. Al-haimi, & M.A. Abdulgabber. “Stakeholder quantification and prioritisation research: A systematic literature review”. *Information and Software Technology*, 102, pp. 85–99. 2018. doi:10.1016/j.infsof.2018.05.008
- [11] B. Kitchenham, E. Mendes, G.H. Travassos. “A Systematic Review of Cross- vs. Within-Company Cost Estimation Studies”, *IEEE Trans on SE*, Vol. 33 (5), pp 316-329. 2007.
- [12] A. Salgado-Levano, "Investigación cualitativa: Diseños, evaluación del rigor metodológico y retos, " *Liberabit Revista Peruana de Psicología*, Vol 13(13), 2006, pp. 71-78.
- [13] L. Ferretti, M. Colajanni y M. Marchetti, "Distributed, concurrent, and independent access to encrypted cloud databases, " *IEEE Transactions On Parallel And Distributed Systems*, pp. 437-446, 2014.
- [14] N. Seyff, I. Todoran, K. Caluser, L. Singer & M. Glinz. “Using popular social network sites to support requirements elicitation, prioritization and negotiation”. *Journal of Internet Services and Applications*, Vol. 6(1). 2015. <https://doi.org/10.1186/s13174-015-0021-9>
- [15] M. Nayeibi. “App store mining is not enough for app improvement”. SpringerLink. 2018.
- [16] S. Mughal, A. Abbas, N. Ahmad & S.U. Khan “A Social Network Based Process to Minimize In-Group Biasedness During Requirement Engineering”. *IEEE Access*, 6, pp. 66870-66885. 2018 <https://doi.org/10.1109/access.2018.2879385>
- [17] A. Araujo, M.P. Gôlo & R.M. Marcacini. “Opinion mining for app reviews: an analysis of textual representation and predictive models”. *Automated Software Engineering*, 29(1). 2021. <https://doi.org/10.1007/s10515-021-00301-1>
- [18] C. Borges, J. Araújo & A. Rodrigues. “Towards an approach to elicit domain requirements from social networks”. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on Applied Computing*. 2018. <https://doi.org/10.1145/3167132.3167321>
- [19] I. Alvertis, S. Koussouris, D. Papaspyros, E. Arvanitakis, S. Mouzakitis, S., Franken, S., Kolvenbach & W. Prinz. “User Involvement in Software Development Processes”. *Procedia Computer Science*, 97, pp. 73-83. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.08.282>
- [20] M. Lang & J. Duggan. “A tool to support collaborative software requirements management”. *Requirements Engineering*, 6, pp. 161-172. 2001.
- [21] A. Albaghajati & J. Hassine. “A use case driven approach to game modeling”. *Requirements Engineering*, pp. 1-34. 2022.
- [22] M. Usman, N.B. Ali & C. Wohlin. “A quality assessment instrument for systematic literature reviews in software engineering”, *arXiv preprint arXiv:2109.10134*. 2021