

Estudio empírico de la percepción sobre técnicas de educación de requisitos software

Empirical study of the perception of techniques for the software requirements elicitation

Dante Carrizo^{1*} *  <https://orcid.org/0000-0002-3011-9358>

Recibido 06 de enero de 2022, aceptado 28 de septiembre de 2022

Received: January 06, 2022 Accepted: September 28, 2022

RESUMEN

Los ingenieros informáticos pueden utilizar una variedad de técnicas para educir desde los stakeholders la información relevante para especificar los requisitos que debe satisfacer un producto intensivo en software. No obstante, pocos tienen conocimiento de las diferencias y ventajas que tienen unas de otras. Este artículo presenta un estudio exploratorio sobre la visión que tienen los ingenieros de requisitos acerca de doce técnicas de educación de requisitos. Para esto, se ha llevado a cabo un estudio empírico utilizando dos técnicas de clasificación: card sorting y repertory grid. Los resultados de las percepciones obtenidas con cada técnica fueron comparados, mostrando que existen diferencias y coincidencias en las visiones capturadas por cada técnica. Este estudio puede ayudar a orientar objetivos de formación sobre requisitos de software y futuros estudios empíricos que muestren adecuación de cada técnica de educación.

Palabras clave: Educación de requisitos, técnicas de educación, card sorting, repertory grid, clasificación.

ABSTRACT

Software engineers can use various techniques to elicit relevant information from stakeholders to specify the requirements that a software-intensive product must satisfy. However, few are aware of the differences and advantages they have from each other. This article presents an exploratory study of the vision that requirements engineers have on twelve requirements elicitation techniques. An empirical study has been carried out using two classification techniques: card sorting and repertory grid. The perceptions obtained with each technique were compared, showing that there are differences and coincidences in the visions captured by each technique. This study can help guide training objectives on software requirements and conduct future empirical studies that show the adequacy of each elicitation technique.

Keywords: Requirements elicitation, elicitation techniques, card sorting, repertory grid, classification.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un producto software requiere de la especificación de los requisitos o condiciones funcionales y no funcionales que deberá satisfacer [1]. Esta actividad se suele denominar educación, captura,

descubrimiento, elicitación de requisitos, entre otros términos. Su objetivo es capturar información del dominio del problema proveniente desde diferentes fuentes, principalmente de personas con conocimiento de la problemática o necesidad que demanda la solución [2]. Esta información es

¹ Universidad de Atacama. Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación. Copiapó, Chile.
E-mail: dante.carrizo@uda.cl

* Autor de correspondencia: dante.carrizo@uda.cl

el insumo para llegar a especificar los requisitos funcionales y no funcionales que el producto final debe cumplir para satisfacer las expectativas de los stakeholders. Para llevar a cabo esta educación de información, se pueden utilizar una ingente cantidad de técnicas, muchas de ellas provenientes de otras ciencias como la psicología, siquiatria, sociales, lingüísticas, entre otras [3]. Sin embargo, aún la mayoría de los informáticos utilizan las entrevistas como técnica para todo uso. Esto puede deberse, al desconocimiento de las ventajas de cada técnica, a la falta de una metodología que le guíe en este proceso, o a la forma ya arraigada de trabajar [4].

Algunas revisiones de las técnicas de educación muestran que las técnicas de educación son por naturaleza muy diferentes. Incluso que puedan aplicarse a contextos o dominios distintos [5, 6]. De esta forma, se puede esperar que algunas de ellas puedan desempeñarse mejor en unas situaciones que en otras [7].

En la formación de profesionales del desarrollo de software, no se suele profundizar en esta actividad de especificación de requisitos y menos en el uso de técnicas emergentes. Esto puede significar uso ineficiente de recursos, incumplimiento de plazos y en el entendimiento errado de los requisitos lo cual puede generar errores que se trasladan al resto del proceso de desarrollo e incluso en la generación de productos software de baja calidad. Por lo tanto, es necesario reforzar la formación de los profesionales de la informática para que puedan diferenciar y utilizar la técnica más idónea en cada situación [8, 9].

En esta dirección, este trabajo pretende conocer la percepción que tienen los ingenieros de la informática acerca de las técnicas de educación de requisitos. Para obtener estas visiones se utilizan dos técnicas de clasificación: la clasificación de conceptos y el empujamiento (card sorting y repertory grid en inglés). Estas técnicas establecen similitudes y diferencias entre un conjunto de elementos y/o constructos o características de un dominio específico [10]. En este caso, los elementos corresponderán a las técnicas de educación de requisitos seleccionadas para el estudio y las características corresponden a los atributos del contexto.

En el estudio participaron 13 ingenieros informáticos con mediana experiencia y los resultados fueron comparados para contrastar las visiones. La

comparación de estas visiones puede ayudar: a los investigadores, a mejorar el diseño de futuros estudios empíricos; y a los académicos, a la mejora de estrategias para enseñar las técnicas de educación de requisitos.

El resto del documento se estructura como sigue: en la segunda sección se presentan trabajos relacionados. En la tercera sección se expone la metodología utilizada para llevar a cabo el estudio. En la cuarta sección se presentan las técnicas de clasificación de conceptos (card sorting) y empujamiento (Repertory grid). Posteriormente, en la quinta sección se presenta el procedimiento utilizado para la aplicación del estudio empírico. En la sexta sección se presentan los resultados y en la siguiente la discusión de éstos. Finalmente, en la última sección se exponen las conclusiones finales y trabajo futuro.

TRABAJOS RELACIONADOS

Existen algunos estudios comparativos entre técnicas, pero pocos parten de la opinión de los propios ingenieros que las utilizan, sino más bien son conclusiones de sus autores. Un ejemplo de los primeros es el de [11] que realizan una revisión en profundidad de las técnicas de educación de requisitos estableciendo ventajas y desventajas (pros/cons). Otro similar estudio se presenta en [12], donde el autor compara las técnicas considerando los factores que influyen en su selección: el nivel de abstracción de los requisitos, la fuente de requisitos, los obstáculos para la comunicación y el nivel de certidumbre.

En [13] los autores comparan las técnicas populares utilizando dos grupos de criterios cualitativos: términos de recopilación de información y calidad de la información de retroalimentación. El estudio expone las fortalezas y debilidades de las técnicas de educación, y los factores que los ingenieros de software deben sopesar al seleccionarlas.

En [14], los autores llevan a cabo una revisión de artículos sobre técnicas de educación de requisitos colaborativas en línea y colaborativas tradicionales. Las técnicas se comparan en términos de herramientas de software utilizadas para obtener los requisitos y los tipos de software desarrollados mediante el uso de estas técnicas. Finalmente, las ventajas y desventajas mencionadas en la literatura también se destacan en esta investigación.

El estudio más cercano a esta investigación es el desarrollado en [15] que recogió la opinión de ingenieros noveles y expertos sobre las técnicas de educación de requisitos más tradicionales. La percepción fue obtenida a través de repertory grid y mostró ciertas diferencias entre ambos grupos evidenciando la influencia del grado de conocimiento y experiencia sobre las técnicas.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para obtener y luego comparar las visiones de los sujetos (ingenieros informáticos) se capturan sus opiniones en documentos basados en matrices de cada uno, utilizando las técnicas de card sorting y repertory grid. Luego esta información es procesada para generar una visión representativa del grupo, y luego se comparan los resultados obtenidos. La metodología aplicada se resume en la Figura 1.

Los sujetos utilizados en el estudio empírico son 13 estudiantes de un magister en ingeniería de software con una media de edad de 29 años y un 95% con estudios previos de informática. Ellos cuentan con mediana y similar experiencia en desarrollo de software (entre 5 a 8 años), con conocimiento y experiencia de solamente las técnicas comunes como entrevistas y cuestionarios. Para el estudio recibieron una capacitación en las técnicas de educación de

requisitos de 12 horas que comprendieron teoría y un taller práctico en que pudieron aplicar las técnicas a un caso cumpliendo ellos mismos roles de educador y stakeholders.

Para educir la visión de estos sujetos se utilizaron dos técnicas: card sorting y repertory grid. Estas técnicas fueron seleccionadas ya que generan como resultados clustering que pueden ser comparados.

TÉCNICAS DE COMPARACIÓN

Card Sorting

La técnica de clasificación de conceptos o agrupación de tarjetas (Card Sorting en inglés) es una técnica de la investigación en Psicología que nos permite conocer como el usuario organiza mentalmente la información, sus categorías y prioridades mentales [16]. En esta técnica, el ingeniero encargado de la captura de requisitos presenta a su entrevistado (o a un grupo de personas) un conjunto de atributos o funcionalidades (constructs en inglés) del dominio del problema escrito en tarjetas individuales. El entrevistado es pedido ordenar las tarjetas en grupos basándose en similitudes definidas por él. Además, puede proveer un nombre para cada categoría agrupada y crear una jerarquía de sus componentes.

Los resultados de la técnica pueden ser representados en una matriz, con los criterios o atributos en las filas y los órdenes en las columnas. En algunos casos, la técnica permite identificar tendencias tales como: la forma en que los sujetos ven agrupada la información, las similitudes de necesidades de los grupos de usuarios, las diferencias de necesidades, la cantidad de categorías potenciales, o los nombres de dichas categorías.

Existen dos formas de aplicar la técnica: Abierto, donde los participantes son enfrentados a las tarjetas sin agruparlas predefinidamente; y Cerrado, en el que se definen grupos o categorías primarias de tarjetas.

La técnica se puede realizar manualmente, mediante tarjetas de papel o cartón, pero también mediante programas de software de fácil uso [17, 18, 19]. La ventaja del sistema manual con tarjetas de papel en una mesa es su naturalidad y es más intuitivo para los usuarios que utilizar un programa. No obstante, contempla un trabajo manual de registro de las agrupaciones y el posterior análisis estadístico

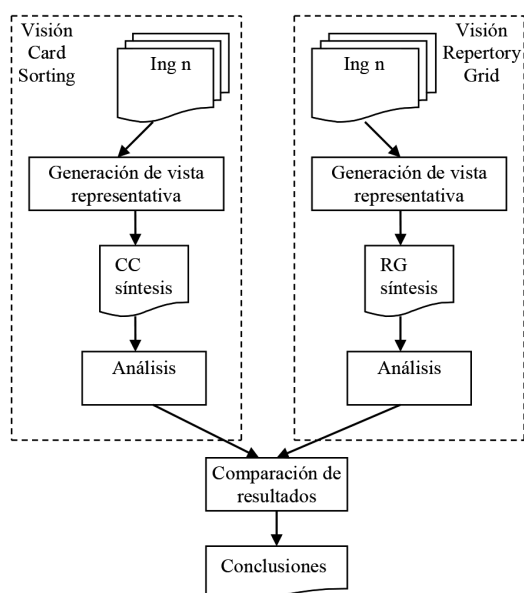


Figura 1. Metodología de estudio.

para generar las categorías más adecuadas. Los programas de software guardan automáticamente las agrupaciones de cada usuario y realizan el análisis de datos con facilidad sin requerir conocimientos de análisis de datos estadístico por parte del usuario.

La técnica funciona bien en dominios que emplean métodos convergentes, es decir, de clasificación y diagnóstico. La tarea o dominio debería tener un gran número de componentes con correlaciones fuertes. Si el marco del problema es altamente variable (respuestas o salidas diferentes para problemas similares) la clasificación de conceptos puede ser menos efectiva.

Repertory Grid

La técnica de empujamiento (Repertory grid) fue presentada por George Kelly en el 1955 [20]. Esta técnica se basa en la teoría de los constructos personales, originada en la psicología, que establece que las personas interpretan el mundo en términos de su propio conjunto de abstracciones bipolares que usan para distinguir entre elementos similares y diferentes. La técnica del empujamiento es utilizada en infinidad de campos y disciplinas [21]. En informática inicialmente fue utilizada en la adquisición de conocimientos para la construcción de sistemas basados en conocimientos [22] y, en los últimos años en varias áreas de la ingeniería de software [23]. Pero donde más uso y adecuación ha ocurrido en la captura de requisitos para el desarrollo de productos software [24, 25].

Un empujamiento es, esencialmente, un test complejo de clasificación en el cual se establece una lista de elementos en base a un conjunto bipolar de características. Cada característica se define como una dimensión de escala bipolar interna que extrae la similitud de un conjunto de elementos y la diferencia de este conjunto de elementos de los otros.

En la práctica, los valores otorgados por el sujeto de estudio se introducen en una tabla bidimensional, en la cual hay una columna por cada elemento E y una fila por cada constructo o característica C. Cada intersección fila-columna en la tabla contiene un valor *v* indicando cómo una característica dada se considera para un elemento particular. Generalmente, hay tres estrategias de diseñar la parrilla: dicotómica, es decir, los valores asignados son 0 o 1 dependiendo

de si existe o no la característica para cada elemento; clasificatoria, donde se asigna para cada uno de los *n* elemento un valor entre 1 y *n* dependiendo del orden lógico que tenga esa característica; y evaluativa asignando un valor entre 1 y *k* valorando la característica entre dos polos opuestos.

PROCEDIMIENTO EMPÍRICO

Para el presente estudio, se aplicó en primer lugar el card sorting y de forma cerrada, es decir, estableciendo de antemano los criterios o atributos por el cual agrupar las técnicas. El repertory grid también se aplicó de forma cerrada, es decir, con los atributos o características preestablecidas (EX: Experiencia en educación del educador, FD: Familiaridad con el dominio del educador, DT: Disponibilidad de tiempo de los informantes, II: Interés del informante, NP: Nivel de pericia del informante, CI: Consenso entre informantes, CA: Capacidad de articulación del informante).

En el caso del card sorting, se le entregaron a los usuarios las tarjetas impresas con las doce técnicas (EA: Entrevista no estructurada, EE: Entrevista estructurada, OT: Obs. de tareas habituales, CC: Clasificación de conceptos, QU: Cuestionario, AP: Análisis de Protocolos, RG: Empujamiento, TI: Tormenta de Ideas, MD: Método Delphi, FG: Focus Group, LA: Laddering, CU: Casos de Uso) marcadas manualmente, asegurándonos que cada conjunto entregado a cada usuario esté desordenado (barajado). Entregar a todos los usuarios las tarjetas con un orden predefinido puede condicionar la forma de ordenación por parte de los participantes. Luego se le pidió ordenar recurrentemente las técnicas en subgrupos estableciendo un criterio y valores para cada subgrupo. Se les dio 10 minutos para realizar esta acción.

En el caso del repertory grid, los elementos fueron las doce técnicas de educación de requisitos seleccionadas, desde un conjunto finito, como las más populares. Una descripción de estas técnicas puede ser encontrada en [15]. Los constructos o características fueron los atributos que pueden diferenciar las técnicas de educación. Se utilizará en el estudio una valoración evaluativa entre 1 y 5 ya que los constructos no son dicotómicos, es decir, aceptan valores intermedios, y, además, pueden coincidir en la misma valoración más de

una técnica. Los estudiantes tuvieron 10 minutos para completar la grilla o matriz con su valoración técnica/constructo.

Para el análisis de los resultados de este método se utilizará una herramienta computacional denominada Webgrid 5 [26].

RESULTADOS

En el caso del card sorting, la Tabla 1 presenta los criterios y valores por los que fueron clasificadas las técnicas de educación de requisitos. Este resumen consideró la moda de técnicas considerada en cada valor y grupo. Es decir, de entre las 13 parrillas de cada ingeniero se seleccionaron aquellas más repetidas o frecuentes.

Entre los resultados relevantes podemos mencionar los siguientes:

- Para los ingenieros, las técnicas Clasificación de conceptos, Método Delphi, Observación de Tareas, Análisis de protocolos y emparrillado requieren alta experiencia de parte del educador (quien realiza la educación). Sin embargo, por

su naturaleza, clasificación de conceptos es un ordenamiento de cartas con conceptos que puede ser fácilmente aplicado por cualquier persona. Igualmente Observación de tareas no requiere de mayor experiencia. Por otro lado, parece acertado que para aplicar Cuestionarios y Entrevistas no se requiere mayor experiencia, como muestra su percepción.

- Con respecto a la familiaridad con el dominio parece lógico que Clasificación de conceptos y Emparrillado requieran algún conocimiento ya que para preparar las tarjetas en el primer caso, y la parrilla en el segundo, se requiere conocimiento pero probablemente de grado alto. Por el contrario, parece que Cuestionario, Entrevista estructurada y Focus group sí requieren algún grado de conocimiento.
- Para el criterio Disponibilidad de tiempo de los stakeholders, los grupos parecen apropiados con excepción de Método Delphi que justamente se aplica cuando los informantes disponen de poco tiempo.
- Con respecto al Interés de los stakeholders, técnicas como Focus group y Tormenta de ideas requieren de su motivación y participación.

Tabla 1. Resumen de Criterios y valores de clasificación de técnicas en card sorting.

Criterio	Valores	Técnicas
Experiencia en educación del educador	Alto	CC, MD, OT, AP, RG
	Medio	LA, TI, FG, CU
	Bajo	QU, EE, EA
Familiaridad con el dominio del educador	Alto	CC, RG
	Medio	LA, CU, AP, MD
	Bajo	QU, EE, EA, FG, OT, TI
Disponibilidad de tiempo de los informantes	Alto	FG, OT, CC, MD, TI, RG, LA
	Medio	CU, AP
	Bajo	QU, EE, EA
Interés del informante	Alto	CC, AP, RG
	Medio	LA, TI, FG, MD
	Bajo	QU, EE, EA, OT, CU
Nivel de pericia del informante	Alto	CC, AP, RG
	Medio	LA, TI, FG, MD
	Bajo	QU, EE, EA, OT, CU
Consenso entre informantes	Alto	AP, RG, CU
	Medio	LA, TI, EA, EE, CC
	Bajo	QU, OT, MD, FG
Capacidad de articulación del informante	Alto	EA, EE, TI, FG, AP
	Medio	LA, RG
	Bajo	QU, OT, CU, CC, MD

- Técnicas como Método Delphi y Observación de tareas son aplicables cuando hay stakeholders con alta experticia.
- Los ingenieros parecen agrupar apropiadamente las técnicas cuando consideran el consenso requerido entre los stakeholders.
- Para los ingenieros las técnicas que requieren alta capacidad de articulación, es decir, habilidades comunicacionales para expresar su razonamiento, son Entrevista Abierta, Entrevista Estructurada, Tormenta de ideas, Focus Group y Análisis de Protocolos.

En el caso del Repertory Grid, la Tabla 2 presenta la parrilla del resumen de valoración por parte de los ingenieros respecto a los criterios según técnica de educación. Por ejemplo, para los ingenieros, la entrevista no estructurada requiere de alta experiencia en educación por parte de los ingenieros que la realizan. Por el contrario, para la técnica de Observación de Tareas Habituales, puede aplicarse por ingenieros que tienen baja experiencia en educación.

Esta parrilla representativa fue tratada por el software WEBGRID, el cual automatiza su análisis arrojando un diagrama de cluster, que se muestra en la Figura 2. En ella pueden verse los grupos de técnicas que, en opinión de los ingenieros (sujetos), son similares. Por ejemplo, los pares de técnicas Cuestionario/ Método Delphi, y Entrevista estructurada/Casos de Uso, son semejantes con un factor de similitud del 96,4%. Por otro lado, Laddering y Observación de tareas habituales tienen semejanza de 92,9%.

En el primer caso parece ser más lógica la asociación ya que Método Delphi es una técnica que se basa en Cuestionarios. De igual forma, los Casos de Uso usan como base una especie de Entrevista Estructurada que permite capturar los escenarios del sistema software. Por otro lado, el segundo caso parece no responder a lógica alguna ya ambas técnicas, Laddering y Observación de Tareas son totalmente diferentes. Probablemente, los criterios considerados califican de igual forma ambas técnicas arrojando una semejanza inesperada. El análisis de cluster entrega igualmente similitudes para los criterios o características. El análisis arroja una gran similitud entre Interés del Informante y Consenso entre ellos: 95,8. Esta similitud es transversal entre las técnicas por lo parece que el estar de acuerdo en la visión sobre la problemática o necesidad promueve interés de los stakeholders.

Tabla 2. Parrilla resumen de valorización de técnicas en Repertory grid.

	EA	EE	OT	CC	QU	AP	RG	TI	MD	FG	LA	CU
	Entrevista no estructurada	Entrevista estructurada	Obs. de tareas habituales	Clasificación de conceptos	Cuestionario	Análisis de Protocolos	Emparrillado	Tormenta de Ideas	Método Delphi	Focus Group	Laddering	Casos de Uso
EX	5	3	2	4	4	4	3	3	4	5	3	4
FD	2	4	2	5	4	3	5	3	4	4	3	3
DT	5	4	3	4	2	5	3	5	2	5	3	4
II	4	3	2	3	3	4	3	4	2	4	3	3
NP	2	3	2	2	2	4	3	3	2	3	2	3
CI	3	3	2	3	2	4	3	3	2	3	2	3
CA	5	4	2	3	2	5	3	3	2	4	2	4
	Experiencia en educación del educador											
	Familiaridad con el dominio del educador											
	Disponibilidad de tiempo de los informantes											
	Interés del informante											
	Nivel de pericia del informante											
	Consenso entre informantes											
	Capacidad de articulación del informante											



Figura 2. Resultado repertory grid.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos del estudio son dispares o medianamente concluyentes. Por un lado, el uso de ambas técnicas genera coincidencias en la percepción respecto a algunos constructos, pero por otro lado, se advierten diferencias en la percepción en otros atributos.

Estos resultados pueden ser comparados con aquellos encontrados en [15]. No obstante, aquel estudio solo aplica emparillado a dos grupos de sujetos diferenciados por su nivel de experiencia en las técnicas. Sin embargo, se observa, por un lado, cierta correlación entre la visión de los noveles en [15] y la percepción capturada a través de clasificación de conceptos, y por otro, una correlación entre la visión de los expertos de [15] y la percepción obtenida por el emparillado en este estudio.

Esto es, a primera instancia, recibido con perplejidad. Sin embargo, analizando los resultados puede llegarse a una explicación con cierta lógica. La técnica de clasificación de conceptos es una técnica de clasificación que permite extraer con facilidad aquel conocimiento explícito o más evidente que refleja el conocimiento de aquellos que tienen menos experiencia y, por lo tanto, más fácil de adquirir con una capacitación o entrenamiento de inducción. Por otro lado, la técnica de emparillado, proveniente de la siquiatria, logra capturar un conocimiento más implícito y que suele adquirirse a través de la experiencia.

Este estudio, no obstante, presenta algunas limitaciones o amenazas a la validez. En primer lugar, el número de sujetos es reducido, lo que implica una amenaza a la validez externa y, por lo tanto, sus resultados no pueden ser cabalmente generalizables. Además, la muestra puede considerarse de conveniencia por lo que sus resultados pueden presentar un sesgo que dificulta la significancia de conclusión. Finalmente, el instrumento radicado en el procedimiento aplicado puede no ser riguroso y afectado por condiciones de diversidad de asimilación del proceso de entrenamiento previo en técnicas, por lo que también representa una amenaza al estudio.

CONCLUSIONES

Este estudio comparó la percepción de los ingenieros de software sobre las técnicas de educación de requisitos. Para ello se utilizó dos técnicas de clasificación: Card Sorting y Repertory Grid. Los resultados mostraron, en general, visiones distintas dependiendo de la técnica. Esto puede mostrar limitaciones o amenazas a la validez del estudio, no obstante, la causa de las diferencias radica en el origen de las técnicas.

En el caso del Repertory grid, la percepción es obtenida indirectamente tras una valoración de una parrilla. La técnica, con origen en la introspección, permite capturar una visión más subyacente de parte de las personas. Por otro lado, el card sorting

es una técnica de clasificación directa, en donde los sujetos ordenan según su primera impresión general las técnicas.

Sin embargo, también hay coincidencias relevantes en grupos de técnicas cognitivas y estructuradas. Aunque la muestra es relativamente pequeña, manifiesta una visión de falta de formación más práctica en casos reales de aplicación de cada técnica. La inducción introductoria no es suficiente para fijar conocimiento tácito en los profesionales del desarrollo de software.

Este estudio contribuye a poner el foco en la necesidad de investigar más sobre las diferencias entre las técnicas para generar un cuerpo de conocimiento empírico que sistematice las evidencias de uso de técnicas para que los formadores de profesionales de la informática puedan entregar directrices convergentes que ayuden en la optimización del proceso de educación de requisitos. Como trabajo próximo, se pretende llevar a cabo estudios de casos de aplicación empírica de estas técnicas para estudiar la adopción y adecuación de su uso.

REFERENCIAS

- [1] M. Chemuturi. "Requirements Engineering and Management for Software Development Projects". Springer-Verlag. First edition. New York, USA. ISBN: 1461453763. 2013.
- [2] K. Pohl. "Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques". Springer Publishing Company Incorporated. First edition. ISBN: 978-3642125775. 2010.
- [3] C. Leyh, K. Bley and S. Seek. "Elicitation of processes in business process management in the era of digitization - the same techniques as decades ago?". In *Innovations in Enterprise Information* Vol. 285. 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-58801-8_4.
- [4] D. Gobov and I. Huchenko. "Software requirements elicitation techniques selection method for the project scope management". *CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 2851. Slavsko, Ukraine. 2021. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2851/paper1.pdf>
- [5] T.Y. Lim, F.F. Chua and B.B. Tajuddin. "Elicitation techniques for internet of things applications requirements: A systematic review". *Proceedings of the VII International Conference on Network, Communication and Computing*, pp. 182-188. York, USA. 2018. DOI: 10.1145/3301326.3301360.
- [6] U. Rafiq, S.S. Bajwa, X. Wang and I. Lunesu. "Requirements elicitation techniques applied in software startups". *43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, pp. 141-144. Viena, Austria. September, 2017. DOI: 10.1109/SEAA.2017.73.
- [7] J. Horkoff, J. Ersare, J. Kahler, T.D. Jorundsson and I. Hammouda. "Efficiency and effectiveness of requirements elicitation techniques for children". *2018 IEEE 26th International Requirements Engineering Conference (RE)*, pp. 194-204. Banff, Canada. August, 2018. DOI: 10.1109/RE.2018.00028.
- [8] C. Pacheco, I. Garcia and M. Reyes. "Requirements elicitation Techniques: A systematic literature review based on the maturity of the techniques". *IET Software*. Vol. 12 Issue 4, pp. 365-378. 2018. DOI: 10.1049/iet-sen.2017.0144.
- [9] M.I. Sanchez-Segura, F. Medina-Dominguez, D.M. Vázquez-Bravo, G. Illescas and C.G. de Jesús. "Selecting a software elicitation technique according to layers of knowledge and preciseness: A case study". *Journal of Universal Computer Science*. Vol. 23 Issue 4, pp. 385-403. 2017. DOI: 10.3217/jucs-023-04-0385.
- [10] M. Batra and A. Bhatnagar. "Requirements elicitation technique selection: A five factors approach". *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. Vol. 8 Issue 5C, pp. 1332-1341. 2019. ISSN: 22498958. URL: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v8i5C/E11900585C19.pdf>
- [11] M. Yousuf and M. Asger. "Comparison of various requirements elicitation techniques". *International Journal of Computer Applications*. Vol. 116 N° 4. 2015. DOI: 10.5120/20322-2408.
- [12] Z. Zhang. "Effective requirements development-a comparison of requirements elicitation techniques". *British Computer Society*. 2007. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Effective-Requirements-Development-A->

- Comparison-of-Zhang/2ca8e9d5c226863202402acb75585b543751d6fc
- [13] O.J. Okesola, K. Okokpujie, R. Goddy-Worlu, A. Ogunbanwo and O. Iheanetu. "Qualitative comparisons of elicitation techniques in requirement engineering". *ARPN Journal of engineering and Applied Sciences*. Volume 14 N° 2, pp. 565-5701. 2019. ISSN: 1819-6608. URL: <http://eprints.covenantuniversity.edu.ng/12397/#.YzrbnbnMLIU>
- [14] A. Iqbal, I.A. Khan and S. Jan. "A Review and Comparison of the Traditional Collaborative and Online Collaborative Techniques for Software Requirement Elicitation". 2019 2nd International Conference on Advancements in Computational Sciences. Lahore, Pakistan. 2019. DOI: 10.23919/ICACS.2019.8689139.
- [15] D. Carrizo. "Comparación de Efectividad de las Técnicas de Educción de Requisitos Software: Visión Novel y Experta". *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*. Vol. 20 N° 3, pp. 386-397. 2012. DOI: 10.4067/S0718-33052012000300013. ISSN: 0718-3305.
- [16] D. Maurer and T. Warfel. "Card Sorting: A Definitive Guide". Boxes and Arrows. 2004. URL: <https://boxesandarrows.com/card-sorting-a-definitive-guide/>
- [17] V. Hinkle, S. Riley and B.S. Chaparro. "A usability comparison of computerized card sorting applications from the researcher's perspective". *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*. Vol. 52 Issue 19 pp. 1450-1454. 2008. DOI: 10.1177/154193120805201931.
- [18] M.E. Harper, F. Jentsch, L. Rhodenizer Van Duyne, K. Smith-Jentsch and A. D. Sanchez. "Computerized Card Sort Training Tool: Is it Comparable to Manual Card Sorting?". *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings*. Vol. 46 Issue 25, pp. 2049-2053. September, 2002. DOI: 10.1177/154193120204602512.
- [19] S. Bussolon, B. Russi and F. del Missier. "Online card sorting: As good as the paper version". 13th European Conference on Cognitive Ergonomics: Trust and Control in Complex Socio-Technical Systems, pp. 113-114. Zurich, Switzerland. 2006. DOI: 10.1145/1274892.1274912.
- [20] G.A. Kelly. "A theory of personality: the psychology of personal constructs. Norton. First edition. New York, USA. 1955.
- [21] L.A. Saúl, M.A. López-González, A. Moreno-Pulido, S. Corbella, V. Compan and G. Feixas. "Bibliometric Review of the Repertory Grid Technique: 1998-2007". *Journal of Constructivist Psychology*. Vol. 25 Issue 2, pp. 112-131. 2012. DOI: 10.1080/10720537.2012.651065.
- [22] P. McGeorge and G. Rugg. "The uses of 'contrived' knowledge elicitation techniques". *Expert Systems*. Vol. 9 Issue 3, pp. 149-154. 1992. DOI: 10.1111/j.1468-0394.1992.tb00395.x
- [23] H.M. Edwards, S. McDonald and S.M. Young. "The repertory grid technique: Its place in empirical software engineering research". *Information and Software Technology*. Vol. 51 Issue 4, pp. 785-798. 2009. DOI: 10.1016/j.infsof.2008.08.008.
- [24] B. Gonzalez-Baixaui, M. Laguna and J.C.S. do Prado Leite. "Applying Personal Construct Theory to Requirements Elicitation". *IEEE Latin America Transactions*. Vol. 3 Issue 1. 2005. DOI: 10.1109/TLA.2005.1468666.
- [25] C.J. Davis, R.M. Fuller, M.C. Tremblay and D.J. Berndt. "Communication challenges in requirements elicitation and the use of the Repertory Grid technique". *Journal of Computer Information Systems*. Vol. 46 Issue 5, pp. 78-86. 2006. DOI: 10.1080/08874417.2006.11645926.
- [26] Red plus. "Webgrid 5". 2015. Fecha de consulta: 30 de junio de 2021. URL: <http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~gaines/repplus/Servers/>