

Puntos de Vista en el Uso de Mapas Mentales y Facilitación Gráfica en la Elicitación

Alberto Sebastián^{1,2}[0009-0007-9892-5181], Graciela D. S. Hadad^{1,3}[0000-0003-4909-9702] y Leandro Antonelli^{2,4}[0000-0003-1388-0337]

¹ FITI, Universidad de Belgrano, CABA, Argentina

² CAETI, Universidad Abierta Interamericana, CABA, Argentina

³ IINT, Universidad Nacional del Oeste, Merlo, Argentina

⁴ LIFIA, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina

{alberto.sebastian, graciela.hadad}@comunidad.ub.edu.ar,
lanto@lifia.info.unlp.edu.ar

Resumen. La calidad de los modelos depende no sólo de las habilidades de los ingenieros de requisitos y del proceso de construcción, sino de la información adquirida. Muchos defectos en los modelos se originan en información deficiente de la elicitación, habitualmente de entrevistas. Esto revela dificultades en la comprensión del universo de discurso, del problema del usuario y de la funcionalidad general del software. Este trabajo propone mejorar esa comprensión utilizando técnicas visuales, como mapas mentales y facilitación gráfica. Se presentan los resultados de un análisis comparativo de las percepciones de estudiantes actuando como ingenieros junior de requisitos, a partir de encuestas realizadas en dos estudios de caso sobre el uso de estas técnicas durante la actividad de elicitación. Con ambas técnicas se construyeron diagramas individualmente, y luego se unificaron. Esto resultó ser clave para contrastar discrepancias e integrar diversos puntos de vista, así como base para construir un modelo conceptual. Los resultados indican que el nivel de comprensión alcanzado fue percibido como alto para ambas técnicas. Además, ambas facilitaron la interacción con el usuario. Se identificaron ciertas limitaciones, tales como la necesidad de adquirir experiencia en el uso de estas técnicas, y la importancia de realizar alguna reunión para discutir y validar el conocimiento adquirido mediante los diagramas.

Palabras Clave: Mapas Mentales, Facilitación Gráfica, Elicitación, Comprensión del Problema.

1. Introducción

Diferentes estudios [1] [2] han observado que una comunicación deficiente entre los involucrados dificulta la comprensión profunda del problema del usuario¹, lo que a su

¹ Debe entenderse por *problema* a la cuestión general que el usuario plantea resolver dentro del universo de discurso.

vez genera defectos en los modelos construidos a partir de la información elicitada. Esto se debe en parte a los sesgos cognitivos de los ingenieros de requisitos, así como a las dificultades del usuario para comunicar sus necesidades debido a sus propios puntos de vista [3]. Así, los ingenieros pueden malinterpretar el universo de discurso en el cual se utilizará el software, lo que también genera conflictos, malos entendidos y una comprensión pobre de las necesidades del usuario [4]. Es fundamental que los ingenieros adquieran conocimiento del universo de discurso, porque el software no opera en forma aislada. Por el contrario, el software debe adecuarse a él para proveer los servicios apropiados con la calidad necesaria [5]. Esta es la razón principal, además de la complejidad esencial inherente al software [6], por la que los ingenieros y los usuarios deben desarrollar una visión compartida que integre los puntos de vista individuales sobre el problema en el universo de discurso. Por otro lado, estudios realizados [7] [8] han identificado que los factores cognitivos son relevantes durante las actividades de elicitación y modelado en procesos de ingeniería de requisitos, lo que ha conducido a la exploración de técnicas de aprendizaje mediante técnicas visuales como mapas conceptuales [9], mapas mentales (MM) [10] y facilitación gráfica (FG) [4]. Estas técnicas visuales se pueden alinear con las fases tempranas de la actividad de elicitación, donde la comprensión del universo de discurso y del problema del usuario son cruciales, enfatizando la adquisición de conocimiento a través de entrevistas.

Los MM y la FG son técnicas visuales ampliamente utilizadas en Educación, Gestión del Conocimiento y Desarrollo Organizacional para promover la comprensión y el intercambio de información. El uso de diagramas informales con palabras, colores e imágenes [11] favorece la memoria y la concentración. Se considera que la Ingeniería de Requisitos (IR) podría beneficiarse de estas técnicas aplicadas para el aprendizaje en otros ámbitos.

En IR la adquisición de conocimiento es llevada a cabo principalmente mediante entrevistas con el usuario. Esta técnica de elicitación es considerada la más comúnmente utilizada en la práctica [3] [1]. Sin embargo, tiene limitaciones para capturar y organizar requerimientos complejos de una manera efectiva [4]. Autores como Robertson [12] y Buzan [10] han observado que las entrevistas, inclusive siendo efectivas, no deberían ser utilizadas en forma aislada, sino combinadas con otras técnicas. Este es el caso de dos trabajos [13] y [14] que proponen el uso de MM durante las entrevistas.

Garantizar una comunicación eficaz entre los ingenieros de requisitos y el usuario es un desafío clave en IR [15], donde compartir un lenguaje común es esencial. Son los ingenieros de requisitos quienes deben familiarizarse con la terminología del usuario e incorporarla tanto en la comunicación oral como escrita. Ello puede lograrse elaborando un glosario con esa terminología, tal como el modelo Léxico Extendido del Lenguaje (LEL) [15]. Este modelo conceptual utiliza inicialmente entrevistas exploratorias, para que el usuario describa las tareas que realiza y en qué contexto. La construcción del LEL se focaliza principalmente en comprender los términos utilizados en el universo de discurso [15], aunque permite alcanzar un cierto nivel de comprensión del propio universo de discurso, pero sin abordar en profundidad el problema del usuario.

El presente trabajo muestra un análisis comparativo de las percepciones de diferentes ingenieros de requisitos junior usando MM y FG durante entrevistas exploratorias en un proceso de IR, para adquirir conocimiento y modelar el vocabulario utilizado. Se

han realizado dos estudios de caso en proyectos de IR diferentes, donde la percepción de los ingenieros fue capturada a través de encuestas. El propósito de cada estudio fue determinar si los diagramas utilizados mediante las técnicas de MM y FG podían ayudar a mejorar la comprensión del universo de discurso y del problema planteado por el usuario, facilitando la construcción de un modelo conceptual como el LEL.

La siguiente sección presenta las técnicas visuales MM y FG, y el modelo LEL. La sección 3 describe el método de investigación aplicado, el detalle del trabajo y los resultados de las encuestas. La sección 4 expone el análisis la comparativa de las dos técnicas y la sección 5 presenta una referencia a trabajos que usan estas técnicas visuales en la IR. Finalmente, en sección 6 se presentan conclusiones y futuros trabajos.

2. Marco Conceptual

Para gestionar la información, se han desarrollado técnicas como MM y FG que optimizan el aprendizaje y la comunicación, cuestiones relevantes en la IR. Por otro lado, el LEL en la IR ayuda a entender el vocabulario utilizado por los usuarios y, por ende, a una comunicación más efectiva entre los involucrados.

2.1. Diagramas de Mapas Mentales

Los MM son representaciones visuales que estructuran ideas alrededor de un concepto central, radiando conceptos vinculados y conectándolos de manera visual [11]. Facilitan la memorización, organización y representación espontánea de la información en forma creativa, así como también su asimilación y recuperación [10] mediante la captura en forma gráfica de pensamientos basados en el conocimiento almacenado en el cerebro. Aprovechando el pensamiento radiante, que es una función natural del cerebro, los MM son utilizados ampliamente para capturar conocimiento y facilitar el aprendizaje [16]. Existen trabajos que muestran el uso de MM en la IR [4][21][17][18][13].

2.2. Diagramas de Facilitación Gráfica

Los diagramas de FG (DFG) son gráficos que estructuran y representan información de manera libre, que permiten transformar información compleja en imágenes simples y accesibles, facilitando la comprensión y el aprendizaje de distintos tipos de conocimiento. Originada en el Desarrollo Organizacional, la FG fue diseñada para involucrar a grandes organizaciones en la creación de visiones y objetivos compartidos [21]. Esta técnica fomenta la creatividad, el pensamiento crítico y la comprensión interactiva de conceptos [19], promoviendo discusiones grupales [20]. Su construcción implica escuchar conversaciones en vivo o grabadas (sin pausas ni repeticiones) y representarlas visualmente para facilitar la comunicación [21], transformando el conocimiento tácito en explícito y compartible [22]. Los DFG se usan ampliamente en aprendizaje, gestión del conocimiento [22], y trabajo colaborativo [21]; sin embargo, una revisión de la literatura [23] reveló que en la IR no han sido utilizados, pese a su potencial para la adquisición de conocimiento.

2.3. Modelo Léxico Extendido del Lenguaje

El modelo LEL, como modelo conceptual, se construye con una heurística bien definida [15] al comienzo de un proceso de IR. Los términos relevantes del vocabulario del usuario son representados como símbolos, cada uno descripto con un nombre (con sinónimos), una noción (la denotación del símbolo) y un impacto (su connotación). La noción e impacto son representados por sentencias cortas. Los símbolos del LEL se categorizan en cuatro tipos: Sujetos (entidades activas), Objetos (entidades pasivas), Verbos (actividades), o Estados (condiciones de los sujetos, objetos y verbos) [24]. Esta clasificación dota a las nociones e impactos de distinta semántica, guiando el contenido para asegurar uniformidad en la descripción de los símbolos en base a su tipo.

3. Estudios de Caso Elaborados

Se llevaron a cabo dos estudios de caso, según [25], exploratorios e independientes para experimentar el uso de MM y FG como herramientas facilitadoras en la comprensión del problema del usuario en procesos de IR, construyendo un modelo conceptual. Estos estudios se realizaron en organizaciones reales con usuarios reales, donde los ingenieros de requisitos eran estudiantes de grado en el último año de su carrera, cursando una asignatura cuatrimestral de Ingeniería de Requisitos, en dos cohortes consecutivas. Los estudiantes formaban parte de la organización o estaban directamente vinculados con ella. El primer estudio de caso realizado con MM, se dividió en dos unidades de análisis: dos proyectos separados en organizaciones reales diferentes [25]. El segundo estudio de caso vinculado a FG incluyó un solo proyecto en otra organización real.

Los pasos realizados en los estudios de caso fueron: i) Definición del proyecto, ii) Diseño de las encuestas, iii) Entrenamiento de los ingenieros junior, iv) Desarrollo del proyecto, v) Realización de las encuestas, y vi) Análisis de resultados.

Posteriormente, se realizó un análisis comparativo de los resultados obtenidos en cada técnica visual bajo estudio. La documentación detallada de este trabajo se encuentra en URL².

3.1. Definición del Proyecto

Se seleccionaron proyectos de similar tamaño acotado y misma complejidad baja a media, provenientes de organizaciones reales, que pudieran resolverse en el período establecido del curso de IR. Cada organización garantizó el acceso de al menos dos usuarios para ser entrevistados dos o más veces. Asimismo, los estudiantes (3 en cada proyecto del primer estudio de caso, y 2 en el segundo) trabajaron en equipo. El proceso llevado a cabo por los ingenieros establecía desarrollar una fase temprana de IR, empleando entrevistas y una técnica visual asignada (MM o FG), elaborando diagramas individuales y luego integrándolos, para comprender el problema y posteriormente modelar un LEL. Se definió que los datos a recolectar de cada proyecto fuesen los diagramas y el modelo LEL, junto con las encuestas completadas posteriormente por los ingenieros.

² https://drive.google.com/drive/folders/14BQRYMOVEQP5LZNZ9xQcv3vCmT46nLCi?usp=drive_link

3.2. Diseño de las Encuestas

Para recoger las percepciones de los ingenieros sobre las fortalezas y desafíos del uso de MM y FG, se diseñaron dos tipos de encuestas: una a ser respondida individualmente para captar la comprensión personal de cada ingeniero, y otra a ser respondida por el equipo sobre las tareas grupales (integración de diagramas y construcción del LEL). El objetivo de las encuestas era explorar aspectos clave como la facilidad de detección y representación del conocimiento, la delimitación del problema, la generación de nuevas preguntas y la derivación de información del diagrama al modelo LEL. También se incluyeron preguntas sobre la exposición de los diagramas al usuario y su validación con él, así como el nivel de completitud alcanzado en el modelo LEL, entendido como cantidad de símbolos, nociones e impactos identificados. Estos aspectos fueron agrupados en siete tópicos como se muestra en la Tabla 1. En ella se expresa si el tópico refiere a diagramas Individuales (Ind) o Integrados (Int), y en qué tipo de encuesta aplica, Individual (I) o Grupal (G).

Tabla 1. Tópicos de las encuestas

Tópico	Diagrama	Tipo de Encuesta
Universo del Discurso	Ind / Int	I
Problema y Funcionalidad General	Ind / Int	I
Construcción del Diagrama Individual	Ind	I
Construcción del Diagrama Integrado	Int	G
Exposición y Validación del Diagrama Integrado	Int	G
Comunicación con el Usuario	Int	I (MM) / G (FG)
Modelo LEL Derivado	Int	G

Tanto las encuestas de MM como de FG incluyeron cada una un total de 50 preguntas. La encuesta de MM individual tuvo 15 preguntas con escala de Likert y 6 tipo multiple-choice, mientras que la grupal tuvo 20 preguntas con escala de Likert, 7 multiple-choice y 2 abiertas. Por otro lado, la encuesta de FG individual tuvo 16 preguntas con escala de Likert, 7 multiple-choice y 2 abiertas, mientras que la grupal tuvo 14 preguntas con escala de Likert, 7 multiple-choice y 4 abiertas. Las variaciones entre preguntas de MM y de FG se deben solo a un reagrupamiento de estas.

3.3. Entrenamiento de los Ingenieros Junior

Las técnicas de construcción de MM y de FG si bien son sencillas de aprender, también presentan desafíos respecto de su calidad [4] [23]. Esto hace que aprender a hacer MM y DFG de calidad aceptable requiera cierto entrenamiento.

Algunos estudiantes que iban a usar MM indicaron estar familiarizados con ellos y su técnica de construcción, pero expresaron no poseer demasiada experiencia. En el caso de los estudiantes que iban a usar FG, indicaron no conocer la técnica.

No obstante, a todos los estudiantes se los entrenó en la técnica que utilizarían (MM o FG), dedicándole una clase de 3 horas en el curso de IR. Además, se les entregó material de lectura, y se complementó con referencias a videos y sitios de internet con

material educativo, para continuar su capacitación.

3.4. Desarrollo del Proyecto

Los ingenieros junior comenzaron realizando entrevistas exploratorias a los usuarios del proyecto asignado, desarrollando diagramas individuales (MM o DFG) de lo elicitado en cada entrevista. Posteriormente, integraron los diferentes puntos de vista representados en los diagramas individuales, a través de un diagrama integrado (MM o DFG). A partir de este, procedieron a la construcción de un modelo LEL inicial mediante la identificación de términos relevantes y la creación de una lista de símbolos, que fue completada con subsiguientes entrevistas. En todos los proyectos, los ingenieros definieron sus propios pasos para derivar símbolos y completar nociones e impactos a partir del diagrama integrado, y luego fueron guiados por las heurísticas del proceso de construcción del LEL [15] hasta su conclusión.

En todos los proyectos, las entrevistas fueron grabadas y transcritas. Los diagramas individuales fueron confeccionados por cada estudiante durante o después de las entrevistas y completados más tarde con el soporte de las grabaciones y/o transcripciones. El diagrama integrado se realizó a partir de los diagramas individuales sirviendo de base para identificar símbolos, nociones e impactos potencialmente trasladables al modelo LEL, así como también, para generar discusiones sobre la comprensión lograda.

El primer estudio de caso fue llevado a cabo durante el primer semestre del 2023, por dos equipos de tres estudiantes utilizando la técnica visual MM. El Proyecto 1 se trató de un sistema de gestión de visitas de incógnito a establecimientos gastronómicos para evaluar su calidad, involucrando a dos usuarios. El Proyecto 2 fue desarrollado por otros tres estudiantes, entrevistando a dos usuarios, y se trató de un sistema de gestión documental en el juzgado en lo contencioso-administrativo. Los resultados cuantitativos del estudio de caso se exponen en [26]. El segundo estudio de caso se realizó en el primer semestre de 2024 por un equipo de dos estudiantes, utilizando la técnica FG. El proyecto se refirió a un sistema de gestión de pedidos para una fábrica de bolsas ecológicas, entrevistando a cuatro usuarios. Los resultados cuantitativos y cualitativos de este estudio de caso se presentan en [27].

3.5. Realización de las Encuestas

Las encuestas individuales y grupales fueron entregadas a cada ingeniero de requisitos al finalizar el proyecto, donde se les informó el contenido y propósito de ellas. Primero respondieron las encuestas individuales y luego reunidos la encuesta grupal.

3.6. Análisis de Resultados

Los dos primeros autores del artículo fueron los encargados de analizar separadamente las encuestas individuales y grupales respondidas por los ingenieros de cada proyecto, registrando cada uno las respuestas por proyecto en planillas para cada técnica. Posteriormente, ambos autores discutieron los resultados, sintetizándolos según los 7 tópicos de interés en una planilla única por técnica. A continuación, se describe la síntesis de los resultados para cada técnica visual aplicada.

Resultados de las encuestas basadas en MM.

Universo del Discurso. La representación de conceptos y conocimientos conocidos fue percibida como fácil en ambos proyectos. Respecto a la representación de conceptos y conocimientos nuevos, en el Proyecto 1 hubo diferencias en la percepción, donde dos ingenieros lo consideraron poco fácil y uno lo calificó como fácil, mientras que en el Proyecto 2 fue percibido entre fácil y muy fácil. En términos de aporte de conocimientos previos a la detección de nuevos conceptos, en el Proyecto 1 todos los ingenieros coincidieron en que los conocimientos previos ayudaron relativamente a este proceso, mientras que en el Proyecto 2 hubo consenso en que los conocimientos previos contribuyeron significativamente. En cuanto al nivel de comprensión del universo del discurso, en el Proyecto 1 dos ingenieros lo evaluaron como alto y uno como medio, mientras que en el Proyecto 2, lo percibieron entre alto y muy alto.

Problema y Funcionalidad General. En el Proyecto 1, el grado de comprensión del universo de discurso y del problema del usuario fue percibido como alto por dos ingenieros y medio por el otro, mientras que en el Proyecto 2 hubo diferencias, con un ingeniero percibiéndolo alto, otro medio y otro bajo. Respecto a la delimitación del problema planteado por el usuario, en el Proyecto 1 las opiniones fueron dispares, con dos ingenieros considerándolo bastante delimitado y uno poco delimitado, mientras que en el Proyecto 2 hubo mayor consenso, ya que todos coincidieron en que estaba poco delimitado. Independiente del proyecto, hubo una mayoría que percibió haber alcanzado un grado alto de entendimiento de los aspectos generales de funcionalidad, con un ingeniero señalando un nivel medio en el Proyecto 2 y otro muy bajo en el Proyecto 1.

Construcción del Diagrama Individual. Hubo disparidad entre los proyectos respecto a la cantidad de dudas evidenciadas a partir de los MM que requerirían entrevistas más profundas o técnicas de elicitación adicionales. En el Proyecto 1 dos ingenieros señalaron algunas dudas y el otro pocas, mientras que en el Proyecto 2 los tres ingenieros indicaron bastantes dudas. Sobre la facilidad de usar el MM en la reformulación de preguntas durante la entrevista, hubo disparidad de respuestas en ambos proyectos, desde permitió reformular muchas, pocas o ninguna. En cuanto a la facilidad para formular preguntas nuevas, las respuestas fueron también disímiles en ambos proyectos: dos ingenieros señalaron que permitió formular pocas y el restante muchas. En lo referente al momento de confección del MM, las respuestas fueron similares entre ambos proyectos: en total cuatro ingenieros indicaron que era mejor confeccionarlos posterior a la entrevista y los otros dos durante ella; ninguno indicó que era preferible no confeccionarlo. Respecto a la cantidad de sujetos y objetos plasmados en los MM, las respuestas en ambos proyectos variaron homogéneamente entre algunos y bastantes, con un solo ingeniero respondiendo muy pocos. Respecto a la cantidad de verbos, las respuestas fueron muy variadas, independientemente del proyecto, desde bastantes hasta muy pocos. Respecto a los estados, la mayoría señaló que había entre pocos y muy pocos en los MM, con un solo ingeniero del Proyecto 2 indicando que había bastantes.

Construcción del Diagrama Integrado. En el Proyecto 1, los ingenieros indicaron que

se detectaron algunos sujetos en común en los MM individuales, mientras que en el Proyecto 2, se identificaron entre algunos y bastantes. En ambos proyectos se señaló la presencia de bastantes objetos en común. En cuanto a los verbos, en el Proyecto 1 se detectaron algunos en común, mientras que en el Proyecto 2 se indicaron bastantes. Para los estados, en el Proyecto 1 se encontraron pocos en común, mientras que en el Proyecto 2 se detectaron bastantes. En relación con los símbolos no comunes entre los MM individuales, en el Proyecto 1 se detectaron algunos sujetos y verbos no comunes, pocos objetos y muy pocos verbos, mientras que en el Proyecto 2, se identificaron muchos sujetos no compartidos, bastantes verbos y estados, y algunos objetos. En el Proyecto 2, los sujetos y objetos no comunes detectados en los MM individuales fueron discutidos para decidir cuáles pasar al diagrama integrado, mientras que los verbos y estados no comunes fueron todos incorporados directamente.

Exposición y Validación del Diagrama Integrado. En el Proyecto 1, el MM Integrado no se expuso al usuario durante las entrevistas, por considerar que necesitarían más tiempo para la entrevista. En el Proyecto 2, se presentó en ocasiones, pero el usuario no mostró interés y no observaron ninguna mejora en la comprensión del universo del discurso y del problema del usuario, no obstante, la exposición permitió generar una discusión productiva que llevó a la validación completa del diagrama.

Comunicación con el Usuario. En el Proyecto 1, la percepción sobre el apoyo del MM individual para establecer un vínculo con el usuario fue disímil: un ingeniero lo consideró de mucha ayuda, otro de ayuda relativa y otro de ninguna ayuda. Para quienes consideraron que ayudó, les permitió generar discusión con el usuario e involucrarlo más. En el Proyecto 2, dos ingenieros consideraron que ayudó relativamente permitiendo involucrar más al usuario, y uno que no ayudó. Respecto a los dos ingenieros que no percibieron ayuda del MM, el del Proyecto 1 argumentó que se requiere prestar mayor atención al MM que a la entrevista, mientras que el del Proyecto 2 señaló que su confección demanda un esfuerzo adicional considerable. En general, quienes sostuvieron que el MM los ayudó indicaron que el MM era claro para el usuario.

Modelo LEL Derivado. En el Proyecto 1 se derivaron bastantes símbolos sujeto y objeto, algunos verbos y muy pocos estados desde el MM integrado al LEL, mientras que en el Proyecto 2 se señaló un nivel bajo de obtención de símbolos de cualquier tipo. En cuanto a obtener nociones e impactos de símbolos desde el MM integrado, en el Proyecto 1 se informó una cantidad media de información extraída para símbolos sujeto y objeto, y poca para los otros símbolos, mientras en el Proyecto 2 se señaló obtener muy poca información en general para completar los símbolos.

Resultados de las encuestas basadas en FG.

Universo del Discurso. El uso de DFG individuales fue percibido como útil por ambos ingenieros para representar y comprender conceptos. Consideraron moderadamente fácil plasmar conceptos y conocimientos conocidos y nuevos, con valoración positiva y ayuda relativa en la detección de nuevos conceptos. La comprensión del universo de

discurso fue valorada como alta.

Problema y Funcionalidad General. El grado de comprensión del universo de discurso y del problema del usuario mediante los DFG fue percibidos por ambos ingenieros como muy alto, colaborando bastante en la delimitación del problema, y también alcanzando un nivel alto de comprensión general de la funcionalidad.

Construcción del Diagrama Individual. Ambos ingenieros percibieron que los DFG brindaron una ayuda moderada para reformular o generar preguntas nuevas. En cuanto al momento de preferencia para elaborar los DFG: uno prefirió durante la entrevista para mejorar la recopilación, y el otro inmediatamente después, para una mayor concentración. Respecto al cómo construirlos posterior a la reunión, un ingeniero optó por usar solo el audio, mientras que el otro combinó audio y las transcripciones. Se identificaron bastantes sujetos y objetos y algunos verbos y estados plasmados en los DFG. Ambos señalaron que a partir de los diagramas se evidenciaron una cantidad moderada de dudas, que requerirían mayor profundización.

Construcción del Diagrama Integrado. Se señaló que los diagramas individuales contenían muchos símbolos compartidos, destacando los de tipo objeto como los más detectados y los estados como los menos. La presencia de símbolos no compartidos fue baja, requiriendo discusión para su inclusión en el DFG Integrado.

Exposición y Validación del Diagrama Integrado. El DFG Integrado fue expuesto ocasionalmente al usuario, quien mostró gran interés, y consideraron que ello amplió la comprensión del universo de discurso y del problema planteado por el usuario. Los debates generados mediante el diagrama fueron productivos y se detectaron pocos defectos (entre 1 y 3) en la validación del diagrama.

Comunicación con el Usuario. Los ingenieros percibieron que los DFG les ayudaron mucho a establecer un buen vínculo con el usuario, porque permitió generar debates y una participación más activa con el usuario.

Modelo LEL Derivado. Se derivó un alto número de símbolos desde el DFG integrado al modelo LEL, destacando muchos sujetos y objetos, aunque una cantidad moderada de verbos y estados. Los ingenieros indicaron que se alcanzó un nivel medio de completitud en cuanto a nociones e impactos de símbolos del LEL obtenidos del DFG.

4. Análisis Comparativo entre MM y FG

Los dos primeros autores realizaron el análisis comparativo del uso de MM y FG con base en el análisis de los resultados de las encuestas. Primero realizaron una comparación entre resultados de cada tópico buscando similitudes y diferencias significativas. Luego, abordaron cuatro dimensiones de percepción transversal, logrando sintetizar las

diferencias y semejanzas en un solo texto narrativo, vinculado cada uno a: i) Comprensión alcanzada respecto del universo de discurso, el problema planteado por el usuario y la funcionalidad general del software, ii) Capacidad de los diagramas para derivar el modelo LEL, iii) Utilidad de los diagramas en la interacción con el usuario y su validación, y iv) Utilidad de los diagramas en la detección y representación de conocimiento.

4.1. Resultados Comparativos

Comprensión alcanzada respecto del universo de discurso, del problema planteado por el usuario y funcionalidad general del software.

Los resultados muestran diferencias en la percepción de la comprensión alcanzada con MM frente a FG. MM permitió alcanzar un nivel medio de comprensión en general, mientras que FG permitió un nivel muy alto. En la delimitación del problema, los MM facilitaron delimitar poco el problema, pero fueron valorados por permitir evidenciar dudas que requerían mayor profundización. En cambio, los DFG facilitaron delimitar bastante el problema, con la capacidad de evidenciar una cantidad más moderada de dudas. Tanto MM como FG permitieron un alto nivel de comprensión de la funcionalidad general del software.

Capacidad de los diagramas para derivar el modelo conceptual LEL.

Las percepciones sobre la capacidad de los MM y DFG integrados para derivar símbolos del LEL muestran diferencias notables. Con los MM se obtuvieron percepciones heterogéneas sobre la cantidad y tipos de símbolos derivados según el proyecto. En el Proyecto 1 obtuvieron muchos símbolos (sujeto, objeto y verbo) provenientes del MM integrado, mientras que en el otro proyecto hubo limitaciones. En cambio, con los DFG se evidenció una derivación más abundante de símbolos, predominando sujetos y objetos. En cuanto a las nociones e impactos derivados, los MM fueron percibidos como limitados, mientras que los DFG alcanzaron un nivel de aceptación medio. Respecto a la unificación de diagramas individuales, para FG, hubo muchos símbolos compartidos. En cambio, para MM, la cantidad de símbolos compartidos y no compartidos fue disímil entre proyectos.

Utilidad de los diagramas en la interacción con el usuario y su validación.

Se evidenciaron diferencias entre los MM y los DFG en la interacción y validación con el usuario. Respecto de la frecuencia de exposición, el MM integrado se expuso pocas veces en un solo proyecto, mientras que el DFG integrado se presentó con mayor frecuencia al usuario. En relación al interés del usuario, el MM generó poco interés, a diferencia del DFG, que despertó alto nivel de interés en el usuario. En cuanto a la utilidad de los diagramas para fortalecer el vínculo con el usuario, el uso de MM generó percepciones mixtas entre los ingenieros, mientras que el DFG fue percibido como útil. En ambas técnicas cuando se expuso al usuario el diagrama integrado, este lo validó sin dificultades, permitiendo mejorar su calidad. Sobre la interacción y discusión con el usuario, el MM expuesto presentó un diseño que limitó la participación activa del usuario, aunque logró promover un debate. En cambio, el DFG por su claridad y estructura

promovió un diálogo fluido, percibido como positivo.

Utilidad de los diagramas en la detección y representación de conocimiento.

Tanto los MM como los DFG fueron percibidos con diferencias en su utilidad para detectar conceptos y conocimientos nuevos. Respecto a MM, en un proyecto se percibió un aporte relativo y en el otro un aporte significativo. Esto sugiere que la utilidad de MM para identificar nuevo conocimiento dependería de otros factores, tal como de los involucrados, el contexto y la naturaleza del proyecto. En cambio, la FG se percibió como una ayuda relativa para detectar conceptos nuevos. Ambas técnicas facilitan la representación de conceptos y conocimientos, tanto conocidos como nuevos. Respecto a la utilidad en generar y reformular preguntas, la percepción sobre MM fue disímil, mientras que FG fue valorada como de utilidad moderada.

4.2. Validez de los resultados

Los dos estudios de caso se realizaron con fines exploratorios, centrándose en técnicas visuales aplicadas a escenarios lo más cercanos posible al mundo real, pero de tamaño limitado. Para todos los estudiantes involucrados fue la primera vez que crearon un modelo LEL, aunque todos eran estudiantes avanzados y con cierta experiencia en la industria del software, y recibieron la misma capacitación en cuanto a las técnicas a utilizar (entrevistas, técnicas visuales y modelo LEL).

Por otro lado, las entrevistas fueron planeadas y realizadas libremente por los ingenieros de requisitos en función de sus necesidades para lograr una comprensión adecuada del problema y del universo de discurso, en función de las disponibilidades acordadas con los usuarios. De igual modo, la construcción de los diagramas individuales e integrados se llevó a cabo de forma independiente en función de sus hallazgos. En contrapartida, los proyectos fueron seleccionados de tamaño y complejidad similar, para ser desarrollados en un lapso de tiempo similar.

En cuanto a las amenazas a la validez externa, cabe señalar que los estudiantes son ingenieros de requisitos junior, y la muestra fueron solo tres proyectos con ocho sujetos. Esto implica que los resultados obtenidos en cada estudio de caso son meramente indicativos, aunque pueden tener cierta relevancia para la industria si solo se dispone de ingenieros novatos. No es posible establecer resultados concretos en términos de calidad del LEL obtenido o mejoras introducidas por aplicar técnicas visuales. Es necesario desarrollar nuevos estudios de caso con un número superior de sujetos.

5. Trabajos Relacionados

De acuerdo al trabajo presentado en [23], en IR los MM son herramientas utilizadas para la elicitación y representación de información [13] [14], es decir, con el mismo fin utilizado en los dos proyectos del estudio de caso. Además, permiten mejorar la comprensión del problema y la comunicación entre usuarios con diversos puntos de vista [4]. Suelen construirse mediante preguntas específicas de apoyo como guía [13], o a través de marcos conocidos para modelar dominios y comportamientos específicos

[17], con diversos tipos de herramientas [4] [18].

La información utilizada para construir MM en IR se obtiene de fuentes orales como entrevistas [4] [18], y su elaboración suele realizarse después de la elicitación, sin la presencia del usuario ni exposición al mismo [17], por lo cual no hay un proceso de validación. No obstante, se han desarrollado diferentes técnicas de verificación para determinar el nivel de calidad de los diagramas [4]. Por el contrario, en el primer estudio de caso presentado, hubo una exposición y validación productiva con el usuario.

Asimismo, se han elaborado modelos conceptuales derivados de MM, como diagramas de clases UML [17] [18][13], escenarios usando Behavior Driven Development [17] y modelos iStar [18], es decir, pasando de gráficos informales a gráficos sistematizados, pero no han sido usados para elaborar modelos escritos en lenguaje natural, como el LEL.

Por otro lado, no se ha encontrado en la literatura el uso de la técnica de facilitación gráfica en IR [23], pero se reconoce que estimula el aprendizaje, la creatividad, el trabajo en equipo y promueve la comprensión de situaciones complejas, valorando los diversos puntos de vista [19], cuestiones de sumo interés en un proceso de requisitos.

6. Conclusiones y Futuros Trabajos

Este trabajo propone combinar entrevistas con técnicas visuales para mejorar la comprensión del universo de discurso, del problema del usuario y de la funcionalidad general del software. Se realizaron dos estudios de caso, los cuales dan indicios positivos del uso de técnicas visuales en base a percepciones de estudiantes actuando como ingenieros de requisitos junior, considerando proyectos de pequeña envergadura. Por ello, los resultados son esencialmente cualitativos.

En dichos estudios de caso se observó que el nivel de comprensión alcanzado fue percibido alto, tanto usando la técnica de MM como la de FG, destacándose significativamente la FG. Respecto a la delimitación del problema, los DFG fueron considerados más útiles, mientras que los MM fueron valorados por su capacidad para evidenciar dudas.

Es posible suponer que estos buenos niveles de comprensión no solo se lograron por la construcción de los diagramas con los distintos puntos de vista, sino que la actividad en sí misma de integración de esos diagramas contribuyó a alcanzarlos. Esas sucesivas integraciones de diagramas individuales provenientes de entrevistas a distintos usuarios, permitió integrar conocimiento y contrastar discrepancias. Además, ese nivel de comprensión plasmado en un diagrama integrado con distintos puntos de vista de usuarios podría favorecer el obtener un modelo conceptual de mejor calidad. La validación de los diagramas integrados también contribuiría a esa calidad. Estos son aspectos que deberán estudiarse en futuras experimentaciones.

Ambas técnicas facilitaron la interacción con el usuario, aunque los MM integrados generaron poco interés en el usuario, mientras que los DFG fueron percibidos como útiles para fortalecer el vínculo.

Este trabajo exploratorio arroja luz sobre los potenciales beneficios en la combinación de técnicas visuales con la actividad de elicitación, como también expone ciertas

limitaciones: i) la necesidad de adquirir experiencia en el uso de MM y FG, y ii) la necesidad de al menos una reunión donde se exponga el diagrama integrado con los usuarios para su discusión y validación.

Los proyectos de los estudios de caso correspondían a proyectos pequeños. Por tanto, es necesario repetirlos con proyectos de mayor envergadura y también con ingenieros de requisitos con experiencia.

Referencias

- 1 Bano, M., Zowghi, D., Ferrari, A., Spoletini, P., Donati, B.: Teaching requirements elicitation interviews: an empirical study of learning from mistakes. *Requirements Engineering Journal*, 24, 259-289 (2019) <https://doi.org/10.1007/s00766-019-00313-0>
- 2 Doorn, J.H., Hadad, G.D.S., Elizalde, M.C., Rida, M., Casafuz, D., Sebastián, A., Riera, G.: Impacto del Proceso de las Entrevistas en la Calidad de los Modelos. 10º Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información (2022)
- 3 Ferrari, A., Spoletini, P., Gnesi, S.: Ambiguity and tacit knowledge in requirements elicitation interviews. *Requirements Engineering Journal*, 21, 333-355 (2016)
- 4 Begosso, L.C., Begosso, L.R., Salvaggio, F., Lealdine, R.D.C., Vicente, K.A., Furlan, C.A.: Mind Maps: an alternative to improve quality and communication during the requirements engineering process. *IEEE Frontiers in Education Conference*, pp. 1-5 (2023) DOI 10.1109/FIE58773.2023.10343329
- 5 Brooks, F.P.: *The Mythical Man-month: Essays on Software Engineering*. Addison-Wesley Publishing Company, pp. 1069-1076 (1975)
- 6 Brooks, F.P.: *No Silver Bullet - Essence and Accident in Software Engineering*. IFIP Tenth World Computing Conference (1986)
- 7 Zalewski, A., Borowa, K., Kowalski, D.: On Cognitive Biases in Requirements Elicitation. *Integrating Research and Practice in Software Engineering*, Jarzabek, S., Ponszewska-Marańda, A., Lech Madeyski, L (eds.). Springer. 111-124 (2020)
- 8 Hadad, G.D.S., Doorn, J.H., Elizalde, M.C.: Estudio de la Percepción de Ingenieros de Requisitos al Entrevistar y Modelar. XXVII Congreso Iberoamericano en Software Engineering (2024) DOI: <https://doi.org/10.5753/cibse.2024.28436>
- 9 Fonseca, M.N.: Requirement eliciting process: a method to analyze requirements through concept maps. Tesis de Maestría. North Dakota State University (2014)
- 10 Buzan, T.: *El Libro de los Mapas Mentales*. Ediciones Urano (2002)
- 11 Cervantes, V.: *El ABC de los Mapas Mentales*. México: Asociación de Educadores Iberoamericanos (1999)
- 12 Robertson, S., Robertson, J.: *Mastering the Requirements Process*, 3rd ed. Addison-Wesley (2012)
- 13 Geraldino, G.S.L., Santander, V.F.S.: Process of Transforming Requirements Elicited with MindMaps into iStar models. 26th Workshop on Requirements Engineering (2023) DOI 10.29327/1298356.26-1
- 14 Benigni, G., Marcano, I., Praolini, S.: Incorporando modelos mentales y conceptuales en el análisis de requerimientos para desarrollar software educativo. *Espacios*.

- 35(3), (2014)
15. Hadad, G.D.S., Doorn J.H., Kaplan, G.N.: Creating Software System Context Glossaries. *Encyclopedia of Information Science and Technology*. IGI Global, Information Science Reference, pp. 789-794 (2009)
 16. Watanabe, K., Pinandito, A., Nurmaya, Y., Hayashi, Y., Hirashima, T.: Application of the Recomposition Method to Mind Map and Experimental Verification of Learning Effect. *International Conference on Human-Computer Interaction*, pp. 378-398 (2023) https://doi.org/10.1007/978-3-031-35129-7_28
 17. Wanderley, F., Silva, A., Araujo, J., Silveira, D.S.: SnapMind: A framework to support consistency and validation of model-based requirements in agile development. *4th Intl Model-Driven Requirements Engineering Workshop*, pp. 47-56 (2014) DOI 10.1109/MoDRE.2014.6890825
 18. Wanderley, F., Araujo, J.: Generating goal-oriented models from creative requirements using model driven engineering. *3rd International Model-Driven Requirements Engineering Workshop*, pp. 1-9 (2013) DOI 10.1109/MoDRE.2013.6597258
 19. Puñez Lazo, N.: El Pensamiento Visual: una propuesta didáctica para pensar y crear. *Horizonte de la Ciencia*. 7, pp. 161-177 (2017)
 20. Bailey, N.: Graphic facilitation: how it benefits. *Training and Development in Australia*, 38(2), 14–15 (2011)
 21. Sibbet, D.: *Liderazgo Visual*. España: Editorial Anaya (2013)
 22. Drago, I., Sato, K., Ribeiro, M., Silva, H.: Metodologias que estimulam o compartilhamento de conhecimento: a experiência do Global Forum América Latina. *Revista AtoZ: Novas Práticas em Informação e Conhecimento*. 1, 38–49 (2011)
 23. Sebastián, A., Hadad, G.D., Antonelli, L., Neil, C.: Modelos Visuales durante la Adquisición de Conocimiento: Un Mapeo Sistemático de la Literatura. *27th Workshop on Requirements Engineering (2024)* DOI 10.29327/1407529.27-7
 24. Roldán Valdiviezo, P., Antonelli, L.: Definición de una Gramática para el Léxico Extendido del Lenguaje. *27th Workshop on Requirements Engineering (2024)* DOI 10.29327/1407529.27-3
 25. Runeson, P., Höst, M.: Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical Software Engineering*, Springer. 14, 131-164 (2009) <https://doi.org/10.1007/s10664-008-9102-8>
 26. Sebastián, A., Hadad, G.D.S., Vidal Monge Navarro, N.M.: Cómo Mejorar la Comprensión Compartida del Contexto de Aplicación. *26th Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (2024)*
 27. Sebastián, A., Romano, M., Castillo, F., Hadad, G.D.S.: Una Experiencia con Facilitación Gráfica en la Ingeniería de Requisitos. *12vo. Congreso Nacional de Ingeniería Informática – Sistemas de Información (2024)*