Estudo analítico de técnicas de elicitação de requisitos baseadas em representações gráficas

Analytical study of requirements elicitation techniques based on graphical representations

Reinaldo Pereira de Moraes, Stephania Padovani

ferramentas gráficas, padrões de representação, linguagem visual

Este artigo apresenta, sob a perspectiva do Design da Informação, um estudo analítico das técnicas de elicitação de requisitos baseadas em representações gráficas. O objetivo deste estudo é investigar as características das técnicas que possibilitam a elaboração de representações gráficas no processo de elicitação de requisitos para o desenvolvimento de software. Esta pesquisa tem natureza aplicada, com objetivos descritivos, pois adota o método de revisão bibliográfica a fim de desenvolver e aplicar um protocolo de análise de técnicas de elicitação de requisitos. Como resultados, são apresentadas: (1) classificação das técnicas conforme as características analisadas pelo protocolo, (2) sugestão de dois novos padrões de organização da informação, e (3) expectativas a respeito das características de uma ferramenta de elicitação de requisitos funcionais baseada em artefatos visuais que poderá ser desenvolvida em outro projeto.

graphic tools, representation patterns, visual language

This paper presents, from the Information Design perspective, an analytical study of requirements elicitation techniques based on graphical representations. The objective of this study is to investigate the features of techniques that enable the elaboration of graphical representations in the requirements elicitation process for software development. This research has an applied nature, with descriptive objectives, as it adopts the method of literature review in order to develop and apply a protocol for analyzing requirements elicitation techniques. As a result, the following are presented: (1) classification of techniques according to the characteristics analyzed by the protocol, (2) suggestion of two new patterns of information organization, and (3) expectations regarding the characteristics of a functional requirements elicitation tool based on visual artifacts that can be developed in another project.

1 Introdução

A elaboração de diagramas é uma das atividades mais comuns nas fases posteriores no processo de engenharia de requisitos, tais como análise e modelagem do sistema. Nestas etapas, o contato com usuários, clientes e partes interessadas (*stakeholders*) já está mais reduzido. Além disso,

a elaboração de representações gráficas é uma das responsabilidades dos analistas, cabendo ao cliente apenas a leitura, ainda que precária dos diagramas. Isto acontece porque os clientes não são considerados como público-alvo das representações gráficas relacionadas ao sistema e, além disso, cada paradigma de desenvolvimento possui seus próprios modelos e meios de representação. Fatores como esses dificultam a comunicação por meio destes artefatos visuais.

Ao refletir sobre este contexto de desenvolvimento de *software*, no qual os requisitos de um sistema precisam ser identificados, considerando que existem diversas técnicas de elicitação de requisitos, surgiu a necessidade de investigar: quais técnicas de elicitação de requisitos utilizam ou elaboram representações gráficas; se estas técnicas são aplicadas individualmente ou de forma colaborativa; como ocorre a interação entre as pessoas envolvidas; se as representações são elaboradas no processo de elicitação ou apenas visualizadas; quais as características destas representações gráficas; e como estas representações gráficas organizam as informações coletadas.

Para responder a estes e outros questionamentos, foi desenvolvido um protocolo de análise de representações gráficas utilizadas em técnicas de elicitação de requisitos. O desenvolvimento deste protocolo é parte de uma pesquisa mais abrangente, que se propõe a desenvolver uma ferramenta de elicitação de requisitos funcionais baseada em representações gráficas para o desenvolvimento de *software* e está fora do escopo deste artigo. Este artigo tem o objetivo de apresentar o desenvolvimento de um protocolo de análise dos elementos gráficos em técnicas e ferramentas de elicitação de requisitos para investigar as características das técnicas que possibilitam a elaboração de representações gráficas no processo de elicitação de requisitos para o desenvolvimento de *software*. Para isto, adota o método de revisão bibliográfica como base teórica para o desenvolvimento de um protocolo de análise, e, por fim, relata os resultados da aplicação do protocolo em um estudo analítico.

2 Tipos de representação na linguagem visual

Palavras e imagens são usadas para exprimir as representações externas do conhecimento. Enquanto a imagem é um tanto análoga ao objeto que ela representa, a palavra se manifesta por uma representação simbólica, cuja associação entre a palavra e o item descrito é arbitrária; entretanto, cada representação é bem adaptada para algumas finalidades, não para outras. Ao passo que imagens captam informações concretas e espaciais, palavras descrevem informações abstratas e simbólicas (Paivio, 1969; Sternberg, 2010).

Diversos autores se dedicaram a propor algum tipo de classificação das representações gráficas na tarefa de diferenciar imagens de palavras, já que a própria palavra escrita se configura um tipo de imagem. Doblin (1980) propôs a organização das mensagens visuais em dois

tipos: ortografia e iconografia. Para este autor, a ortografia ainda se divide em verbal e numérica, ao passo que a iconografia representa mensagens visuais pictóricas. Desta forma, ele apresenta três formas de informação: verbal, numérica e visual. Pettersson (1993) apresenta uma classificação composta por dois tipos de representações: figurativas (visuais e símbolos gráficos) e não figurativas (símbolos verbais e representações não visuais). Para Modley (1966) e Wileman (1993) todo tipo de representações de quaisquer objetos são considerados símbolos; entretanto, os símbolos podem ser classificados em pictóricos, gráficos e verbais. Frutiger (2007) também propõe uma classificação de três tipos de representação: representação por imagens reais, representação por meio de diagramas e a representação de sinais abstratos.

Twyman (1982) associou a linguagem visual ao contexto comunicacional propondo que a linguagem gráfica seja composta por canais e modos de comunicação (Figura 1). Neste sentido, para este autor, a linguagem se desenvolve por meio dos canais auditivo e visual; ao utilizar o canal auditivo, a linguagem é exteriorizada nos modos verbal ou não verbal, e ao utilizar o canal visual, a linguagem é expressa nos modos gráfico e não-gráfico. Para completar sua classificação, este autor afirma que o modo gráfico pode ser classificado em pictórico, verbal e esquemático.

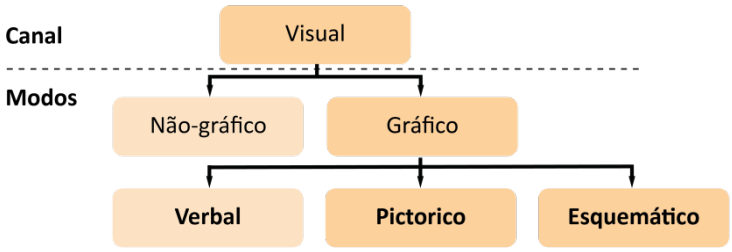

Figura 1 Parte da estrutura da linguagem visual. Fonte: Os Autores (2022) baseado em Twyman (1982).

Corroborando com Paivio (1969), Twyman (1982) afirma que cada modo desempenha um papel próprio no processo de comunicação da mensagem, e por isso possui suas próprias competências representacionais; entretanto são todos igualmente importantes para o processo comunicacional.

Ao observar as diversas nomenclaturas apresentadas pelos autores citados anteriormente, entende-se que os termos pictórico e esquemático apresentados como modos de manifestação da linguagem visual (Twyman, 1982) são mais gerais e adequados para abranger todas as nomenclaturas citadas. Assim, para este artigo, representações figurativas serão chamadas de pictóricas e esquemáticas e as representações textuais serão chamadas de verbais (Figura 2).

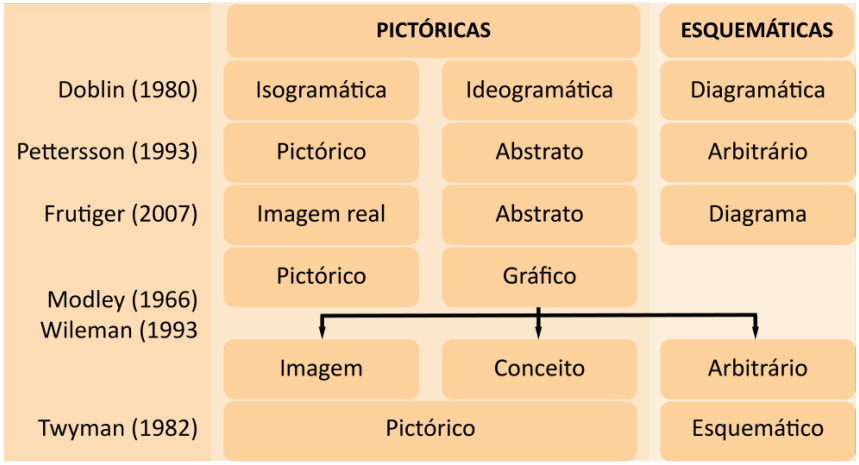

Figura 2 Esquema comparativo dos diversos tipos de representações.
Fonte: Os autores (2022).

2.1 Estilo pictórico

As representações gráficas pictóricas podem ser elaboradas com diferentes níveis de detalhamento; por isso importa compreender outro elemento relacionado a elas: o estilo pictórico. Twyman (1985) esclarece que o estilo pictórico são os ingredientes gráficos ou qualidades que distinguem as ilustrações, podendo ser determinado por diversos critérios. Para este artigo, considera-se relevante, além de outros critérios, a variação do estilo pictórico estabelecida pelo *continuum* entre a realidade e a abstração das representações. A proposta de Hunter, Crismore, & Pearson (1987) se estabelece como uma referência representacional, cujas extremidades (indicativas da realidade e da abstração) abarcam a fotografia, a arte, diagramas e mapas, gráficos e fórmulas, tabelas e gráficos, ortografia e símbolos verbais. Neste sentido, Fish & Scrivener (1990) discriminam os tipos de representações que podem se localizar entre o abstrato e o concreto: sinais abstratos, descrições verbais, descrições matemáticas, diagramas, ícones, esboços, ilustrações, fotografias, filmes e modelos sólidos, e modelos tridimensionais dinâmicos.

Assim, pode-se dizer que o nível de detalhamento de uma representação gráfica pode ser apontado no espectro de variação dos desenhos na medida em que são mais representativos (fiéis) ou mais abstratos (analógicos). Desta forma, as representações gráficas são analógicas, pois não representam exatamente o mundo real e variam na medida em que pretendem ser representacionais (Quillin & Thomas, 2015) (Figura 3).

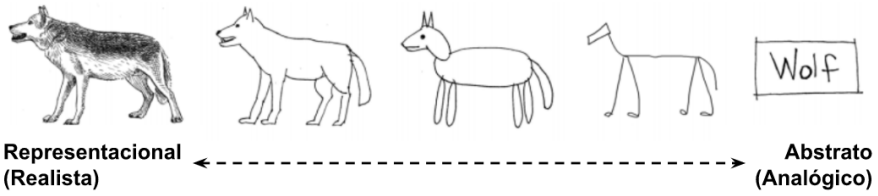

Figura 3 Variação representacional do desenho.
Fonte: Adaptado de Quillin & Thomas (2015).

2.2 Características dos elementos esquemáticos

Os elementos esquemáticos importantes para esta pesquisa são as linhas, setas e os formatos de conteúdo. As linhas podem apresentar diferentes configurações, tais como, fina, grossa, curva, reta, contínua e tracejada. As setas podem se apresentar na forma de setas simples, preenchidas ou vazadas. Os formatos de conteúdo se apresentam como formas circulares/elípticas, retos, ou aleatórios/mistos (Figura 4).

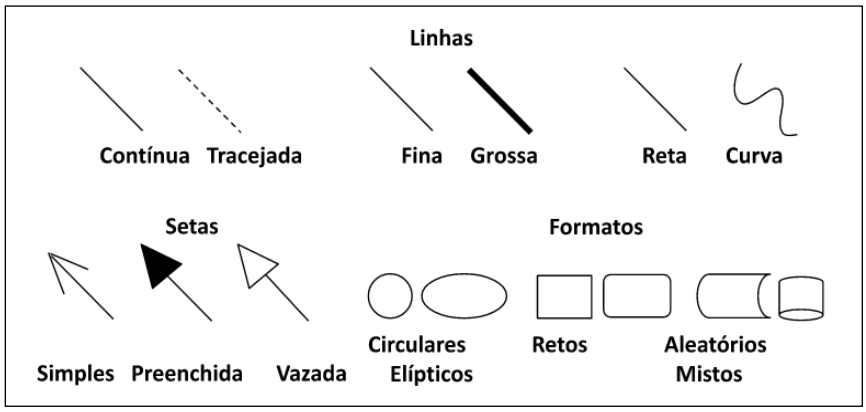

Figura 4 Elementos esquemáticos. Fonte: Os autores (2022).

3 Elementos de representação da informação

A representação de ideias criativas ou a sintetização de pensamentos exploratórios podem ser realizadas com a substituição das palavras por imagens, alterando a forma como um objeto ou uma ideia são percebidos (Hansen, 1999; Roam, 2009). Não há uma linguagem padrão para que isso aconteça; entretanto, sabe-se que formas gráficas simples podem representar a cognição pré-verbal e oferecer uma forma concreta a ela (Duarte, 2011; Hansen, 1999).

Neste sentido, são apresentadas algumas propostas de representação da informação, quais sejam: as ferramentas gráficas de Hansen (1999), os glifos e a matriz de representação de Gray, Brown, & Macanufo (2012), seis maneiras de ver a informação baseadas nas perguntas "O que/quem? Quanto? Quando? Onde? Como? e Por quê?" (Roam, 2009), os padrões

de representação do *Group Graphics* (Sibbet, 2008), e os propósitos da representação gráfica (Ravetz & Ravetz, 2017).

3.1 As ferramentas gráficas

Hansen (1999) acredita que com apenas seis ferramentas gráficas (círculos ou figuras curvadas, áreas com cantos arredondados ou ângulo reto, triângulos, linhas, pontos, rabiscos) é possível organizar a informação a fim de que esta seja mais bem compreendida.

Isto é possível porque as diversas combinações desses elementos podem representar inúmeras situações, isto é, entidades complexas, estágios ou fases, transformações e mudanças, diferentes perspectivas e relacionamentos (Hansen, 1999) (Figura 5). As possibilidades de representação dessas ferramentas são descritas no Quadro 1.

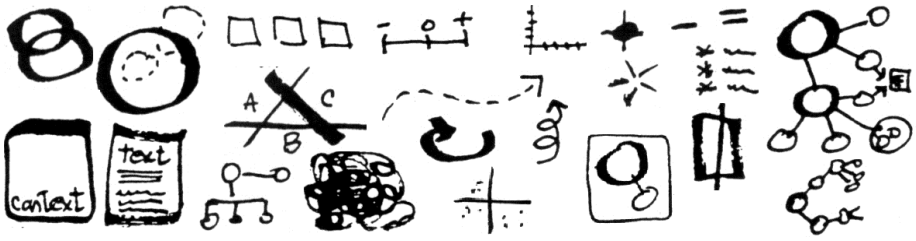

Figura 5 Ferramentas gráficas. Fonte: Adaptado de Hansen (1999).

Quadro 1 As ferramentas gráficas de Hansen (1999). Fonte: Baseado em Hansen (1999).

FERRAMENTA	O QUE REPRESENTA	COMO PODE SER USADA
Círculos ou figuras curvadas	Elemento, Sistema ou Subsistema, Conceito.	Delimitar uma área ou fronteira, indicar se os elementos são internos ou externos.
Áreas com ângulo reto	Receptáculo de informações, Fatos, Exibições, Modelos.	Acondicionar textos e descrever um relacionamento entre elementos.
Áreas de cantos curvados	Condição, Local, Ambiente, Contexto.	Conter um elemento ou conceito e indicar um local.
Triângulos	Três aspectos de alguma coisa.	Ponto de partida para analisar, pensar e contrastar os três aspectos de uma entidade qualquer.
Linhas	Conexões, Ligação, Direção, Separação.	Conectar entidades ou sistemas, para direcionar caminhos e repetições, para separar ou enfatizar.
Pontos	Um elemento em um determinado instante.	Chamar a atenção, enfatizar e listar itens.
Rabiscos	Conceito, Ideia e Entidade não explorados.	Marca para entidade desconhecida que precisa ser esclarecida.
Combinação de elementos	Entidades complexas, Problemas de muitas partes, Estágios ou Fases, Evolução, Mudanças através do tempo, Múltiplas perspectivas, Diferentes relacionamentos, Abstrações concretizadas.	Combinação de duas ou mais ferramentas a fim de demonstrar a informação necessária.

3.2 Glifos básicos e a matriz de representação

Conforme Gray, Brown, & Macanufo (2012), as pessoas são dotadas de uma capacidade nata para elaborar representações gráficas a fim de expor suas ideias. Para operacionalizar esta habilidade, ele desenvolveu um conjunto de 12 glifos básicos que podem ser combinados na tarefa de representar pensamentos. Além dos glifos básicos, Gray, Brown, & Macanufo (2012) elaboraram uma matriz de representação que sintetiza a utilização dos glifos combinados entre si (Figura 6).

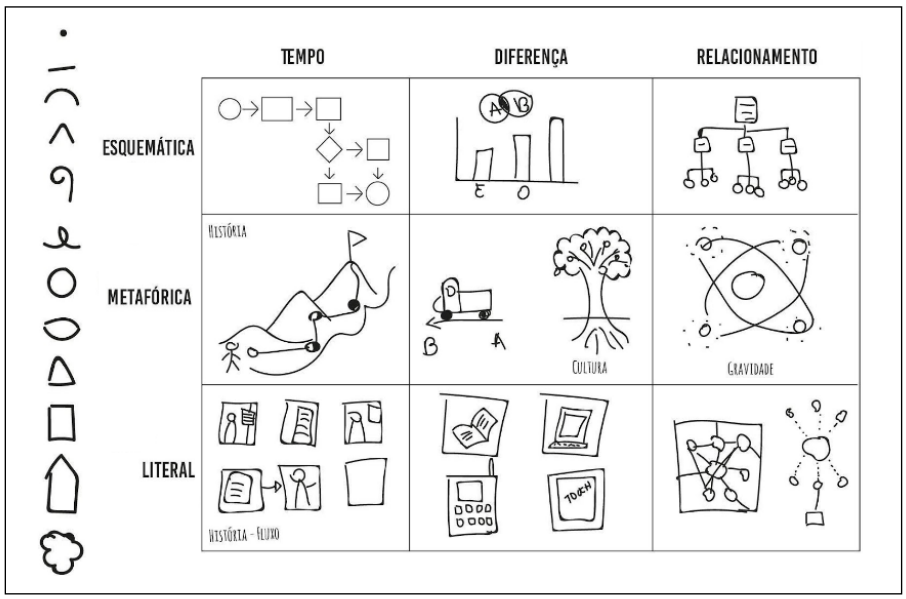

Figura 6 Utilização dos glifos para representar ideias na matriz de representação. Fonte: Gray (2012).

Nesta matriz 3 × 3, as colunas reproduzem situações ou problemas cuja temática esteja relacionada com tempo, diferença e relacionamento, enquanto as três linhas apontam para as características representacionais (esquemática, metafórica e literal) possibilitando, por exemplo, que uma representação de um tema associado à diferença possa ser elaborada de três formas distintas: esquemática, metafórica ou literal.

3.3 Seis maneiras de ver a informação

Roam (2009) considera que o pensamento visual é composto por três tópicos correlacionados. Um dos tópicos é biológico, formado pelas ferramentas de construção: olhos, olhos da mente e mãos. O segundo é baseado no processo cognitivo (olhar, ver, imaginar e mostrar). O terceiro tópico é composto pelas seis maneiras de ver a informação (O que/quem? Quanto? Quando? Onde? Como? Por quê?) (Roam, 2009; Roam, 2016).

Neste sentido, Roam (2009) destaca que há uma relação biunívoca entre as maneiras de representar e os tipos de informação; e estas maneiras de representar estão relacionadas a cada uma das seis maneiras de ver (Quadro 2).

Quadro 2 Visualização da informação. Fonte: Os autores (2022), baseado em Roam (2009).

PERGUNTAS	RESPONDEM SOBRE	COMO SÃO REPRESENTADAS
O que?	Pessoas, Coisas e Funções	Representações qualitativas mostradas na forma de retratos
Quanto?	Medição e Contagem	Representações quantitativas no formato de gráficos
Quando?	Programação e Tempo	Linha do tempo
Onde?	Direção e como as coisas funcionam e se conectam	Mapas
Como?	Causa-efeito	Fluxograma
Por quê?	Visão geral da situação observada, Dedução e Previsão	Equações

3.4 Os padrões de representação do *Group Graphics*

Sibbet (2008), um dos fundadores do *Group Graphics*, identificou sete padrões de representação, os quais foram organizados numa sequência, do mais simples para o mais complexo: (Cartaz (retrato), Lista, Agrupamento, Matriz, Diagrama, Desenho, Mandala) (Figura 7 e Quadro 3).

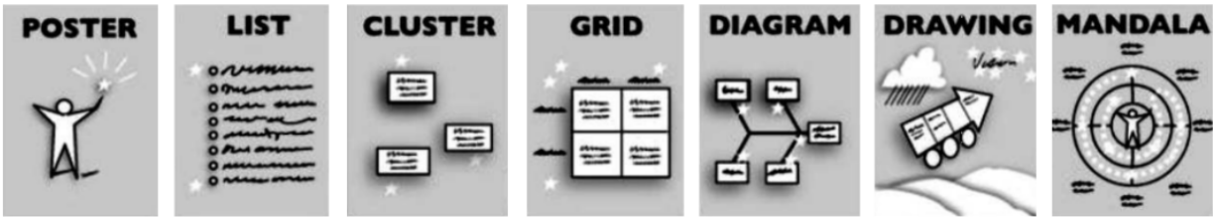

Figura 7 Padrões de representação do *Group Graphics*. Fonte: Os autores (2022), adaptado de Sibbet (2008).

Quadro 3 Padrões de representação do *Group Graphics*. Fonte: Os autores (2022), baseado em Sibbet (2001).

PADRÃO	OBJETIVO	PROCESSO	PROCEDIMENTOS
Cartaz	Chamar a atenção	Orientação	Diferenciar
Lista	Dinamizar o fluxo	Construção de confiança	Alinhar
Agrupamento	Ativar comparações	Planejar, Clarificar	Organizar espacialmente
Matriz	Construir combinações	Alocar, Decidir	Cruzamento
Diagrama	Aumentar o entendimento	Implantar, Sequenciar	Ramificação
Desenho	Dar significado	Apresentar, Interpretar	Analogias
Mandala	Mostrar unidade	Domínio	Centralizar

3.5 Os propósitos da representação gráfica

As características sintáticas das representações são importantes, entretanto não se pode deixar de observar que as representações gráficas também podem ser estudadas em relação ao seu propósito, isto é, a finalidade para a qual foi elaborada. Neste sentido, considera-se que as representações gráficas, por ser a expressão do pensamento visual, podem se manifestar por três razões (Ravetz & Ravetz, 2017):

- Visualização no processo – quando elaboradas em workshops ou em contextos nos quais a discussão de um determinado assunto evolui para construção de consenso, mediação de conflitos e estabelecimento de estratégias;
- Visualização do processo – quando são elaboradas a fim de capturar o diálogo, o debate, a discussão e/ou o conflito;
- Visualização como processo – quando são elaboradas com a intenção de elencar tópicos de interesse público, contribuindo para a visibilidade das comunidades.

Sob este aspecto, ao elaborar representações gráficas a fim de se comunicar, os envolvidos nessa atividade se apoiam no processo do pensamento visual.

4 Procedimentos metodológicos

A pesquisa realizada é de natureza aplicada, com objetivos descritivos; isto é, apresenta os procedimentos realizados para se chegar a um protocolo de análise de técnicas de elicitação de requisitos e aos resultados do estudo analítico. Os procedimentos técnicos envolvem a pesquisa bibliográfica e a elaboração de um protocolo de análise. Espera-se que o protocolo de análise auxilie na identificação e na análise do uso das representações gráficas em dinâmicas colaborativas de discussão visual e em técnicas colaborativas e de suporte para a elicitação de requisitos identificadas em revisões bibliográficas de uma pesquisa sobre técnicas de elicitação de requisitos baseadas em artefatos visuais. Como parte de uma pesquisa mais abrangente, a aplicação deste protocolo se propõe a caracterizar representações gráficas elaboradas em técnicas de elicitação de requisitos para o desenvolvimento de *software* e em dinâmicas colaborativas de discussão visual. A realização de um estudo analítico desta natureza se tornou possível após a execução das seguintes atividades principais: 1) Elaboração do protocolo e seus critérios de análise, 2) Identificação das representações gráficas, e 3) Coleta e Análise dos Dados.

4.1 Elaboração do protocolo e seus parâmetros de análise

Os parâmetros de análise para a elaboração do protocolo incluem os seguintes itens e/ou características já explorados na fundamentação teórica: Os padrões apresentados pelo *Group Graphics*: cartaz, lista, agrupamento, matriz, diagrama, desenho e mandala; Os temas e características na matriz de representação; As ferramentas gráficas; As seis maneiras de ver a informação: O que? Quem? Como? Quando? Onde? Por quê? Quanto?; As razões para elaboração da visualização: no processo, do processo, como processo; O estilo pictórico; As características dos elementos esquemáticos.

Além destes conteúdos teóricos, o protocolo também analisa a flexibilidade na elaboração da representação (pré-definida, adaptável, livre), a ocorrência da manipulação da representação (Utiliza, Elabora, Visualiza), e as atividades da elicitação de requisitos envolvidas no uso de representações. O protocolo é apresentado no Quadro 4, e os itens destacados foram adicionados durante (ou após) a análise, conforme é explanado na seção de discussão dos resultados.

Quadro 4 Protocolo de análise. Fonte: Os autores (2022). (Continua)

PROTOCOLO DE ANÁLISE DOS ELEMENTOS GRÁFICOS EM TÉCNICAS E FERRAMENTAS DE ELICITAÇÃO DE REQUISITOS

1 Uso de representações gráficas
[ ] Usa [ ] Não usa

2 Desenvolvimento
[ ] Individual
[ ] Colaborativo

Se colaborativo:

2.1 Interação–Tempo
[ ] Síncrona [ ] Assíncrona

2.2 Interação–Espaço
[ ] Presencial [ ] A distância

3 A finalidade da visualização (Ravetz & Ravetz, 2017)
[ ] No processo [ ] Do processo [ ] Como processo

4 Manipulação da representação
[ ] Visualiza representações
[ ] Elabora representações

4.1 Flexibilidade na elaboração
[ ] Representações pré-definidas
[ ] Adaptável (existe um modelo, mas é possível alterar)
[ ] Representação livre

4.2 Técnica de elaboração
[ ] À mão livre
[ ] Digital
[ ] Híbrida

5 Quais são (ou quais poderiam ser) os envolvidos da elaboração da representação
[ ] Analistas [ ] Programadores [ ] Clientes [ ] Usuários [ ] *Stakeholders* [ ] Outro

6 O que é representado
[ ] Requisito
[ ] Processo
[ ] Atividade
[ ] Usuário
[ ] Outro
[ ] Contexto de uso
[ ] Partes interessadas
[ ] Subsistema/Componente
[ ] Associação/Comportamento

6.1 Temas da representação
[ ] Tempo
[ ] Diferença
[ ] Semelhança
[ ] Relação
[ ] Sequência
[ ] Objeto/Item
[ ] Interface gráfica
[ ] Outro

6.1.1 Abordagem
[ ] Literal
[ ] Metafórico

Quadro 4 Protocolo de análise. Fonte: Os autores (2022). (Conclusão)

7 Em quais momentos da elicitação as representações são (ou poderiam ser) utilizadas?

[ ] Compreensão da área de aplicação
[ ] Identificação das fontes de requisitos
[ ] Treinamento das partes interessadas
[ ] Condução de entrevista (*stakeholders*)
[ ] Seleção das técnicas, abordagens e ferramentas utilizadas
[ ] Análise, Identificação e documentação (*stakeholders*)
[ ] Coleta de informações sobre as necessidades do usuário
[ ] Obtenção de requisitos (*stakeholders*) e de outras fontes

8 Manipulação da representação

[ ] Praticado
[ ] Não praticado

8.1 Importância do uso de cores

[ ] Fundamental [ ] Permitido
[ ] Não previsto [ ] Não permitido

9 Modos de representação (Twyman, 1982), **Estilo pictórico** (adaptado de Hunter, Crismore & Pearson, 1987; McCloud, 1995), **Glifos** (Gray, 2012), **Ferramentas gráficas** (Hansen, 1999), **Conteúdo Informacional** (Roam, 2009):

[ ] Pictórico [ ] Esquemático [ ] Verbal

9.1 Tipo de imagem

[ ] Fotografia
[ ] Desenhos realistas
[ ] Desenhos simplificados (glifos)
[ ] Figuras abstratas
[ ] Rabiscos
[ ] Híbrido

9.2 Características dos elementos esquemáticos

Linhas

[ ] Contínua [ ] Grossa [ ] Reta
[ ] Tracejada [ ] Fina [ ] Curva

Setas

[ ] Simples [ ] Vazada [ ] Preenchida

Formatos/Containers

[ ] Circulares/Elípticas
[ ] Retos
[ ] Aleatórios/Mistos

9.3 Descrição dos elementos

[ ] Rótulos
[ ] Legendas
[ ] Lista

10 **Organização da Informação** (Sibbet, 2008):

[ ] Matriz [ ] Diagrama [ ] Gráfico [ ] Mapa [ ] Mandala [ ] Cartaz
[ ] Cartaz sequencial [ ] Interface gráfica

4.2 Identificação das ferramentas de elicitação de requisitos

As técnicas analisadas por este protocolo foram identificadas a partir da realização de 3 revisões bibliográficas sistemáticas. A primeira investigou sobre erros e problemas na elicitação de requisitos. A segunda pesquisou as técnicas, ferramentas, métodos e processos de elicitação de requisitos. A terceira procurou por dinâmicas colaborativas de discussão visual. Por meio da leitura dos artigos encontrados, foi possível elaborar uma lista com 100 técnicas de elicitação de requisitos usadas no processo de desenvolvimento de *software*. Devido ao tamanho da lista, estas técnicas não serão listadas integralmente neste artigo. Além disso, considera-se que o escopo do artigo está relacionado ao desenvolvimento do protocolo e do processo de aplicação, não necessariamente à lista de técnicas que serão submetidas a uma posterior análise.

4.3 Coleta e análise dos dados

A fim de agilizar o processo de coleta de dados, o protocolo de análise foi transcrito para um formulário eletrônico da ferramenta *Google Forms*. Desta forma, para cada técnica identificada foi preenchido um formulário *online*, possibilitando a tabulação automatizada em uma planilha eletrônica. A análise dos dados contemplou a contabilização das características de cada técnica observada e a apresentação destes resultados. Para o contexto deste artigo, importa esclarecer que nem todos os itens do protocolo foram utilizados. Os temas selecionados e tratados neste artigo são os itens 1, 2, 3, 4, 8, 9 e 10 do protocolo. A estratégia de análise dos dados coletados se apoia na contabilização e geração de gráficos e quadros.

5 Discussão dos resultados

A aplicação do protocolo de análise permitiu identificar que das 100 técnicas identificadas em revisões bibliográficas, 41 técnicas possibilitam a utilização de representações gráficas em algum momento de sua aplicação e 58 não utilizam representações gráficas. A partir desta filtragem, as 41 técnicas foram analisadas e descobriu-se que, apesar de serem todas consideradas técnicas colaborativas, 11 técnicas não permitem a utilização de representações gráficas de forma colaborativa. Devido a estas características, a análise prosseguiu em apenas 30 técnicas.

Ainda, o item 3 trata sobre os propósitos da elaboração da representação gráfica (Ravetz. Ravetz, 2017) e possibilita entender o pensamento visual a partir de 3 perspectivas: a representação gráfica usada no processo, a representação gráfica do processo e a representação gráfica como um processo. A partir das técnicas observadas, apenas 1 técnica (facilitação gráfica) pode ser usada nas três perspectivas. A visualização exclusivamente no processo foi observada em 24 técnicas, a visualização exclusivamente do processo foi observada em 4 técnicas, enquanto a visualização exclusivamente como processo foi observado em apenas 1 artefato. Neste contexto, considera-se que apenas as 25 técnicas que elaboram a representação gráfica com a finalidade de visualização no processo são de interesse para este artigo; e por isso, os demais itens do protocolo serão analisados sobre este grupo de 25 técnicas. Uma síntese dos critérios de seleção das técnicas analisadas é apresentada na Figura 8.

5.1 Sobre o desenvolvimento das representações gráficas

O item 2 trata sobre a interação entre os envolvidos durante a aplicação da técnica. Neste sentido, a interação pode ser observada sob dois aspectos: temporal e espacial. Sob o aspecto temporal, foi observado que dentre as 25 técnicas que possibilitam a elaboração de representações gráficas colaborativamente, 15 possibilitam a interação síncrona entre as

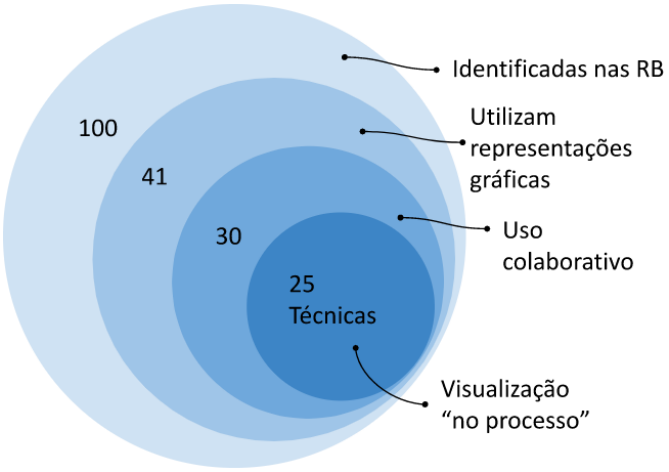

Figura 8 Síntese de seleção das técnicas para o estudo analítico.
Fonte: Os autores (2022)

pessoas envolvidas e 10 possibilitam os dois tipos de interação: síncrona e assíncrona. Nenhuma técnica prevê a interação exclusivamente assíncrona no seu processo de aplicação. Sob o aspecto espacial, observou-se que 11 possibilitam a interação exclusivamente presencial entre os envolvidos, e 5 possibilitam os dois tipos de interação: presencial e remoto, enquanto 9 técnicas preveem a interação remota na sua aplicação. Uma síntese destas observações é apresentada no Quadro 5. Neste quadro são apresentadas as técnicas consideradas colaborativas e suas características em relação à interação espaço-temporal.

Quadro 5 Perfil das técnicas quanto à colaboração e interação espaço-tempo. Fonte: Os autores (2022). (Continua)

	Colaborativa	Colaborativa + Individual	Síncrona	Síncrona + Assíncrona	Presencial	Presencial + Remoto	Remoto
Athena	•			•			•
Círculo da Coragem	•		•		•		
Collaborative Drawing	•		•			•	
Joint Application Development (JAD)	•		•		•		
The World Café	•		•		•		
Joint Drawing	•		•		•		
Rapid Application Development (RAD)	•		•		•		

Quadro 5 Perfil das técnicas quanto à colaboração e interação espaço-tempo. Fonte: Os autores (2022). (Conclusão)

	Colaborativa	Colaborativa + Individual	Síncrona	Síncrona + Assíncrona	Presencial	Presencial + Remoto	Remoto
Question, Option, and Criteria (QOC)	•		•		•		
Six-Member Collaborative Drawing Technique	•		•		•		
Storyboarding	•		•		•		
Rich Picture	•		•			•	
Análise Hierárquica da Tarefa		•		•			•
Análise de Requisitos de Aplicações Web (AWARE)		•		•			•
Business Process Management Notation (BPMN)		•		•			•
CARD (Collaborative Analysis of Requirements and Design)		•	•		•		
Collaborative Concept maps		•		•			•
Diagrama de Fluxo de Dados		•		•			•
Diagrama Entidade-Relacionamento		•		•			•
PICTIVE (Plastic Interface for Collaborative Technology Initiatives through Video Exploration)		•	•		•		
Unified Modeling Language (UML)		•		•			•
Mapa conceitual		•		•			•
Mapa de empatia		•		•			•
Graphic facilitation		•	•			•	
Paper prototyping		•	•		•		
Processo Analítico Hierárquico (AHP)		•	•		•		

O Quadro 6 apresenta as técnicas estudadas sob o ponto de vista da manipulação da representação, da flexibilidade na representação, das técnicas de elaboração e do modo de comunicação das representações gráficas. Neste sentido, quanto à manipulação, as representações gráficas estudadas podem ser elaboradas e/ou visualizadas colaborativamente. Quanto à flexibilidade na elaboração, podem ser pré-definidas, adaptáveis ou de livre elaboração. Quanto às técnicas de elaboração, as representações gráficas podem ser desenvolvidas à mão livre, digitalmente ou de forma híbrida (parte à mão livre, parte digitalmente). Quanto ao modo de comunicação, as representações geradas podem ser pictóricas, esquemáticas ou verbais.

Quadro 6 Técnicas quanto à manipulação, flexibilidade, elaboração e modo de comunicação.
Fonte: Os autores (2022).

	Elabora	Visualiza	Pré-definida	Livre	Adaptável	Mão livre	Digital	Híbrida	Pictórico	Esquemático	Verbal
Athena	•	•	•				•			•	•
CARD (Collaborative Analysis of Req...)	•	•			•	•	•		•		•
Diagrama de Fluxo de Dados	•	•	•			•	•			•	•
Diagrama Entidade-Relacionamento	•	•	•			•	•			•	•
Graphic facilitation	•	•		•		•			•	•	•
Joint Drawing	•	•		•		•	•	•	•	•	•
Mapa de empatia	•	•			•	•	•			•	•
Paper prototyping	•	•			•	•	•	•	•	•	•
PICTIVE (Plastic Interface for Collabora...)	•	•	•				•		•		•
The World Café	•	•		•		•			•	•	•
Unified Modeling Language (UML)	•	•	•			•	•			•	•
Análise de Requisitos de Aplicações...	•		•			•	•			•	•
Análise Hierárquica da Tarefa (AHT)	•		•			•	•			•	•
Business Process Management Notation	•		•			•	•			•	•
Círculo da Coragem	•				•	•			•	•	•
Collaborative Concept maps	•			•		•	•			•	•
Collaborative Drawing	•			•		•	•		•	•	•
JAD (Joint Application Development	•		•			•	•		•	•	•
Mapa conceitual	•		•			•	•			•	•
Processo Analítico Hierárquico (AHP)	•		•			•	•			•	•
Question, Option, and Criteria (QOC)	•		•			•	•			•	•
Rich Picture	•			•		•			•	•	•
Six-Member Collaborative Drawing...	•			•		•			•		
Storyboarding	•			•		•			•	•	•
RAD (Rapid Application Development)		•	•				•		•	•	•

5.2 Sobre a manipulação das representações gráficas

O item 4 do protocolo trata sobre a manipulação das representações gráficas. Sobre isto, foi observado que 11 técnicas possibilitam tanto a elaboração quanto a visualização de representações gráficas, enquanto 13 possibilitam apenas a elaboração e 1 restringe a manipulação das representações ao ato de visualizar as representações já elaboradas

anteriormente por outras pessoas. Uma síntese destas observações está disponível no Quadro 6.

Ainda, no item 4.1 são tratadas a flexibilidade na elaboração das representações gráficas e as técnicas de elaboração. Neste sentido, importa investigar o quanto os envolvidos no processo de elicitação de requisitos podem intervir na elaboração das representações (Quadro 6). Para tanto, destaca-se que 13 técnicas disponibilizam representações pré-definidas, as quais precisam ser utilizadas conforme regras próprias das técnicas. Outras 4 técnicas permitem a adaptação das representações a partir de um modelo, enquanto 8 permitem a elaboração de representações livres, sem padrões ou modelos a serem seguidos.

Quanto às técnicas de elaboração das representações gráficas (item 4.2 do protocolo), a elaboração exclusivamente à mão livre foi observada em 6 técnicas, enquanto a elaboração exclusivamente em meios digitais foi observada em 3 técnicas. Foi possível notar que 14 técnicas possibilitam a elaboração de representações gráficas tanto à mão livre quanto digitalmente; e 2 técnicas possibilitam a elaboração das três maneiras: à mão livre, por meios digitais ou de forma híbrida (Quadro 6). A figura 8 apresenta um exemplo de representação gráfica da técnica mapa conceitual, cuja elaboração pode ser à mão livre ou digitalmente.

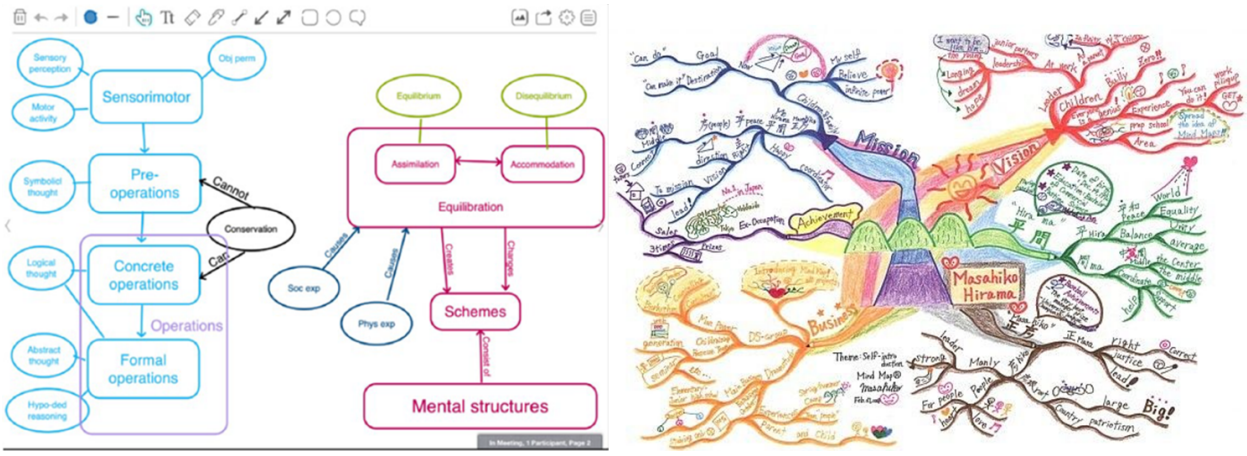

Figura 9 Mapa conceitual – Técnica cuja representação gráfica pode ser elaborada à mão livre ou digitalmente. Fonte: Hirama (s.d.).

5.3 Sobre os modos de comunicação da linguagem visual

O item 9 do protocolo trata sobre os modos de comunicação da linguagem visual: Pictórico, Esquemático e Verbal (Quadro 6). A análise das técnicas permitiu observar que o modo de comunicação exclusivamente pictórico está presente em 1 técnica. Quase metade das técnicas (12) combina os modos esquemático e verbal, enquanto 2 combinam os modos pictórico e verbal. A combinação dos três modos (pictórico, esquemático e verbal) foi observada em 10 técnicas.

Quanto ao estilo pictórico, das 17 técnicas que geram representações gráficas no modo pictórico, 10 elaboram desenhos simplificados, 9 elaboram figuras abstratas e 7 utilizam rabiscos. Apenas 5 técnicas possibilitam a elaboração de estilos pictóricos mistos, e 1 trabalha com desenho realista.

Quanto às linhas como elementos esquemáticos, destaca-se que estas podem ser tracejada ou contínua, fina ou grossa, reta ou curva. Observa-se que 8 técnicas adotam exclusivamente as linhas contínuas, e 14 ferramentas preveem o uso de linhas tracejadas ou contínuas na elaboração das representações gráficas. Nenhuma técnica específica a necessidade do uso exclusivo de linhas finas ou grossas. Por outro lado, 13 técnicas observadas preveem o uso tanto de linhas grossas quanto de linhas finas na elaboração de suas representações gráficas, enquanto 9 técnicas não especificam nenhuma distinção entre linhas finas ou grossas. Nenhuma técnica adota o uso exclusivo de linhas curvas, enquanto 5 técnicas utilizam exclusivamente linhas retas em suas representações. Outras 13 técnicas observadas preveem o uso de linhas curvas e retas na elaboração de suas representações gráficas.

Quanto às setas como elementos esquemáticos, destaca-se que estas podem ser simples, vazadas ou preenchidas. Dentre as técnicas observadas, 3 adotam o uso exclusivo de setas simples, enquanto nenhuma técnica adota o uso exclusivo de setas preenchidas ou vazadas. Por outro lado, 1 técnica permite o uso de setas simples e vazadas na elaboração de suas representações e 12 técnicas permitem o uso dos três tipos de seta em suas representações gráficas. Há ainda um grupo de 6 técnicas que não preveem o uso de setas na elaboração de suas representações.

Quanto aos formatos de conteúdo, destaca-se que as áreas destinadas a armazenar ou conter conteúdos podem ser representadas por formas circulares/elípticas, formas retas ou formas mistas. A maioria das técnicas (15 delas) possibilitam a representação circular/elíptica, reta ou mista, enquanto 1 técnicas possibilitam apenas a representação circular/elíptica ou reta. Apenas 1 técnicas adotam o uso exclusivo de representações circulares/elípticas, e 4 adotam o uso exclusivo de representações retas.

O modo de comunicação verbal da linguagem visual pode ser observado na forma de rótulos e legendas: Nenhuma técnica utiliza exclusivamente legendas nas representações gráficas elaboradas. Por outro lado, apenas 2 utilizam exclusivamente rótulos. A maioria, 22 técnicas, faz uso tanto de legendas quanto de rótulos em suas representações.

5.4 Sobre a organização da informação

Foi observado que a organização da informação é apresentada no padrão de diagramas em 8 técnicas. Os padrões cartaz e mapa são adotados por 4 técnicas cada. Destaca-se que 5 técnicas possibilitam a organização da informação de forma livre, permitindo que qualquer formato seja adotado nas representações. Por outro lado, apenas 2 técnicas permitem que as representações gráficas sejam organizadas em formato misto,

permitindo que dois ou mais formatos sejam utilizados na mesma representação (Quadro 7).

Duas técnicas possibilitam a elaboração de representações da Interface Gráfica do Sistema; como este tipo de representação não é previsto pelo *Group Graphics*, optou-se por acrescentar este formato de representação como um padrão de organização da informação no protocolo do estudo analítico. Por fim, apenas 1 técnica possibilita a organização da informação no padrão mandala.

Quadro 7 Distribuição das técnicas quanto ao padrão de organização da informação. Fonte: Os autores (2022).

PADRÃO DE ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	TÉCNICAS
Diagramas	Análise Hierárquica da Tarefa (AHT)
	Análise de Requisitos de Aplicações Web (AWARE)
	Athena
	Business Process Management Notation (BPMN)
	Diagrama de Fluxo de Dados (DFD)
	Diagrama Entidade-Relacionamento (DER)
	Unified Modeling Language (UML)
	Processo Analítico Hierárquico (AHP)
Mapas	*Collaborative Concept Maps*
	Mapa conceitual
	Mapa de empatia
	Question, Option, and Criteria (QOC)
Cartaz	*Collaborative Drawing*
	Joint Drawing
Cartaz Sequencial	*CARD (Collaborative Analysis of Requirements and Design)*
	Storyboarding
Interface Gráfica	*PICTIVE (Plastic Interface for Collaborative Technology Initiatives through Video Exploration)*
	Paper prototyping
Livre/Misto	*Joint Application Development (JAD)*
	The World Café
	Graphic facilitation
	Rapid Application Development (RAD)
	Six-Member Collaborative Drawing Technique
	Rich Picture
Mandala	Círculo da Coragem

Além disso, ao analisar as técnicas CARD e *Storyboarding*, observou-se que nesta perspectiva de organização da informação, ambas se apresentam em um formato sequencial, indicando a existência de um fluxo de informação diferente pois não são compostos por uma única representação esquemática. Neste sentido, diante da dificuldade de categorizar estas duas técnicas nos padrões previstos pelo *Group Graphics*, optou-se por nomeá-lo de cartaz sequencial e acrescentá-lo como um padrão de organização da informação no protocolo do estudo analítico.

6 Considerações finais

Este estudo analítico permitiu observar que das 100 técnicas identificadas pelas revisões bibliográficas, 41 técnicas possibilitam a elaboração de representações gráficas. Destas 41 técnicas que permitem a elaboração de representações gráficas, observou-se que 30 podem ser usadas colaborativamente. Destas 30 técnicas que podem ser utilizadas colaborativamente, 25 técnicas elaboram a representação gráfica com a finalidade de visualização no processo. Este recorte é importante porque os demais itens do protocolo deste estudo analítico foram contabilizados e discutidos a partir da seleção destas 25 técnicas.

Destaca-se que, durante a aplicação do protocolo, diante de ocorrência de situações não previstas no planejamento do estudo, algumas adequações no protocolo de análise foram necessárias. Além de outras adequações fora do escopo deste artigo, foi necessário acrescentar no item 10, que trata sobre a organização da informação, as opções "Cartaz Sequencial" e "Interface Gráfica".

Embora neste artigo não tenham sido discutidos todos os item disponíveis no protocolo apresentado, cabe lembrar que o objetivo inicial da elaboração do protocolo está diretamente relacionado a uma pesquisa mais abrangente cujos procedimentos metodológicos deverão permitir a elaboração de uma ferramenta de elicitação de requisitos baseada em representação gráfica.

Neste sentido, dentro do escopo discutido neste artigo, outros resultados importantes advindos deste estudo analítico se referem às expectativas a respeito das características da ferramenta de elicitação de requisitos que será desenvolvida. Assim, quanto à interação no processo de elaboração das representações gráficas, destaca-se que sob o aspecto temporal, é esperado que a interação entre os envolvidos no processo de elicitação seja predominantemente síncrona, mas com possibilidade de intervenções assíncronas. Sob o aspecto espacial, é desejável que a interação entre os envolvidos seja presencial, mas com possibilidade de intervenções remotas. A partir das técnicas observadas, é possível afirmar que este tipo de interação (síncrona/assíncrona e presencial/remota) é viável de ser realizada garantindo a colaboração entre os envolvidos. Para o desenvolvimento do artefato de elicitação de requisitos, é desejável, além da manipulação de representações gráficas pré-definidas, que

também sejam possíveis a adaptação de representações (incluindo seus rótulos) e a elaboração de novas representações.

Devido à importância de cada um dos modos de comunicação, espera-se que no desenvolvimento do artefato seja considerada a combinação dos modos pictórico, esquemático e verbal. Considerando a possibilidade de falta de treinamento em técnicas de desenho dos envolvidos no processo de elicitação, as representações pictóricas podem ser elaboradas no estilo pictórico de desenhos simplificados e figuras geométricas, adotando uma abordagem literal.

As características das linhas, setas e formatos poderão ser exploradas, considerando a existência e diferenciação de linhas tracejadas e contínuas, finas ou grossas, retas ou curvas; setas simples, vazadas ou preenchidas; e formatos circulares/elípticos, retos ou mistos. Rótulos poderão ser aplicados na identificação das representações gráficas e nos contextos do sistema, e legendas poderão ser aplicadas na descrição (pré-definida) das representações gráficas e nas descrições das novas aplicações das representações gráficas.

Quanto à organização da informação, embora a elaboração das representações gráficas de cada requisito possa ser considerada como um cartaz, o desenvolvimento do artefato deve considerar que o conjunto de requisitos representativos do sistema pode assumir outros formatos, tais como diagrama, mapa, mandala, ou livre/misto.

Agradecimento

À Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDesign-UFPR). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

Doblin, J. (1980). A structure for nontextual communications. In P.A. Kolers, M.E. Wrolstad, & H. Bouma (Eds.), *Processing of Visible Language*. Nato Conference Series (vol. 13). Springer, Boston, MA. https://doi-org.ez22.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-1-4684-1068-6_7

Duarte, M. L. B. (2011). *Desenho Infantil e seu ensino a crianças cegas: Razões e métodos*. Curitiba: Insight.

Fish, J., & Scrivener, S. (1990). Amplifying the mind's eye: Sketching and visual cognition. *Leonardo*, *23*(1), 117–126.

Frutiger, A. (2007). *Sinais e símbolos: Desenho, projeto e significado* (2. ed.). São Paulo: Martins Fontes.

Gray, D., Brown, S., & Macanufo, J. (2012). *Gamestorming: Jogos corporativos para mudar, inovar e quebrar regras*. Rio de Janeiro: Alta Books.

Hansen, Y. M. (1999). *Graphic tools for thinking, planning, and problem solving in Information Design*. R. Jacobson (Ed.), MIT Press.

Hirama, M. (s.d.). *Mapa mental*. https://www.mindmapart.com/galleries/masahiko-hirama/

Hunter, B., Crismore, A. & Pearson, P. D. (1987). Visual displays in basal readers and social studies textbooks. In H. A. Houghton & D. M. Willows (Eds.), *The Psychology of Illustrations* (vol. 2). Instructional Issues. New York: Springer-Verlag.

Modley, R. (1966). *Graphic symbols for world-wide communication*. New York: Dover Publications, 1966.

Paivio, A. (1969). Mental imagery in associative learning and memory. *Psychological Review*, *76*(3), 241–263. https://doi.org/10.1037/h0027272

Pettersson, R. (1999). Graphic symbols: Design and meaning. *31th Annual Conference of the International Visual Literacy Association*, Jackson, Wyoming, October 6–10.

Quillin, K., & Thomas, S. (2015). Drawing-to-learn: A framework for using drawings to promote model-based reasoning in Biology. *CBE – Life Sciences Education*, *14*, 1–16. http://dx.doi.org/10.1187/cbe.14-08-0128

Ravetz, J., & Ravetz, A. (2017). Seeing the wood for the trees: Social Science 3.0 and the role of visual thinking. *Innovation: The European Journal of Social Sciences*, *30*(1), 104–120. https://doi.org/10.1080/13511610.2016.1224155

Roam, D. (2009). *The back of the napkin: Solving problems and selling ideas with pictures*. New York: Portfolio.

Sibbet, D. (2008). Visual intelligence: Using the deep patterns of visual language to build cognitive skills. *Theory Into Practice*, *47*(2), 118–127. https://doi.org/10.1080/00405840801992306

Sternberg, R. J. (2010). *Psicologia cognitiva*. São Paulo: Cengage.

Twyman, M. L. (1982). The graphic presentation of language. *Information Design Journal*, *3*(1), 2–22.

Wileman, R. (1993). *Visual communicating*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

Sobre os autores

Reinaldo Pereira de Moraes
reinaldomoraes@ufpr.br
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, PR

Stephania Padovani
stephania.padovani@gmail.com
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, PR

Artigo recebido em/*Submission date*: 26/10/2022
Artigo aprovado em/*Approvement date*: 8/3/2023