

GT 2 – Organização e Representação do Conhecimento

ISSN 2177-3688

CONTRIBUIÇÕES DA AVALIAÇÃO DA VISUALIZAÇÃO DE DADOS PARA A ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM SISTEMA EDUCACIONAL

CONTRIBUTIONS OF DATA VISUALIZATION EVALUATION TO THE ORGANIZATION OF INFORMATION: A CASE STUDY IN EDUCATIONAL SYSTEM

Júnio Soares Dias - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Célia da Consolação Dias - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Modalidade: Trabalho Completo

Resumo: Este projeto é a continuidade de uma investigação anterior que objetiva o estudo do mapeamento dos atributos de cinco métodos de avaliação que contribuem para a organização da informação. Os resultados obtidos são oriundos da aplicação da inspeção heurística de visualização de dados e o contraste destes resultados com os dados das análises de outros quatro métodos, em três etapas. Na primeira etapa, foi realizada uma inspeção com especialistas pelas heurísticas de Nielsen e um teste de observação de uso, seguido de entrevistas com usuários. Já a segunda etapa foi constituída pela aplicação do Método de Inspeção Semiótica, com especialistas, e do Método de Avaliação da Comunicação com usuários. A inspeção pelas heurísticas, terceira etapa, foi realizada em um sistema *Web*, baseado em heurísticas destinadas à visualização de dados. Esse contraste proporcionou a identificação sobre os tipos de resultados a serem esperados na avaliação de visualização de dados para a organização da informação. Isto para possibilitar a escolha do método conforme o objetivo do projetista avaliador e, por sua vez, da promoção da visualização de dados e organização da informação adequada para o público-alvo.

Palavras-chave: visualização de dados; organização da informação; métodos de avaliação e inspeção; sistemas educacionais.

Abstract: This project is the continuation of a previous investigation that aims to study the mapping of the attributes of five evaluation methods that contribute to the organization of information. The results obtained come from the application of the heuristic inspection of data visualization and the contrast of these results with the data from the analyses obtained from four other methods, in three stages. In the first stage, an inspection with experts was carried out by Nielsen's heuristics and a usage observation test, followed by interviews with users. The second stage was constituted by the application of the Semiotic Inspection Method, with specialists, and the Communication Evaluation Method with users. The inspection by heuristics, which is the third stage, was based on heuristics intended for data visualization. The contrast of the results between the methods of evaluation and inspection provided the identification of the types of results to be expected in the evaluation of data visualization to the organization of information. This is to enable the choice of the method according to the objective of the evaluator designer and, in turn, the promotion of adequate data visualization and organization of information for the target audience.

Keywords: data visualization; organization of information; evaluation and inspection methods; educational systems.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo trata-se da continuidade de uma pesquisa anterior sobre a organização da informação (OI) proporcionada pela avaliação da visualização de dados (VD). Apesar de possuir uma quantidade de pesquisas em ascensão, a VD, aplicada a sistemas educacionais em Instituições de Ensino Superior (IES), é uma área que necessita de investigações (LIU; LEVINA; FROLOVA, 2020). Deve-se considerar que, na última década, os pesquisadores têm criado e estudado sistemas para aplicar a visualização da informação e do conhecimento. Liu, Levina e Frolova (2020, p. 50) relatam, também, que *"the information visualization and knowledge visualization are main visual technologies equally demanded in all types of modern education systems"*.

Para a apresentação dos dados destinados ao apoio à educação, é necessário criar sistemas que contribuam não só com o armazenamento das representações das informações descritivas e de conteúdo (pois estas possibilitam conectar, compartilhar e administrar dados e informação), mas também com VD. Nesta linha, Silva (2019), ao analisar o passado, o presente e o futuro, descreve quatro pontos para elaborar a VD: ter um conjunto de dados limpos; única mensagem de comunicação; escolher o gráfico adequado e *design* e cor.

Nesse contexto, deve-se pensar que a crescente utilização de sistemas interativos para coletar dados, administrar as informações e apresentar estes dados sobre processos seletivos possui diferentes usuários, com distintos níveis de conhecimento e necessidades. Baseado nestas afirmações, o *designer* de sistemas educacionais deve se preocupar com quanto desses sistemas conseguem atender às expectativas do seu público-alvo, que são usuários da informação. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é mapear os atributos de cada método na avaliação de visualização de dados que contribuem para a OI.

Esta investigação utiliza de um caso de uso em um sistema educacional para realizar uma inspeção heurística destinada a analisar as VD para o Centro de Apoio à Educação a Distância da Universidade Federal de Minas Gerais. Além disso, os resultados obtidos pela análise das VD foram contrastados com outras avaliações de usabilidade e comunicabilidade.

As avaliações dessas propriedades ocorreram com o uso de métodos distintos. As de usabilidade pela inspeção das heurísticas recomendadas por Nielsen (1994) e pela observação de uso (BARBOSA *et al.*, 2021), seguida de entrevista. Já a avaliação da comunicabilidade foi promovida pelo Método de Inspeção Semiótica (SOUZA *et al.*, 2006) e pelo Método de

Avaliação da Comunicabilidade (PRATES; BARBOSA; SOUZA, 2000). Esses quatro métodos complementares foram realizados em uma pesquisa anterior pelo autor.

Assim, para promover a pesquisa de VD para IES, foi realizada a avaliação da visualização da informação do Sistema de Gestão de Processos de Inscrição (SGPI) como um caso de uso para contrastar os resultados de cinco métodos. Portanto, esta pesquisa faz parte de uma investigação mais ampla, em andamento, que pretende estudar a organização do conhecimento e explorar a análise de VD em um sistema interativo para promover a capacidade adequada dos usuários acessarem seus dados, ao considerar os pontos de elaboração de visualizações, descritos por Silva (2019). O autor descreve que, ao elaborar uma visualização, deve-se ter o objetivo de promover a inclusão dos dados em contexto, a capacidade do usuário explorar esses dados e a possibilidade de o usuário encontrar padrões. O contraste dos resultados desses métodos possibilitou a identificação sobre o tipo de resultado esperado na avaliação de VD para a OI.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para promover o acesso a dados em sistemas educacionais, algumas pesquisas descrevem e propõem aplicações de visualização da informação baseadas nos conceitos de VD. Uma pesquisa que busca o avanço das discussões da importância do uso da VD na educação e demonstra o impacto social para a sociedade é a de Santos e Coelho (2021). Esse estudo desenvolveu um modelo de VD para demonstrar o impacto da extensão universitária para a comunidade acadêmica e gestores educacionais e descreve a importância da VD.

Outras pesquisas acadêmicas descrevem com detalhes os conceitos de VD abordadas em seus respectivos trabalhos, como as investigações de Fernandes (2018) e Menezes (2017). Nessas pesquisas, são discutidos os conceitos de fatores da VD e a Arquitetura da Informação. Menezes (2017) exemplifica a visualização da seguinte forma:

As visualizações científica e da informação estão preocupadas com o processo de interpretação, percepção e tomada de decisão, ao invés de uma simples criação de gráficos. Tem como objetivo a expansão das atividades cognitivas, ao melhorar a compreensão e exploração, para consolidar de forma mais objetiva a aquisição do conhecimento (MENEZES, 2017, p. 42).

A investigação de Fernandes (2018) descreve a Arquitetura da Informação, que fornece embasamento para a OI em sistemas *web*. A Arquitetura da Informação manifesta os

respectivos resultados em quatro componentes: o 'sistema de organização da informação', 'sistema de rotulação e terminologias', 'sistema de navegação' e 'sistema de busca'.

O primeiro componente é o 'sistema de organização da informação', que determina como é apresentada a organização e categorização do conteúdo. O segundo componente é o 'sistema de rotulação', que define os signos verbais e visuais para os elementos informativos e de suporte ao usuário. Já o 'sistema de navegação', o terceiro componente, compreende a especificação das formas de se mover pelo espaço informacional. O último componente, 'sistema de busca', determina as consultas que o usuário pode fazer e as respostas que irá obter no sistema (MORVILLE; ROSENFELD, 2006; AGNER, 2009).

A Arquitetura da Informação, conforme os autores, pode ser compreendida como um processo que busca dar suporte às propriedades de qualidade de uso, como a usabilidade, encontrabilidade, acessibilidade e a visualização de dados, além de melhorar a compreensão dos usuários da informação dentro de um determinado contexto digital (DRUMOND, 2021).

Uma forma de avaliar a VD, contida na Arquitetura da Informação, é com o uso de inspeções heurísticas, indicados nas investigações de Zuk *et al.* (2006) e Tarrell *et al.* (2014), que descrevem um conjunto de heurísticas para a inspeção. Os métodos de inspeção permitem ao especialista examinar uma proposta para tentar antever as possíveis consequências da concepção do produto (BARBOSA *et al.*, 2021).

Na pesquisa de Tarrell *et al.* (2014), Oliveira e Silva (2017) e Barbosa *et al.* (2021), são descritas uma categorização das heurísticas e a importância da inspeção. A avaliação heurística é realizada pela inspeção do sistema com base em um conjunto de diretrizes, no caso desta pesquisa, destinadas à VD, que descrevem características desejáveis da interação e da interface. Ao concatenar as diretrizes dessas referências sobre inspeção, considerando o cenário dos sistemas educacionais, obtém-se um conjunto de recomendações, que são: multidimensionalidade; caracterização dos dados; manipulação dos dados; organização espacial e perspectiva; propriedades visuais; relações; visualização limpa e relevante; equivalência com o mundo real; ações visíveis; consistência; flexibilidade e eficiência; *status* e *feedback* do sistema; controle do usuário; prevenção e correção de erros.

Na categorização proposta por Tarrell *et al.* (2014) e Oliveira e Silva (2017), é realizada uma organização das heurísticas para a classificação das violações, que são problemas identificados na interface de um sistema interativo, conforme as heurísticas utilizadas na inspeção. Os autores descrevem algumas vantagens da inspeção, que utiliza uma organização

por heurísticas como mais eficiência em encontrar problemas e sugerir soluções e possibilitar uma visão diferenciada e o ensino a desenvolvedores menos experientes. As quatro categorias para a classificação, obtidas conforme as heurísticas para a inspeção de VD dos autores, são a percepção, cognição, usabilidade e interação.

A primeira categoria, percepção, representa a nossa experiência sensorial do mundo ao nosso redor, ao envolver tanto o reconhecimento de estímulos ambientais quanto as ações em resposta a esses estímulos, isto é, processos cognitivos. Entre as heurísticas temos: ‘multidimensionalidade’, ‘caracterização dos dados’, ‘manipulação dos dados’, ‘organização espacial e perspectiva’, ‘propriedades visuais’, ‘relações’ e ‘equivalência com o mundo real’.

Na cognição, segunda categoria, é incluído as ações mentais ou processos de aquisição de conhecimento, compreensão e entendimento por meio do pensamento, da experiência e dos sentidos (pensar, conhecer, lembrar e julgar). Aqui, as heurísticas de ‘visualização limpa e relevante’ e ‘consistência’ são destinadas à VD.

Na terceira categoria, usabilidade, temos a eficácia, eficiência e satisfação com as quais usuários específicos atingem seus objetivos em ambientes ao usar a VD. Para isso, temos como exemplo, na lista de heurísticas obtidas, a ‘prevenção e correção de erros’. Já na interação, quarta categoria, o ‘controle do usuário’, o ‘*status* e *feedback* do sistema’, ‘ações visíveis’ e ‘flexibilidade e eficiência’ são possíveis heurísticas. Nesta categoria, o *design* da visualização deve ser projetado para uma troca bem sucedida com os usuários.

Os trabalhos apresentados sobre a VD e seus conceitos, aplicados à avaliação em sistemas educacionais, indicam a importância destas investigações para IES. Deve-se considerar que a literatura descreve a importância da Arquitetura da Informação e de avaliar essas visualizações, disponíveis em seus componentes. Essas avaliações possibilitam a compreensão sobre a identificação de padrões, tendências e seus significados.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Apesar das pesquisas relacionadas à visualização da informação em sistemas de apoio à educação em IES serem diversificadas, conforme já mencionado alguns autores descrevem a existência de lacunas a serem investigadas. Entre elas são apresentados nessa seção as investigações contemporâneas de Macedo *et al.* (2022); Zhang *et al.* (2022) e Fernandes e Vechiato (2017).

A pesquisa de Macedo *et al.* (2022) apresenta um conjunto de diretrizes para a produção de visualizações no contexto da educação, o Vis2Learning. Os autores concluem que, ao propor um modelo de visualização, é necessário garantir que este seja adequado ao contexto do usuário e que deve-se apresentar informações sobre o formato da proposta.

Na pesquisa de Zhang *et al.* (2022), é apresentada uma revisão da literatura para o papel da VD no aprendizado *online*, o que pode auxiliar na análise do desempenho do aluno, na avaliação da eficácia das plataformas e prever os riscos de abandono do curso.

Os autores apresentam uma taxonomia para a VD com quatro categorias para o aprendizado: análise de comportamento, previsão de comportamento, exploração de padrões de aprendizagem e aprendizagem assistida. Além desta classificação, são apresentados as seguintes lacunas de pesquisa sobre tipos de dados e técnicas de VD:

Challenges of data type. [...] Obtaining more comprehensive information about learners remains a significant challenge, and as a result, learners cannot be contextualized to provide a more in-depth explanation of learner behavior [...]. **Challenges of visualization techniques.** [...] Most existing visualization techniques choose to display a selection of data, which is challenging to perform integrated Analysis of multiple learning tasks. To solve this problem, a visual analytics framework needs to be developed [...] (ZHANG *et al.*, 2022, p. 30, grifo nosso).

Já Fernandes e Vechiato (2017) propuseram atributos que auxiliam na avaliação da encontrabilidade no projeto e na avaliação de ambientes informacionais digitais, como repositórios e bibliotecas digitais no contexto de uso via dispositivos móveis. Esses atributos são a taxonomia navegacional, indexação social (*folksonomias*), metadados, ajuda ou mediação, recursos de restrições (*affordances*), recursos de orientação (*wayfinding*), descoberta de informação, acessibilidade e usabilidade, intencionalidade e responsividade. Eles contribuem na reflexão sobre a OI percebida em uma avaliação.

As pesquisas contemporâneas supracitadas se complementam ao propor diretrizes, taxonomia e atributos de avaliação para a VD em sistemas interativos. Seus estudos produzem conhecimentos que podem definir estratégias e práticas que identificam soluções para a aplicabilidade da VD na organização da informação em sistemas de IES.

Observa-se também nessas pesquisas que a VD pode contribuir com o ensino e que é necessário o desenvolvimento de visualizações adequadas e mais simples. Ao considerar estes fatos e as lacunas descritas, esses trabalhos relacionados indicam e reforçam a necessidade

desta investigação sobre o desenvolvimento e da aplicação da VD, através de uma avaliação em um sistema destinado ao apoio à educação.

4 METODOLOGIA

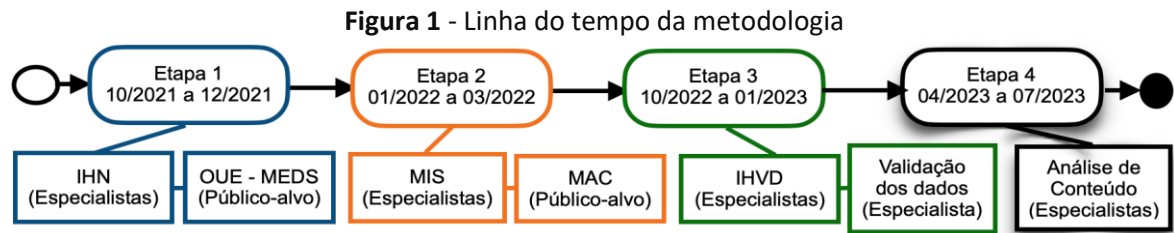
A metodologia desta investigação é descritiva, exploratória e baseada na coleta de dados, análise e comparação de resultados obtidos por métodos distintos, que foram realizados em quatro etapas. Os resultados das duas primeiras etapas foram coletados *online*, de outubro de 2021 a março de 2022, e seus participantes concordaram em participar de forma voluntária e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Já a coleta de dados da terceira etapa, foco dessa pesquisa, foi realizada de outubro de 2022 a janeiro de 2023. Por fim, na quarta etapa, os dados foram reorganizados e analisados de abril a julho de 2023.

Essas quatro etapas se complementam para estabelecer uma análise comparativa quali-quantitativa dos resultados de cada método. Destaca-se que os métodos da primeira etapa possuem como foco a propriedade da usabilidade, os da segunda a propriedade da comunicabilidade e os da terceira etapa a visualização de dados.

A **primeira etapa** foi concretizada pela avaliação do SGPI, através de dois métodos: inspeção heurística e observação de uso com entrevista. A Inspeção pelas Heurísticas de Nielsen (IHN) (NIELSEN, 1994) contou com o apoio de uma equipe de cinco especialistas. A formação desses especialistas é de Graduação até o Mestrado, com experiência de 5 a 18 anos na profissão de Tecnologia da Informação. O segundo método, Observação de Uso e Entrevista (OUE) (BARBOSA *et al.*, 2021), de forma semiestruturada, foi guiado pelo Método de Explicitação do Discurso Subjacente (MEDS) (NICOLACI-DA-COSTA; LEITÃO; ROMÃO-DIAS, 2004), com quatro integrantes do público-alvo: servidores envolvidos com o sistema, com formação de Graduação até o Doutorado e experiência de 2 a 15 anos.

Na **segunda etapa**, foram realizados a avaliação pelo Método de Inspeção Semiótica (MIS) (SOUZA *et al.*, 2006) e o Método de Avaliação da Comunicabilidade (MAC) (PRATES; BARBOSA; SOUZA, 2000). O MIS foi aplicado com o apoio de uma equipe de especialistas e o MAC com o público-alvo. A formação dos especialistas é de Graduação até o Mestrado, cursos relacionados à Tecnologia da Informação, com experiência de 8 a 18 anos em suas funções. Os cinco integrantes do público-alvo possuem a formação de Graduação até o Doutorado e experiência de 2 a 10 anos em IES.

A **terceira etapa** foi realizada pela Inspeção Heurística de Visualização de Dados (IHVD) (TARRELL *et al.*, 2014; OLIVEIRA; SILVA, 2017). A formação dos três avaliadores dessa etapa é de Doutorado em Gestão e Organização do Conhecimento, Doutora em Ciência da Computação e de Doutora em Ciência da Informação, com experiência acima de 12 anos na área e mais de 10 avaliações em sistemas interativos com diversos métodos. Além dos três avaliadores, esta etapa foi revisada por um Mestrando, um pesquisador independente.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Para finalizar, na **quarta etapa** foi realizada a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011), que promove o desenvolvimento do tratamento dos dados coletados, reorganizados para a inferência dos resultados. Essa etapa foi concretizada pelos autores, que possuem o perfil descrito na terceira etapa. A linha do tempo percorrida dessas etapas da metodologia, contendo a sequência dos métodos e os tipos de participantes, encontra-se na Figura 1.

Os focos desta pesquisa foram a terceira e quarta etapas para as quais foram verificados o resultado obtido pela análise da inspeção do sistema estabelecido para o caso de uso, através dos conceitos de VD em busca de prover uma nova proposta com objetividade, simplicidade e clareza da informação. Seguindo esses conceitos, optou-se por uma IHVD, conforme o processo de inspeção, as heurísticas e categorias (definidas a priori) de Tarrell *et al.* (2014), Oliveira e Silva (2017) e Barbosa *et al.* (2021).

Portanto, as categorias estabelecidas pela pesquisa da literatura e pelos métodos são percepção, cognição, usabilidade ou interação, e IHVD, IHN, OUE, MIS ou MAC. Além disso, para cada item das cinco listas de violações ou pontos positivos do sistema, identificado pelos métodos, foi atribuída uma gravidade. A gravidade da violação foi estabelecida para facilitar a compreensão e comparação entre os problemas ou um item considerado como ponto positivo da interface ou interação, conforme adaptação de Nielsen (1994):

- Ponto positivo (ppo) - item aceito, baseados nas propriedades identificadas;
- Problema cosmético (pco) - não precisa ser consertado a menos que haja tempo;

- Problema pequeno (pp) - o conserto deste pode receber baixa prioridade;
- Problema grande (pg) - importante de consertar e deve receber alta prioridade;
- Problema catastrófico (pca) - é extremamente importante consertá-lo.

Já a Análise de Conteúdo para Bardin (2011) significa um conjunto de técnicas que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens. A autora indica que a Análise de Conteúdo pode ser utilizada em diversos tipos de dados e prevê três passos fundamentais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados.

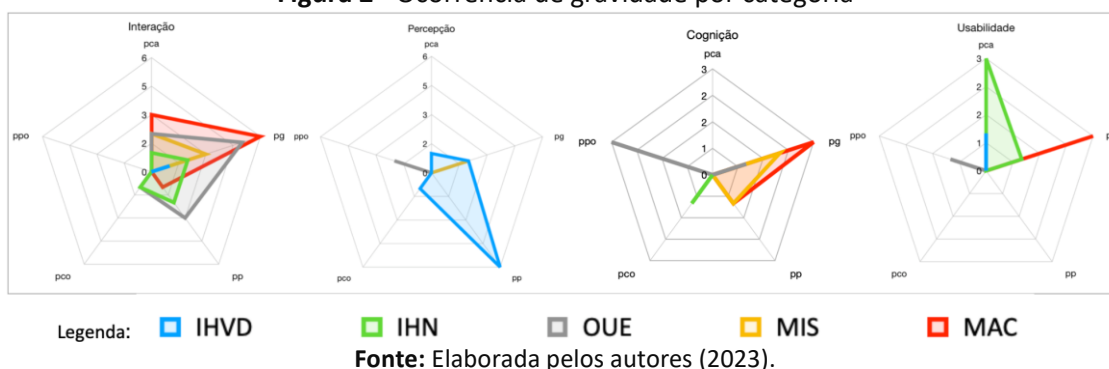
5 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados de todos os métodos foram utilizados para a Análise de Conteúdo, que se baseou na categorização proposta no referencial teórico para possibilitar a classificação dos itens destes resultados. Para iniciar o processo de inferência, os resultados dos métodos aplicados foram organizados em listas com esses itens, que podem ser problemas de VD.

Esses problemas são violações e as listas de violações e os pontos positivos, também coletados, foram classificados pelas categorias estabelecidas na metodologia desta investigação. Conforme Souza e Santos (2020), tendo as categorias finais elencadas dentro do processo de análise, é de suma importância destacar que os itens formulados tomaram como base conceitos pré-definidos, que culminaram na confirmação da aplicação do objeto de estudo. Através dessa classificação de categorias e atribuição de gravidades, os dados numéricos obtidos foram compilados e são apresentados nas Figuras 2 e 3.

Primeiramente, ao analisar a categorização pelas Figuras 2 e 3 enalteceram-se as respostas sobre os indicadores ou inferências a respeito dos métodos aplicados. A Figura 2 é constituída de gráficos de radar, que encontram-se organizados como pequenos múltiplos, para os quais cada gráfico representa uma categoria (percepção, cognição, usabilidade e interação). Os eixos descrevem os valores obtidos para as ocorrências das gravidades (pca, pg, pp, pco e ppo) e a área demarcada representa os métodos. Esses tipos de gráficos comparam variáveis para qual as semelhanças são mostradas com áreas sobrepostas, enquanto as diferenças se destacam.

Figura 2 - Ocorrência de gravidade por categoria

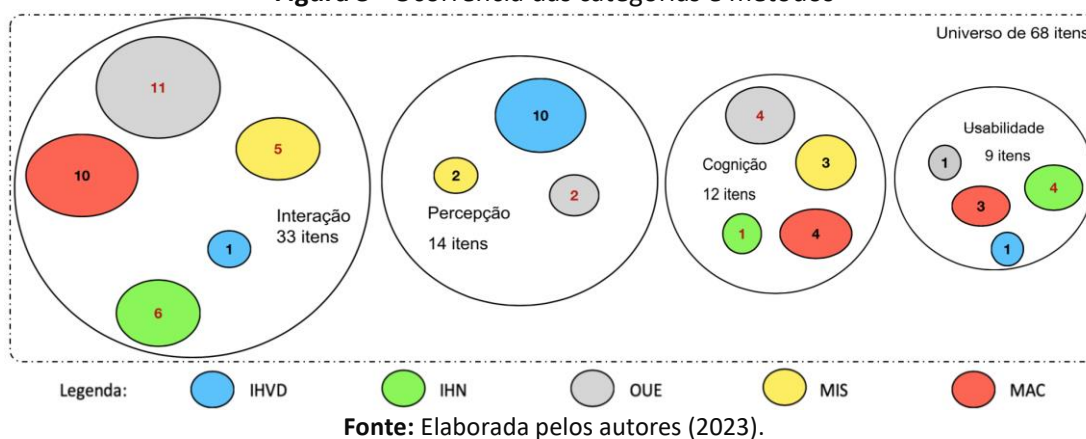


Portanto, baseado na compilação dos dados classificados como categorias, métodos e gravidades, foram realizadas uma análise quantitativa e, posteriormente, qualitativa. Pela análise quantitativa, observa-se o número obtido para os totais de cada tipo de gravidade (Figura 2). Um dado apresentado na Figura 3 é o número de ocorrências dos itens identificados para cada categoria e método. Entre os totais de itens das categorias, destaca-se a categoria de interação, que representa 48,5% dos itens (33 ocorrências).

Conforme Hoffman-Câmara (2013), após a inferência, passa-se à interpretação de conceitos e proposições. Os conceitos dão um sentido de referência geral, produzem imagens significativas, disponíveis neste estudo por gráficos e uma VD. Os conceitos derivam dos dados estudados, e não de definição científica.

Os gráficos da Figura 2 possibilitam a visualização de atuação de cada método dentro de uma categoria. As áreas sobrepostas (Figura 2) na OUE e no MAC representam uma semelhança parcial no comportamento de identificação das gravidades para as categorias de cognição e interação. Para a categoria de cognição, os dados evidenciam uma semelhança parcial no comportamento do MIS e do MAC para as atribuições de gravidades.

Figura 3 - Ocorrência das categorias e métodos



Para Souza e Santos (2020), as inferências norteiam os resultados. Neste estudo, a inferência revela importantes informações, por exemplo, quais os métodos que se destacam na identificação de determinadas ocorrências das categorias, que representam uma classe de conceitos de VD. A inferência dos dados produziu a VD da Figura 3, esta visualização possibilita uma interpretação de ocorrências dos métodos por categorias, que por sua vez, evidencia a tendência de possíveis resultados dos métodos para a avaliação de VD.

Os gráficos da Figura 2 e a VD da Figura 3 possibilitam interpretações e o acesso às informações obtidas por categoria, método e gravidade. Outra análise obtida pela Figura 3 é a quantidade de itens para o método de IHVD por categoria. Nota-se nessa análise que a categoria de percepção destacou-se, referente a IHVD (10 ocorrências). Por fim, pela Figura 3, evidencia-se que os métodos aplicados com o apoio do usuário, OUE e MAC, possuem mais ocorrências nas categorias de interação e cognição.

Baseado nos dados coletados, foram construídos, também, os Quadros 1 e 2, que apresentam as categorias, métodos e o aporte proporcionado pela avaliação de visualização de dados para a Arquitetura da Informação. Esses quadros são um indício dos benefícios de cada método para a OI ao utilizar a categorização, que manifesta os respectivos resultados para quatro componentes da Arquitetura da Informação, conforme Fernandes (2018), descritos na seção de referencial teórico.

Quadro 1 - Aporte à Arquitetura da Informação - categorias de interação e percepção

Categorias	Métodos	Contribuição para a OI
Interação	IHVD (pg)	Ajuda ou mediação, descoberta de informação, recursos de restrições e orientação (Sistemas de organização e busca)
	IHN (pco, pp, pg e pca)	Taxonomia navegacional, metadados, ajuda ou mediação, descoberta de informação, responsividade, recursos de restrições e orientação (Sistemas de organização e navegação)
	OUE (pco, pp, pg e pca)	Taxonomia navegacional, metadados, ajuda ou mediação, descoberta de informação, acessibilidade e usabilidade, intencionalidade, recursos de restrições e orientação (Sistemas de organização, navegação e rotulação)
	MIS (pg e pca)	Taxonomia navegacional, metadados, ajuda ou mediação, descoberta de informação, intencionalidade, responsividade, recursos de restrições e orientação (Sistemas de organização, busca e rotulação)
	MAC (pp, pg e pca)	Taxonomia navegacional, indexação social, metadados, ajuda ou mediação, descoberta de informação, intencionalidade, responsividade, recursos de orientação e restrições (Sistemas de organização, busca, navegação e rotulação)

Percepção	IHVD (pco, pp, pg e pca)	Taxonomia navegacional, recursos de orientação e restrições (Sistemas de organização, navegação e rotulação)
	OUE (ppo)	Recursos de orientação e taxonomia navegacional (Sistemas de organização, navegação e rotulação)
	MIS (pg)	Ajuda ou mediação, recursos de orientação e restrições (Sistemas de organização, navegação e rotulação)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Para os Quadros 1 e 2, a coluna de **Categoria** apresenta a classificação utilizada na análise de dados; a coluna **Métodos** representa o método com resultados para a respectiva categoria e a(s) gravidade(s) identificada(s). Já a coluna de **Contribuições para a organização da informação** apresenta os atributos, seguidos, dos componentes, entre chaves, identificados pelos métodos de avaliação que apoiam a Arquitetura da Informação.

Portanto, é indicada uma lista dos componentes da Arquitetura da Informação e o atributo para os itens avaliados por método e categoria, isto é, as contribuições para cada método de avaliação para a OI. Além disso, os Quadros 1 e 2 sinalizam qual o tipo de gravidade obtida para cada método em sua categoria, uma visão dos tipos de problemas em potencial. Os atributos identificados articulam com a lista de Fernandes e Vechiato (2017), apresentada nos trabalhos relacionados.

Quadro 2 - Aporte à Arquitetura da informação - categorias de cognição e usabilidade

Categoria	Métodos	Contribuições para a OI
Cognição	IHN (pco)	Recursos de restrições e ajuda ou mediação (Sistemas de organização e rotulação)
	OUE (ppo e pg)	Taxonomia navegacional, metadados e acessibilidade e usabilidade (Sistemas de organização, rotulação e navegação)
	MIS (pp e pg)	Recursos de orientação e restrições (Sistemas de organização, rotulação e navegação)
	MAC (pg)	Ajuda ou mediação, recursos de orientação e restrições (Sistemas de organização, rotulação e navegação)
Usabilidade	IHVD (pca)	Descoberta de informação, recursos de restrições e orientação (Sistemas de organização e navegação)
	IHN (pg e pca)	Metadados, descoberta de informação, acessibilidade e usabilidade, recursos de restrições e orientação (Sistemas de organização e navegação)
	OUE (ppo)	Ajuda ou mediação (Sistemas de organização e busca)
	MAC (pg)	Taxonomia navegacional, metadados, ajuda ou mediação e recursos de restrições (Sistemas de organização e rotulação)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nesta pesquisa pode-se interpretar que a maioria das gravidades classificadas como pca e pg foram obtidas na categoria de interação, por métodos que são desenvolvidos com o apoio de usuários. Ademais, para este caso de uso, a interpretação destinada à VD em um sistema de apoio à educação identificou que cada método possui a capacidade de enfatizar a identificação de problemas de visualização distintos, que colabora com o desenvolvimento da OI, conforme categorias estabelecidas pela literatura.

6 CONCLUSÕES

Ao considerar que as categorias utilizadas neste estudo são uma fonte em potencial de interpretação de VD, para a qual a IHVD prioriza a propriedade de VD, a IHN a propriedade de usabilidade, os MIS e MAC a comunicabilidade e a OUE o relato do usuário. O estudo demonstrou que, para o objetivo estabelecido de mapear os atributos de métodos para avaliação de VD, o processo de classificação e categorização possibilitou uma visão da potencialidade desses métodos para a OI. Dessa forma, conforme Bardin (2011), existe a operação lógica da Análise de Conteúdo, pela qual se admite uma proposição em virtude da sua ligação com outras proposições já aceitas como verdadeiras.

A interpretação dos dados revela, como proposição, os atributos obtidos por cada método e categoria que apoiam a OI. Essa lista de atributos possibilita ao projetista a escolha do método de avaliação que embasa o desenvolvimento dos componentes adequados à Arquitetura da Informação desejada.

Para finalizar, como outra proposição, destaca-se a possibilidade de uso dos cinco métodos para a avaliação de VD, ao classificar os seus resultados nas categorias de percepção, cognição, usabilidade e interação. Observou-se que cada método possui um aproveitamento de registro em categorias e na Arquitetura da Informação de formas distintas, sendo assim, pode-se estabelecer uma avaliação conforme o objetivo do projetista, pela escolha do método, categoria e a necessidade de identificação de gravidades, isto para a promoção de VD adequada para o público-alvo e, por sua vez, promover o uso de componentes e atributos destinados à OI.

O presente estudo é uma pesquisa qualitativa e quantitativa sobre métodos de avaliação e os tipos de resultados para a VD pela Análise de Conteúdo, conforme uma categorização identificada na literatura. Suas principais contribuições encontram-se na pesquisa sobre as formas de avaliação para a VD pela aplicabilidade dos conceitos da ciência.

Isto é, o contraste entre esses conceitos, representados através da aplicação de métodos distintos com foco na VD, destinada à OI para IES.

Como continuidade dessa pesquisa, recomenda-se a avaliação de outros sistemas educacionais com os métodos utilizados neste estudo, e outros conceitos, métodos e técnicas. Pretende-se, também, realizar um estudo mais aprofundado sobre a identificação, metodologias e instrumentos para organização do conhecimento em sistemas voltados à educação, que promoverá uma proposta para esta organização. Além disso, recomenda-se elaborar pesquisas sobre como desenvolver visualizações complexas, de forma a proporcionar uma interpretação simples.

REFERÊNCIAS

AGNER, Luiz. **Ergodesign e arquitetura da informação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Quartet, 2009.

BARBOSA, Simone D. J. *et al.* **Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário**. [s.l.]: Autopublicação, 2021.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

DRUMOND, Karine Coutinho. **Usabilidade do repositório institucional da UFMG em tempos de mobilidade digital**. 2021. 213 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Organização do Conhecimento) - Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/49014>. Acesso em: 26 jun. 2023.

FERNANDES, Wesley Macedo. **Encontrabilidade da informação no repositório institucional da unesp: um estudo de eye tracking em dispositivos móveis**. 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Faculdade de Filosofia e Ciência, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154361>. Acesso em: 27 jun. 2023.

FERNANDES, Wesley Macedo; VECHIATO, Fernando Luiz. Encontrabilidade da informação no repositório institucional da Unesp: uma avaliação com dispositivos móveis. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 18., 2017, **Anais** [...]. Marília: ANCIB, 2017. p. 01-08. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/104997>. Acesso em: 26 jun. 2023.

HOFFMAN-CÂMARA, Rosana. Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas à organização. **Gerais**: Revista Interinstitucional de Psicologia, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 179-191, 2013.

LIU, Zhi-Jiang; LEVINA, Vera; FROLOVA, Yuliya. Information Visualization in the Educational Process: Current Trends. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**,

[s.l.], v. 15, n. 13, p. 49-62, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i13.14671>. Acesso em: 26 jun. 2023.

MACEDO, Maylon Pires *et al.* Building information visualization of e-learning data with Vis2Learning guidelines. **Journal on Interactive Systems**, [s.l.], v. 13, n. 1, p. 42-53, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/jis.2022.1967>. Acesso em: 26 jun. 2023.

MENEZES, Douglas Afonso Tenório de. **Visualização de dados como suporte ao design instrucional**. 2017. 167f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/571>. Acesso em: 26 jun. 2023.

MORVILLE, Peter; ROSENFELD, Louis. **Information Architecture for the World Wide Web**. O'Reilly Media, 2006.

NICOLACI-DA-COSTA, Ana Maria; LEITÃO, Carla Faria; ROMÃO-DIAS, Daniela. Como conhecer usuários através do método de explicitação do discurso subjacente (MEDS). In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 6., 2004, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2004. p. 49-59.

NIELSEN, Jakob. **Usability Engineering**. Mountain View: Morgan Kaufmann, 1994.

OLIVEIRA, Maurício Rossi de; SILVA, Celmar Guimarães da. Adapting Heuristic Evaluation to Information Visualization: a Method for Defining a Heuristic Set by Heuristic Grouping. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON COMPUTER VISION, 12., 2017, Porto, **Anais [...]**. Porto, [s.n.], 2017. p. 225-232, 2017. Disponível em: <https://www.scitepress.org/papers/2017/61332/61332.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

PRATES, Raquel Oliveira; BARBOSA, Simone; SOUZA, Clarisse Sieckenius de. Methods and tools: a method for evaluating the communicability of user interfaces. **interactions**, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 31-38, 2000. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/328595.328608>. Acesso em: 26 jun. 2023.

SANTOS, Rafael Ferreira dos; COELHO, Taiane Ritta. Proposta de um modelo de visualização de dados: impacto social da extensão do ensino superior sob à ótica de Campus Inteligente. **Revista Informação na Sociedade Contemporânea**, Natal, v. 5, n. 1, p. 01-20, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/informacao/article/view/23416>. Acesso em: 26 jun. 2023.

SILVA, Fabiano Couto Corrêa da. Visualização de dados: passado, presente e futuro. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 205-223, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18617/liinc.v15i2.4812>. Acesso em: 26 jun. 2023.

SOUZA, Clarisse *et al.* The Semiotic Inspection Method. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 7., 2006, Natal. **Anais [...]**. Natal: IHC, 2006. p. 148-157.

SOUZA, José Raul de; SANTOS, Simone Cabral Marinho dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, Juiz de Fora, v. 10, n. 2, p. 1396-1416, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34019/2237-9444.2020.v10.31559>. Acesso em: 26 jun. 2023.

TARRELL, Alvin *et al.* Toward visualization-specific heuristic evaluation. *In*: FIFTH WORKSHOP ON BEYOND TIME AND ERRORS, 5., 2014, New York. **Anais [...]**. New York: [S.n.], 2014. p. 110-117. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2669557.2669580>. Acesso em: 26 jun. 2023.

ZHANG, Gefei *et al.* Towards a better understanding of the role of visualization in online learning: A review. **Visual Informatics**, [s.l.], p. 01-13, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.visinf.2022.09.002>. Acesso em: 26 jun. 2023.

ZUK, Torre *et al.* Heuristics for information visualization evaluation. *In*: WORKSHOP ON BEYOND TIME AND ERRORS, 1., 2006, New York. **Anais [...]**. New York: Association for Computing Machinery, 2006. p. 01-06.