

Comparação do Desempenho entre Dois Conjuntos de Heurísticas de Usabilidade na Identificação de Problemas em Sistemas de Visualização de Informações Geográficas

Juliana Orro Marquez¹, Paulo Meirelles², Leonardo Musumeci³, Tiago Silva da Silva¹

¹Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) – Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)
São José dos Campos – SP – Brasil

²Instituto de Matemática e Estatística (IME) – Universidade de São Paulo (USP)
São Paulo – SP – Brasil

³Faculdade de Saúde Pública (FSP) – Universidade de São Paulo (USP)
São Paulo – SP – Brasil

{juliana.marquez, silvadasilva}@unifesp.br, paulormm@ime.usp.br, musumeci@usp.br

Abstract. *In this study, a comparison was made between Nielsen's usability heuristics and those specifically designed for Web Interactive Maps, through the evaluation of a geographic data visualization platform. The goal was to analyze the performance of each set of heuristics. The heuristic evaluation was applied to the CulturaEduca platform, resulting in 21 distinct usability problems. These issues were analyzed by an expert who correlated them with the sets of heuristics. The results highlight the complementarity of heuristics for Web Interactive Maps compared to Nielsen's. However, they indicate the need for a review of the former to eliminate ambiguities and make them more specific for user understanding.*

Resumo. *Neste estudo, realizou-se a comparação entre as heurísticas de usabilidade de Nielsen e de Mapas Interativos na Web, por meio da avaliação de uma plataforma de visualização de dados geográficos. O objetivo era analisar o desempenho de cada conjunto de heurísticas. A avaliação heurística foi aplicada na plataforma CulturaEduca, resultando em 21 problemas de usabilidade distintos. Esses problemas foram analisados por um especialista que os correlacionou com os conjuntos de heurísticas. Os resultados destacam a complementaridade das heurísticas para Mapas Interativos na Web em relação às de Nielsen. No entanto, apontam a necessidade de revisão das primeiras para eliminar ambiguidades e torná-las mais específicas para o entendimento do usuário.*

1. Introdução

A interface com o usuário representa a porta de entrada para o sistema, sendo que a qualidade dessa interação desempenha um papel crucial na determinação do nível de satisfação do usuário. Para garantir o desenvolvimento de um bom design de interface, Nielsen (1994) elaborou um conjunto de regras denominadas heurísticas de usabilidade. Essas heurísticas têm sido empregadas há muitos anos na avaliação da interface de sistemas

computacionais. No entanto, apesar de serem as heurísticas de usabilidade mais amplamente utilizadas no contexto de design de interface as novas especificações e as aplicações dos sistemas deram origem à necessidade de desenvolver diretrizes mais específicas para atender às demandas em constante evolução [Kuparinen et al. 2013]. Na cartografia, estudos relataram a necessidade de criação de diretrizes [Vincent et al. 2019] e métodos para avaliar a usabilidade da interação usuário-mapa [Griffin et al. 2017].

Nesse contexto, Marquez et al. (2021) desenvolveram um conjunto de 10 heurísticas de usabilidade específicas para o domínio de Mapas Interativos na Web (MIW), preenchendo essa lacuna identificada na literatura. Para análise desse conjunto de heurísticas, foram conduzidos dois estudos: uma avaliação heurística e uma correlação realizada por um especialista na área de Interação Humano-Computador (IHC).

A realização desses estudos permitiu uma análise comparativa entre as heurísticas de Nielsen (1994) e as heurísticas de Marquez et al. (2021), revelando insights valiosos sobre como ambas podem contribuir para avaliações de usabilidade em sistemas de visualização de informações geográficas. Os resultados forneceram um panorama sobre o desempenho relativo dessas heurísticas, apontando tanto suas potenciais complementariedades quanto áreas que necessitam de revisão e aprimoramento. Este estudo busca, portanto, contribuir para o desenvolvimento de diretrizes mais específicas e eficazes na avaliação desses sistemas, com o objetivo de aprimorar a experiência do usuário e a qualidade das interações em ambientes cartográficos na web.

2. Referencial Teórico

Na área de IHC, é fundamental avaliar a qualidade dos sistemas para garantir uma interação eficaz entre o usuário e o sistema, promovendo três pilares: eficiência, eficácia e satisfação durante o uso. Nesse contexto, a usabilidade, definida por Nielsen (1994) como a facilidade de aprendizado e uso da interface, juntamente com a satisfação resultante do funcionamento do sistema, emerge como um dos critérios-chave para avaliar e aprimorar essa interação. A capacidade dos usuários de utilizar um sistema de forma fácil, eficaz e agradável é um indicador crucial de sua qualidade e relevância.

Para auxiliar os especialistas na avaliação da usabilidade, Nielsen (1994) desenvolveu um conjunto de 10 princípios conhecidos como Heurísticas de Usabilidade para Design de Interface do Usuário (ver Tabela 1). Embora essas heurísticas sejam amplamente empregadas no campo do design de interface, o avanço tecnológico e a evolução de novos designs, especificações e aplicações dos sistemas intensificaram a necessidade de diretrizes mais específicas [Jiménez et al. 2012]. Diante dessas mudanças e complexidades crescentes, a busca por abordagens de usabilidade mais adaptáveis e precisas tornou-se fundamental para garantir interações eficazes e satisfatórias entre os usuários e os sistemas.

Em resposta a essa demanda crescente, surgiram nos últimos anos novas heurísticas de usabilidade. Na área de visualização de informação, podemos mencionar as Heurísticas de Usabilidade para MIW propostas por Marquez et al. (2021), que priorizam a interatividade, a clareza na representação geográfica e a eficácia na navegação; e as Heurísticas de Visualização da Informação, que concentram-se na codificação dos dados e na organização espacial [Forsell and Johansson 2010]. Isso assegura que as informações sejam representadas com precisão e organizadas visualmente para fácil compreensão. Es-

sas abordagens específicas refletem a complexidade das necessidades dos usuários em um cenário tecnológico em constante evolução.

Tabela 1. Conjuntos de heurísticas de usabilidade.

ID	Heurísticas de usabilidade para Mapas Interativos na Web (MIW)	Heurísticas de usabilidade de Nielsen (H.Nielsen)
1	Facilidade de aprendizagem e controle do mapa	Visibilidade do status do sistema
2	Percepção e estética do estado do mapa	Combinação entre o sistema e o mundo real
3	Flexibilidade de níveis de representação	Controle e liberdade do usuário
4	Consistência e padronização dos elementos cartográficos	Consistência e padrões
5	Compatibilidade com diferentes dispositivos e navegadores	Prevenção de erros
6	Semântica dos elementos cartográficos	Reconhecimento em vez de recordação
7	Coerência na apresentação de informações	Flexibilidade e eficiência de uso
8	Exportação dos mapas e consultas	Design estético e minimalista
9	Abordagem acessível e flexibilidade no uso	Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros
10	Ajuda e reconhecimento de padrões de busca	Ajuda e documentação

Para avaliar a usabilidade de um sistema, um dos métodos utilizados é a Avaliação Heurística, uma técnica de inspeção que envolve a análise do design da interface, buscando identificar problemas de uso. Nesse processo, o avaliador conta com um conjunto de heurísticas de usabilidade para orientá-lo na identificação dos problemas.

3. Metodologia

Para alcançar o objetivo dessa análise, foram conduzidos dois estudos distintos. No primeiro estudo, uma avaliação heurística foi realizada para detectar os problemas de usabilidade presentes na plataforma CulturaEduca¹. Essa plataforma, desenvolvida pelo Instituto Lidas em parceria com a Secretaria Especial de Cultura (SECULT/Brasil), disponibiliza uma ferramenta voltada para a visualização de dados geográficos relacionados à educação e à cultura. No segundo estudo, um especialista na área da IHC, utilizou a lista de problemas de usabilidade identificados no experimento anterior para realizar uma correlação entre esses problemas e as heurísticas de usabilidade dos dois conjuntos analisados, de forma separada.

A avaliação heurística foi conduzida de maneira online em dezembro de 2021 em virtude das restrições derivadas da pandemia de COVID-19, contando com a participação de 8 voluntários, dos quais 2 eram mulheres e 6 homens. Os voluntários incluíram alunos de pós-graduação e profissionais da área de Ciência da Computação, todos sem experiência prévia com a plataforma. Para fins de distribuição, os participantes foram aleatoriamente divididos em dois grupos: o Grupo A utilizou heurísticas de usabilidade de para MIW e o Grupo B utilizou heurísticas de design de interface.

O procedimento foi composto por 4 etapas. Inicialmente, os participantes tiveram a oportunidade de ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)². Logo após, foi apresentado um vídeo de doze minutos explicando o tema e a natureza da avaliação. Além disso, na etapa 3, os participantes preencheram um formulário de perfil, oferecendo informações sobre suas vivências em usabilidade e visualização de informações geográficas.

A etapa da avaliação heurística abrangeu três atividades de exploração: busca por camada, busca por filtro e exploração livre. Ao longo de um período de quarenta minutos,

¹link de acesso para a plataforma CulturaEduca: <https://culturaeduca.cc/>

²Pesquisa aprovada pelo CPE/UNIFESP: CAAE 52578921.4.0000.5505

os participantes trabalharam nessas atividades, identificando problemas de usabilidade e registrando-os em uma planilha. Cada problema identificado foi acompanhado pelo link da página correspondente e pela heurística de usabilidade pertinente.

A análise dos dados da avaliação heurística foi conduzida em duas fases distintas. Na primeira fase, procedeu-se à avaliação dos problemas identificados por cada grupo de forma individual. Inicialmente, os itens que não se enquadravam como problema de usabilidade foram identificados e excluídos. Os problemas remanescentes dessa seleção foram então agrupados com base em semelhanças, gerando uma lista com problemas distintos e problemas agrupados.

Na segunda fase, todos os problemas foram analisados em conjunto. Mantendo o princípio da fase anterior, os problemas semelhantes foram agrupados. Como resultado, uma lista única foi compilada, contendo os problemas de usabilidade identificados tanto pelo Grupo A quanto pelo Grupo B, bem como aqueles identificados por cada conjunto individualmente. De posse dessa lista, no segundo estudo, um especialista realizou uma correlação dos problemas tanto com às heurísticas de Marquez et al. (2021) quanto às de Nielsen (1994).

4. Resultados e Discussões

Por meio da avaliação heurísticas, os participantes identificaram um total inicial de sessenta e um problemas de usabilidade, distribuídos entre o Grupo A com trinta e dois problemas e o Grupo B com vinte e nove problemas (Tabela 2). No entanto, durante a primeira fase da análise, observou-se que nem todos os problemas identificados eram de fato questões de usabilidade. Como resultado desse processo, 5 informações provenientes do Grupo B foram descartados. Isso conduziu a uma análise subsequente com um conjunto de cinquenta e seis problemas de usabilidade.

Tabela 2. Aspectos de usabilidade avaliados na primeira fase.

Apectos avaliados	Grupo A	Grupo B	Total
Problemas de usabilidade identificados	32	29	61
Itens que não foram considerados como problemas de usabilidade	0	5	5
Problemas de usabilidade que foram analisados	32	24	56
Problemas distintos	10	10	20
Problemas agrupados com base em semelhança	22	14	36
Total de problemas resultante do agrupamento	5	4	9
Total de problemas de usabilidade por grupo	15	14	29

Grupo A - Heurísticas de usabilidade para Mapas Interativos na Web (MIW)

Grupo B - Heurísticas de usabilidade de Nielsen (H.Nielsen)

Conforme previsto, observou-se que alguns problemas de usabilidade foram apontados por múltiplos avaliadores dentro do mesmo grupo. Isso motivou a realização do primeiro agrupamento, resultando na condensação de vinte e dois problemas iniciais para cinco problemas distintos no Grupo A e de quatorze problemas iniciais para quatro distintos no Grupo B. Ao considerar os problemas únicos de cada grupo, a primeira fase foi concluída com um total de quinze problemas finais no Grupo A e quatorze no Grupo B.

Na segunda fase, unificou-se os problemas dos dois grupos em uma única lista para análise conjunta. Nesse sentido, os problemas foram novamente agrupados, resultando

em um lista final contendo de vinte e um problemas de usabilidades. Destes, 7 foram detectados apenas pelas heurísticas de Marquez et al. (2021) e 9 apenas pelas heurísticas de Nielsen (1994). Os cinco problemas restantes foram identificados pelos dois conjuntos, o que significa que mais de 23% dos problemas seriam identificados independente do conjunto de heurísticas utilizado (Tabela 3).

Tabela 3. Quantidade de problemas de usabilidade identificados por grupo

Conjunto de heurísticas	Problemas de usabilidade identificados	
	Quantidade	Porcentagem
Heurísticas de usabilidade para Mapas Interativos na Web (MIW)	7	33,33
Heurísticas de usabilidade de Nielsen (H.Nielsen)	9	42,86
MIW + H.Nielsen	5	23,81
Total	21	100,00

Dessa forma, podemos concluir que na fase 1, o conjunto de Marquez et al. (2021) obtiveram um desempenho ligeiramente superior na identificação de problemas de usabilidade em comparação com o conjunto de Nielsen (1994). Após os agrupamentos e análise da lista de vinte e um problemas de usabilidade, Nielsen (1994) apresentou um desempenho um pouco melhor. No entanto, essas diferenças não são significativas o bastante para afirmar um grande diferencial no desempenho dos conjuntos. Ambos os conjuntos de heurísticas mostraram-se bastante eficazes na identificação dos problemas de usabilidade, ressaltando a importância e relevância em ambas as abordagens na avaliação dos sistemas.

Nesse contexto, foi realizada uma análise qualitativa em que um especialista na área de IHC recebeu a lista contendo os vinte e um problemas de usabilidade. O especialista correlacionou cada um dos problemas com os dois conjuntos de heurísticas de usabilidade, permitindo a identificação de correspondências e discrepâncias entre eles. A Figura 1 ilustra o resultado dessas correlações. Os números nos círculos correspondem ao ID da Tabela 1, as heurísticas de Marquez et al. (2021) estão representadas pelos círculos rosa, enquanto as heurísticas de Nielsen (1994) são representadas pelos círculos verdes. Essa representação visual facilitou a análise comparativa, destacando de forma clara as diferenças e semelhanças dos conjuntos de heurísticas.

É notável que as heurísticas 1, 2, 7, 9 e 10 de Marquez et al. (2021), foram associadas a mais de quatro heurísticas de Nielsen (1994). Esse resultado sugere que essas heurísticas não apenas abordam áreas já contempladas por Nielsen (1994), mas também carecem de especificidade em sua abordagem. Além disso, mesmo as heurísticas 3, 5, 6 e 8, que exibem poucas correlações, requerem uma avaliação cuidadosa para eliminar possíveis ambiguidades. A identificação dessas ambiguidades é crucial para garantir que as heurísticas sejam claras e compreensíveis para os usuários e os avaliadores, melhorando a eficácia do processo de avaliação de usabilidade. Esse cenário levanta a necessidade de revisão, exclusão ou subdivisão dessas heurísticas para torná-las mais distintas e aplicáveis.

Por outro lado, é importante notar que a heurística 4, sobre Consistência e padronização dos elementos cartográficos, não foi correlacionada pelo especialista. Essa observação sugere uma característica única abordada por essa heurística, destacando sua

relevância e singularidade no contexto da avaliação de usabilidade em sistemas de mapas interativos.

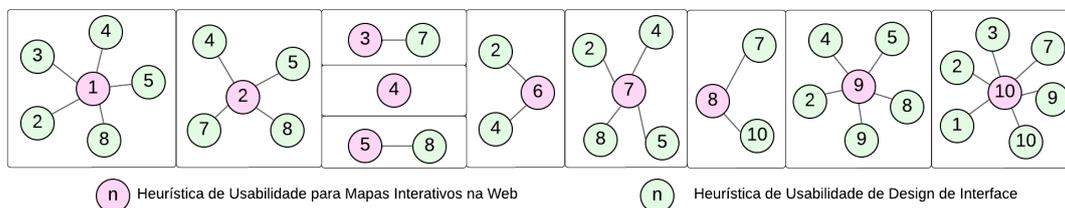


Figura 1. Correlação entre as heurística de usabilidade para Mapas Interativos na Web e as heurísticas de usabilidade de Nielsen

5. Conclusão e próximos passos

Este estudo ofereceu uma análise comparativa do desempenho entre as heurísticas de usabilidade voltadas para o domínio específico de MIW [Marquez et al. 2021] e as heurísticas de [Nielsen 1994] na identificação de problemas de usabilidade em sistemas de visualização de informações geográficas. Os resultados destacaram que a utilização conjunta desses dois conjuntos de heurísticas durante a avaliação heurística possibilitou a detecção de distintos tipos de problemas de usabilidade. Isso sugere uma direção em que as heurísticas de domínio específico complementam as heurísticas de design de interface propostas por Nielsen (1994). Contudo, também foi constatado que as heurísticas voltadas para MIW precisam passar por revisões a fim de eliminar ambiguidades em relação às heurísticas de Nielsen (1994) e, ao mesmo tempo, devem ser mais específicas visando aprimorar a compreensão por parte dos usuários que as utilizarão.

Referências

- Forsell, C. and Johansson, J. (2010). An heuristic set for evaluation in information visualization. In *Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces*, pages 199–206.
- Griffin, A. L., Robinson, A. C., and Roth, R. E. (2017). Envisioning the future of cartographic research. *International Journal of Cartography*, 3(sup1):1–8.
- Jiménez, C., Rusu, C., Roncagliolo, S., Inostroza, R., and Rusu, V. (2012). Evaluating a methodology to establish usability heuristics. In *2012 31st International Conference of the Chilean Computer Science Society*, pages 51–59. IEEE.
- Kuparinen, L., Silvennoinen, J., and Isomäki, H. (2013). Introducing usability heuristics for mobile map applications. In *International Cartographic Conference*. International Cartographic Association.
- Marquez, J. O., Meirelles, P., and da Silva, T. S. (2021). Interactive web maps: Usability heuristics proposal. In *Proceedings of the ICA*, volume 4. Copernicus GmbH.
- Nielsen, J. (1994). Usability inspection methods. In *Conference companion on Human factors in computing systems*, pages 413–414.
- Vincent, K., Roth, R. E., Moore, S. A., Huang, Q., Lally, N., Sack, C. M., Nost, E., and Rosenfeld, H. (2019). Improving spatial decision making using interactive maps: an empirical study on interface complexity and decision complexity in the north american hazardous waste trade. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 46(9):1706–1723.