



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José do Rio Preto

Cíntia Braz Mesquita

Usabilidade em plataformas com conteúdo audiovisual científico

São José do Rio Preto
2023

Cíntia Braz Mesquita

Usabilidade em plataformas com conteúdo audiovisual científico

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação, junto ao Conselho de Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Orientador:
Profa. Dra. Adriana Barbosa Santos

São José do Rio Preto
2023

M582u	<p>Mesquita, Cintia Braz</p> <p>Usabilidade em plataformas com conteúdo audiovisual científico / Cintia Braz Mesquita. -- São José do Rio Preto, 2023</p> <p>60 p. : il., tabs.</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciência da Computação) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto</p> <p>Orientadora: Adriana Barbosa Santos</p> <p>1. Ciência da Computação. 2. Interação Humano-Computador. 3. Usabilidade. 4. Audiovisual. 5. Divulgação científica. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Cíntia Braz Mesquita

Usabilidade em plataformas com conteúdo audiovisual científico

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação, junto ao Conselho de Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Adriana Barbosa Santos
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto
Orientadora

Profa. Dra. Rogéria Cristiane G. de Souza
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto

Prof. Dr. Rodrigo Capobianco Guido
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto

São José do Rio Preto
07 de dezembro de 2023

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a oportunidade de ter chegado até aqui, foram anos de muito aprendizados e desafios que me permitiram crescer muito profissionalmente e como pessoa. Gostaria de agradecer em especial a Profa. Dra. Adriana Barbosa Santos, que como orientadora sempre me deu o suporte, paciência, conselhos e conhecimentos necessários para este trabalho ser realizado.

Agradeço também à minha banca avaliadora, a Profa. Dra. Rogéria Cristiane Gratão de Souza e o Prof. Dr. Rodrigo Capobianco Guido, pelo apoio e sugestões valiosas para o trabalho, assim como pelas disciplinas que tive a chance de atender como aluna.

Gostaria também de agradecer meus pais e irmãos, que me apoiaram e estiveram do meu lado em todo esse caminho. Agradeço ao Arijit, por me fazer companhia e sempre me ouvir e apoiar nos momentos de necessidade. Agradeço também a todos os meus amigos que tive o prazer de conhecer durante meus anos na UNESP, tanto veteranos, calouros, colegas de turma ou colegas de atividades extracurriculares. Em especial gostaria de agradecer a Tayná, que sempre me ajudou, ofereceu um lugar para ficar, me fez companhia em diversas situações e esteve presente desde o início, quando cheguei em uma cidade nova sozinha e ela me fez sentir acolhida. Agradeço também ao Gian, Jardel, Gabriel e Pandora, que ajudaram a fazer esse ano ser mais suportável e leve.

Por fim, agradeço todos os professores que tive a oportunidade de conhecer durante a minha graduação, por todos os ensinamentos e experiências compartilhados.

"Sempre acredite em si mesmo.

Faça isso e não importa onde você esteja,

você não terá nada a temer."

- Hayao Miyazaki

Resumo

A divulgação científica é a comunicação do conhecimento científico para um público não especializado e é de grande importância para a inovação e o fortalecimento da pesquisa científica. O formato audiovisual traz uma nova possibilidade na divulgação científica, com o potencial de alcançar um público maior e mais diversificado, democratizar o conhecimento e trazer reconhecimento para os pesquisadores. Para isso, são necessárias ferramentas para disponibilizar o conteúdo audiovisual de forma acessível e aberta, sendo a usabilidade um fator fundamental para o sucesso dessas ferramentas. Este trabalho buscou identificar requisitos para a usabilidade de interfaces com conteúdo audiovisual científico, enfocando direcionar o desenvolvimento dessas interfaces. Como resultado são apresentadas 25 métricas de usabilidade mediante uma escala de prioridades e medidas de usabilidade, baseadas na literatura. Por fim, foi realizada uma avaliação empírica de cinco plataformas web e cinco aplicativos para dispositivos móveis quanto ao grau de adequação de suas interfaces. Os resultados permitem identificar quais apresentam mais deficiências na interface quanto à usabilidade.

Palavras-chave: Usabilidade. Interação Humano-Computador. Divulgação científica. Audiovisual.

Abstract

Scientific communication is essential for innovation and strengthening scientific research. The audiovisual format brings a new possibility in scientific dissemination, with the potential to reach a larger and more diverse audience, democratize knowledge, and bring recognition to researchers. In this sense, it is necessary to develop tools to make audiovisual content available in an accessible and open way, considering that usability is a fundamental factor for the success of these tools. This work prioritized to identify requirements for the usability of interfaces with scientific audiovisual content, focusing on guiding the development of these interfaces. As a result, 25 usability metrics are presented using a scale of priorities and usability measures, based on the literature. Finally, an empirical assessment of web platforms and applications for mobile devices was carried out regarding the degree of adequacy of their interfaces. The results allow to identify which of their interfaces present more deficiencies related to usability.

Keywords: Usability. Human-Computer Interaction. Scientific communication. Audiovisual.

Lista de Ilustrações

1.1	Etapas do procedimento metodológico	16
4.1	<i>design</i> da interface da plataforma Scivpro com problemas identificados	44
4.2	<i>design</i> da interface da plataforma STEMcognito com problema identificado .	45
4.3	<i>design</i> da interface do aplicativo SciShow com problemas identificados . . .	50
4.4	Síntese da pontuação total para cada plataforma <i>web</i> e aplicativo envolvidos na avaliação empírica	52

Lista de Tabelas

2.1	Princípios usabilidade para conteúdo audiovisual	24
3.1	Correspondência entre prioridades e medidas de usabilidade	36
3.2	Correspondência entre medidas e métricas de alta prioridade	36
3.3	Correspondência entre medidas e métricas de media prioridade	37
3.4	Correspondência entre medidas e métricas de baixa prioridade	38
4.1	Avaliação das métricas de alta prioridade nas plataformas <i>web</i>	41
4.2	Avaliação das métricas de media prioridade nas plataformas <i>web</i>	42
4.3	Avaliação das métricas de baixa prioridade nas plataformas <i>web</i>	42
4.4	Comparação entre as métricas não atendidas em cada plataforma e as prioridades	46
4.5	Avaliação das métricas de alta prioridade nos aplicativos para dispositivos móveis	47
4.6	Avaliação das métricas de media prioridade nos aplicativos para dispositivos móveis	48
4.7	Avaliação das métricas de baixa prioridade nos aplicativos para dispositivos móveis	48
4.8	Comparação entre as métricas não atendidas em cada aplicativo e as prioridades	51

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Objetivos	13
1.2	Motivação	14
1.3	Procedimento metodológico	15
2	Referencial teórico e Trabalhos relacionados	17
2.1	Usabilidade	17
2.1.1	Medidas de usabilidade	18
2.1.2	Acessibilidade e <i>design</i> Universal	19
2.2	Métodos de avaliação da usabilidade	20
2.2.1	Questionários	20
2.2.2	Testes de usabilidade	21
2.2.3	Avaliação Heurística	22
2.3	Interfaces com conteúdo audiovisual	23
2.4	Trabalhos relacionados	25
2.4.1	Plataformas <i>web</i>	25
2.4.2	Aplicativos para dispositivos móveis	27
2.5	Considerações Finais	28
3	Métricas de usabilidade	30
3.1	Métricas de usabilidade para plataformas <i>web</i>	30

3.2	Métricas de usabilidade para aplicativos de dispositivos móveis	35
3.3	Prioridade para as métricas de usabilidade	36
3.4	Considerações Finais	37
4	Avaliação dos trabalhos relacionados	39
4.1	Processo de avaliação	39
4.1.1	Avaliação das plataformas <i>web</i>	40
4.1.2	Avaliação dos aplicativos para dispositivos móveis	45
4.2	Considerações Finais	52
5	Conclusão	53
	Referências	55

Capítulo 1

Introdução

A divulgação científica é a ponte entre a produção acadêmica e a sociedade, e o seu principal objetivo é comunicar a ciência de forma compreensível a um público não especialista. Para Lordêlo e Porto (2012), é também a democratização do conhecimento científico, proporcionando oportunidades para o debate de temas que influenciam a vida das pessoas. Entretanto, no Brasil há uma grande distância entre as pesquisas e a sociedade, notável com o crescimento do negacionismo e do compartilhamento de notícias falsas nos últimos anos (ESCOBAR, 2021).

O Brasil ocupa uma posição significativa no ranking mundial de pesquisa científica. Conforme o ranking internacional de ciência, o país ocupa a 14ª posição no cenário global (SCIMAGO, 2022). Entretanto, os pesquisadores brasileiros enfrentam diversas dificuldades para realizar e divulgar suas pesquisas, como a falta de investimentos, a desvalorização, o excesso de burocracia e o custo alto para publicação de artigos. Isso se torna mais visível quando observamos os dados de Lampert (2021), na qual a educação pública no país teve uma perda de quase 40% no seu orçamento, e considerando que 95% da produção científica brasileira vem das universidades públicas, que dependem desse orçamento (MOURA, 2019).

Uma nova dinâmica para a divulgação e comunicação científica é o uso de vídeos (SANTOS, 2022), que para Altaf e Bhaskar (2017) está entre as principais tendências nos últimos anos, na qual permite difundir conceitos mais complexos, alcançar diferentes públicos e ou-

tras formas de interação. É possível encontrar diversos projetos que buscam incentivar a divulgação e ensino de ciência por vídeos, como o caso de Santana (2020), que compartilha vídeos de curiosidades científicas. Ademais, existem plataformas específicas para vídeos científicos, como JoVE, um jornal que abriga um grande ramo de conteúdo audiovisual de pesquisadores.

Contudo, nota-se que o estudo de aplicações com conteúdo em vídeo se resume principalmente para o contexto de aprendizagem online (KIM; KIM, 2021; MADARIAGA et al., 2021). Ainda há um caminho aberto para pesquisas que enfatizem a comunicação científica em formato audiovisual de fato, por meio de plataformas específicas que visem compartilhar artigos e resultados de pesquisas e aplicações.

Diante disso, um formato inovador de publicação científica é o vídeo artigo, na qual os pesquisadores apresentam seus resultados visualmente, fornecendo uma nova forma de difundir problemas complexos e demonstrar metodologias. Esse vídeo irá passar por uma revisão por pares, publicado e pode ser citado em outros trabalhos (SANTOS, 2022). Outro formato é o resumo em vídeo (*vídeo abstract*) que é um vídeo curto, que deve ser publicado juntamente com um artigo, que faz uma breve apresentação do objetivo, metodologia, e resultados da pesquisa (BERKOWITZ, 2013; ARANHA; FRANCO, 2022).

Dado o potencial dessas aplicações para a divulgação científica e democratização do conhecimento, percebe-se que há potencial para o desenvolvimento de soluções voltadas para a divulgação de vídeos científicos que sejam acessíveis, fáceis de usar e com uma boa experiência de uso. Vale ressaltar, os avanços recentes de estudos de heurísticas de usabilidade para plataformas de conteúdo audiovisual científico como forma de entender as necessidades e de garantir uma boa experiência de usuário.

1.1 Objetivos

Este trabalho visou estabelecer diretrizes de usabilidade para plataformas *web* e aplicativos de conteúdo audiovisual científico, para orientar o design de interfaces com foco na

qualidade.

Como objetivos específicos, buscou-se:

- Abordar técnicas para garantir a operabilidade, proteção a erros, estética e acessibilidade dos sistemas;
- Analisar plataformas *web* e aplicativos para dispositivos móveis que apresentem conteúdo audiovisual científico, enfocando métricas de usabilidade recomendadas na literatura;
- Identificar requisitos essenciais para assegurar a qualidade da interface, mediante categorias de prioridades e medidas de usabilidade correspondentes.

1.2 Motivação

Os recentes avanços tecnológicos que propiciaram a potencialização do uso de recursos audiovisuais sobre assuntos variados sugerem que a comunicação científica pode ser mais efetiva com uso de recursos audiovisuais. Dentre as razões para tal suposição estão: a expectativa de uma comunicação científica mais abrangente; a geração de envolvimento do público mais diverso que está fora do meio acadêmico; aumento da facilidade de reproduzir procedimentos metodológicos em experimentos; entre outros (SANTOS, 2022).

Por outro lado, segundo Group (2018), observa-se também uma mudança no comportamento das pessoas com relação ao consumo de conteúdo em vídeo. No estudo, dentre os participantes que pertencem a gerações mais novas, um a cada dois consumidores não sabem o que fariam sem vídeos. Além disso, os motivos pelas quais as pessoas assistem vídeos também mudaram, com as pessoas buscando vídeos para relaxar, aprender novos tópicos e se aprofundar em assuntos de interesse.

Ademais, os dispositivos móveis estão em destaque entre os dispositivos na qual as pessoas mais consomem vídeos. De acordo com eMarketer (2021), de três a cada cinco vídeos

visualizados no YouTube são assistidos nessas ferramentas e cerca de 70% de todo o tráfego de internet de dispositivos móveis são utilizados em vídeos (ERICSSON, 2023).

Com isso, o estudo da interface de plataformas e aplicativos que divulgam tais conteúdos na internet sob a ótica das melhores práticas de usabilidade são de particular interesse neste projeto. Especificamente no que se refere aos fatores que influenciam na experiência de usuário e condições específicas para a mídia audiovisual, com o intuito de simplificar e otimizar o seu desenvolvimento, a qualidade de uma interface depende da usabilidade do produto (ISO/IEC 25010, 2011). Assim, diz respeito à facilidade de atender às necessidades específicas do usuário efetivamente, e é essencial para o sucesso de aplicações de *software*. Diante do exposto, a definição de métricas de usabilidade para interfaces de usuário com conteúdo audiovisual científico auxiliará no desenvolvimento de aplicações que visam contribuir para o aprimoramento da comunicação científica.

1.3 Procedimento metodológico

O procedimento metodológico consistiu em cinco etapas descritas a seguir e exibido na Figura 1.1:

Fundamentação teórica: etapa de consulta a livros, artigos e outros trabalhos científicos para a fundamentação teórica e descrição do estado da arte. Serviu como o embasamento teórico que garante a confiabilidade e qualidade do trabalho;

Trabalhos relacionados: pesquisa e seleção de plataformas *web* e aplicativos para dispositivos móveis de conteúdo audiovisual. Enfocou a organização geral dos sistemas, objetivos de cada uma, abrangência do conteúdo e funcionamento;

Definição das métricas de usabilidade: definição das métricas de usabilidade para plataformas *web* e aplicativos de conteúdo audiovisual científicos a partir da literatura e enfatizando as medidas de usabilidade;

Avaliação dos trabalhos relacionados: estudo empírico de plataformas de conteúdo audiovisual e suas funcionalidades, com apoio de um formulário de coleta de dados, similar ao

estudo feito em Chiuchi (2011). Com ênfase na análise de aspectos da usabilidade e experiência do usuário através das métricas definidas na etapa anterior com suas prioridades;

Descrição dos resultados e Conclusões: etapa de análise dos resultados da avaliação e sugestões para o desenvolvimento de interfaces com conteúdo audiovisual científico.

Figura 1.1: Etapas do procedimento metodológico



Fonte: Elaborado pelo autor

Capítulo 2

Referencial teórico e Trabalhos relacionados

Neste capítulo são apresentados conceitos fundamentais para compreensão da temática central do trabalho, principalmente, no tocante aos termos imprescindíveis para estabelecer diretrizes de usabilidade para interfaces *web* e para dispositivos móveis com conteúdo audiovisual científico. Nas subseções que seguem tais conceitos são apresentados concisamente, destacando o estado da arte.

2.1 Usabilidade

A interface de usuário é um componente essencial no sucesso de um produto de *software*, que atua como um intermediário, permitindo uma interação entre o usuário e o sistema. Com isso, para um produto ser aceito e utilizável, é necessário buscar que essa interação seja satisfatória e com o mínimo de inconveniências possíveis.

Pela definição da ISO 9241-11 (2018), usabilidade é o grau em que um produto, sistema ou serviço pode ser usado por usuários específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico. É uma medida qualitativa comumente empregada nos estudos de Interação Humano-Computador, assim como na Engenharia de *software* (PRESSMAN;

MAXIM, 2021), sendo também um dos oito atributos de qualidade de produto definidos pela ISO/IEC 25010 (2011), modelo de referência para avaliação de *software*.

Contudo, diferentes fatores e termos são utilizados na literatura como atributos para medir a usabilidade. Em Gul et al. (2020), os autores selecionam alguns dos termos mais utilizados em trabalhos sobre usabilidade em sistemas *web* e para dispositivos móveis durante os anos de 2010 a 2019. Dentre os termos mais comentados está a acessibilidade, que consiste na facilidade de acesso de um produto por qualquer pessoa e em diferentes contextos em que a interação ocorra (IFRS, 2019).

Apesar de a usabilidade possuir muitos princípios em comum para computadores e aparelhos móveis, há pontos importantes que devem ser considerados no desenvolvimento dessas interfaces, em especial o tamanho menor das telas, a interação por toque e o contexto de uso (NIELSEN, 2011). Em pesquisa feita pela Fundação Getúlio Vargas (MEIRELLES, 2022), notou-se que atualmente, o Brasil possui mais de um *smartphone* por habitante, assim como Flynn (2023) revela que cerca de 86% da população mundial faz uso desses dispositivos. Com isso, se evidencia a importância do *design* de interfaces focados em dispositivos móveis.

2.1.1 Medidas de usabilidade

Como mencionado, é possível medir a usabilidade mediante três características: efetividade, eficiência e satisfação (ISO 9241-11, 2018). A efetividade está relacionada a atingir os objetivos do usuário ao realizar a interação e a qualidade em que é atingida. Alguns indicadores de efetividade são a qualidade da solução, taxa de erros e quantidade de tarefas concluídas (BEVAN et al., 2016).

Por outro lado, a eficiência se dá pelo esforço necessário para concluir um objetivo, incluindo desvios e erros cometidos. Ao analisar a eficiência de uma interface é importante considerar os recursos utilizados na interação, especialmente o tempo. Algumas métricas para medir a eficiência são o tempo para completar uma tarefa e quantidade de ações desnecessárias (BEVAN et al., 2016).

Já a satisfação refere-se à aceitação e conforto do usuário durante a interação. Essa medida pode ser afetada por diversos fatores, como confiabilidade, o conforto físico dos usuários durante a interação, proporção de reclamações e avaliações feitas pelos próprios usuários (BEVAN et al., 2016). Essas características conservam-se as mesmas quanto à usabilidade para dispositivos móveis (WEICHBROTH, 2020).

2.1.2 Acessibilidade e *design* Universal

Consoante o novo Relatório Global sobre Tecnologia Assistiva desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde e o Grupo Banco Mundial, mais de 1 bilhão de pessoas no mundo possuem algum tipo de deficiência e carecem de tecnologias assistivas (ORGANIZATION et al., 2022), a tendência dos últimos anos indica que esses números irão só aumentar. Nesse âmbito, o relatório apresenta algumas formas de atender a essa demanda, dentre elas o uso do *design* universal.

O termo *design* universal pode ser encontrado como sinônimo de acessibilidade, contudo, o termo acessibilidade geralmente se refere a tornar sistemas usáveis para pessoas com deficiência. *design* universal é o *design* de produtos e serviços com objetivo de que o maior número possível de pessoas, independente da idade, habilidade ou condição, possam usá-los (STORY; MUELLER; MACE, 1998).

Quanto à acessibilidade, foram desenvolvidas recomendações específicas para a acessibilidade na *web*, conhecido como *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), e que se tornou um padrão (HENRY, 2012) em 2012. A acessibilidade e o *design* universal são frequentemente associados à usabilidade, pois essas recomendações melhoram a experiência de todos, para diferentes situações, mesmo para aqueles que não possuem algum tipo de deficiência (W3C, 2016).

2.2 Métodos de avaliação da usabilidade

Sendo assim, há diversas características de um produto de *software* que influenciam na usabilidade do sistema, como a estética, estrutura do texto, funcionalidade e confiabilidade. Mas, pelo caráter subjetivo e qualitativo dessa métrica, garantir uma boa experiência com o produto requer testes e pesquisas com usuários para avaliar a facilidade de uso e a aceitabilidade do sistema. Além disso, no início do projeto de desenvolvimento de *software*, podem também ser empregadas diretrizes de usabilidade, os quais são padrões já conhecidos e testados que aumentam a chance de proporcionar uma boa experiência de usuário (BARBOSA; SILVA, 2010).

A princípio, os métodos de avaliação de usabilidade mais utilizados são os questionários, testes de usuários e a avaliação heurística, o que também é observado no caso de interfaces de dispositivos móveis (NUGROHO; SANTOSA; HARTANTO, 2022). Apesar disso, há outras técnicas interessantes, como o grupo focal, passo a passo cognitivo e ferramentas automatizadas de avaliação (PAZ; POW-SANG, 2015). Assim como também é possível e recomendado combinar diferentes métodos, para obter melhores resultados, como foi adotado por Rahmawati et al. (2022).

2.2.1 Questionários

O método de avaliação de usabilidade por questionários começa quando o pesquisador desenvolve um conjunto de perguntas que buscam verificar a facilidade de uso da interface e a satisfação dos usuários na interação. Esse é um método indicado ao ter em vista obter informações sobre um grupo maior de pessoas, não há muito tempo disponível para pesquisa e busca-se obter informações mais específicas (ROHRER, 2014). Em Iniguez-Carrillo et al. (2021), é feita uma revisão sistemática da literatura sobre diferentes trabalhos em que questionários são utilizados para avaliar a usabilidade em interfaces de voz (VUI), e como eles podem ser úteis para medir diferentes tipos de interações.

Um formato amplamente utilizado de questionários são as escalas numéricas de usabili-

dade, sendo que a mais famosa é a *System Usability Scale* (SUS), criada em 1986 por John Brooke. Essa escala consiste em 10 perguntas na qual o usuário deve responder de 1 a 5 o quanto concorda ou discorda de cada afirmação sobre sua experiência na interface (TEIXEIRA, 2015). É possível encontrar na literatura trabalhos bem recentes que utilizam esse método, ou uma combinação do SUS com outras avaliações (GUMASING et al., 2023; Hidayat; Nugroho et al., 2022).

2.2.2 Testes de usabilidade

Os testes de usuário, também conhecidos como testes de usabilidade, consistem em entrevistas com usuários reais, em que o entrevistador irá definir determinadas tarefas que o usuário deverá realizar na interface em desenvolvimento. Durante a entrevista, o pesquisador deverá observar a interação e ouvir a opinião e comentários do entrevistado (BASTIEN, 2010).

Esses testes podem ser remotos ou em pessoa, e qualitativo ou quantitativo, dependendo do tipo de informação que se encontrará. Testes de usabilidade tem como principais objetivos entender as preferências e comportamentos dos usuários, descobrir possíveis melhorias, assim como encontrar problemas na interface (MORAN, 2019).

Diferentemente dos questionários, na qual geralmente envolve uma pesquisa com uma grande quantidade de pessoas, para cada teste de usuário recomenda-se de três a cinco entrevistados, sendo que o ideal seria realizar três testes ao longo do desenvolvimento. Em um estudo realizado por Nielsen (2000), o autor demonstra a curva na qual problemas de usuário são encontrados e como entrevistar mais do que cinco usuários por teste pode ser um desperdício de recursos. Por outro lado, em Ranade (2019), é proposta uma alternativa na qual ao refinar a escolha dos usuários participantes do teste há um aumento na eficiência das entrevistas e uma redução na necessidade de realizar outras iterações de testes.

Para que um teste de usabilidade aconteça efetivamente, há algumas etapas que devem ser seguidas, como definir o perfil dos usuários e os objetivos do teste, recrutar participantes

que condizem com o perfil definido, elaborar tarefas bem descritas e conforme os objetivos, preparação do ambiente, entre outros. Com a preparação, são então feitas as entrevistas, na qual busca-se documentar e observar com detalhes a interação, ao final pode também ser pedido um questionário de satisfação. Enfim, serão analisados os dados e a recomendação do que deve ser alterado na interface (BARNUM, 2020; BASTIEN, 2010).

Na literatura, testes de usuário são utilizados nos mais diversos contextos de aplicações. Um exemplo de uso do método é encontrado em Lim (2022), com um teste de usabilidade remoto que analisa um programa de tradução baseado na *web*. Semelhantemente, em Adhy et al. (2018) os autores utilizam o método para analisar a usabilidade em um aplicativo Android para monitoramento do tempo.

2.2.3 Avaliação Heurística

Outro método para analisar a usabilidade de um produto de *software* é a avaliação heurística, que consiste em um pequeno grupo de examinadores que irão analisar individualmente a interface em detalhes e avaliar se o sistema concorda com heurísticas de usabilidade. Durante a avaliação, o examinador irá percorrer a interface, interagindo com os elementos e diálogos, em sessões de uma a duas horas, dependendo da interface (NIELSEN, 1995).

Heurísticas são estratégias simples para obter respostas ou resultados. Na área de Interação Humano-Computador, as heurísticas têm como função o direcionamento e avaliação da qualidade da usabilidade de um sistema. Dentre um dos conjuntos de heurísticas mais famosos, estão as Heurísticas de Nielsen e as oito regras de ouro (KRITSCH, 2022).

As heurísticas de Nielsen (NIELSEN, 2010) consistem em dez princípios para o *design* de interfaces de usuário. Essas heurísticas são amplamente utilizadas e conhecida, e serviram de base para o desenvolvimento de heurísticas mais específicas.

Em Eliseo, Casac e Gentil (2017), os autores buscam estudar a usabilidade de interfaces com conteúdo audiovisual. Para isso, é feita uma avaliação heurística em cinco sites populares, utilizando as dez heurísticas de Nielsen. Alguns problemas de usabilidade foram encon-

trados, em especial com a consistência e padronização, controle e liberdade para o usuário e compatibilidade entre o sistema e o mundo real. Como resultado, são apresentadas orientações de adaptação das heurísticas de Nielsen para interfaces com conteúdo audiovisual.

Em uma avaliação heurística, recomenda-se de 3 a 5 especialistas avaliando a interface, pois um indivíduo sozinho pode não conseguir encontrar todos os problemas de usabilidade. Após cada análise individual, os avaliadores devem se juntar para discutir os resultados e sugerir possíveis soluções (NIELSEN, 1995).

Embora a avaliação heurística seja um método bem estabelecido e efetivo, recomenda-se uma combinação com testes de usuários, pois estes conseguem encontrar problemas e necessidades específicas dos usuários (MAGUIRE; ISHERWOOD, 2018). Dessa forma, ambos testes podem ser vistos como complementares, em especial por atingir diferentes pontos de vista (PAZ et al., 2015).

Similarmente, dependendo dos objetivos e características da interface, é vantajoso combinar a avaliação com outros métodos. Em especial métodos quantitativos, obtendo então resultados mais completos e descobrindo mais erros de usabilidade, como em Wahyuningrum, Kartiko e Wardhana (2020) e Faradina et al. (2022).

2.3 Interfaces com conteúdo audiovisual

O uso e popularização do compartilhamento de vídeos na internet começou nos anos 1990, com o surgimento da compressão de vídeos e de diferentes formatos como MPEG e AVI. A partir disso, houve uma expansão da internet e do uso de vídeos, em especial com a criação do YouTube, no ano de 2005 (FERREIRA; FRANÇA, 2014). Hoje, com mais de dois bilhões de usuários, o YouTube é a maior plataforma de compartilhamento de vídeo do mundo. Todos os dias, cerca de 720.000 horas de vídeos são adicionados ao site (RUBY, 2023).

Segundo Schade (2014), pode-se dividir os vídeos online em duas categorias: entretenimento e informativo. Apesar de inicialmente o conteúdo audiovisual na internet tinha um objetivo mais de entretenimento, atualmente vídeos informativos são essenciais em diversos

contextos, em especial com o ensino online. De acordo com uma pesquisa feita por TechSmith (2021) acerca dos hábitos e preferências em vídeos informativos, cerca de 83% dos entrevistados preferem acessar conteúdo informativo por vídeo, do que por texto ou áudio.

Com relação aos vídeos científicos, que fazem parte dos vídeos informativos, observa-se também um aumento nos últimos anos, em especial pela facilitação da produção e compartilhamento de vídeos (ROSENTHAL, 2020). Eles podem ser encontrados em diversas plataformas e aplicativos, sejam elas mais gerais com diversos tipos de vídeos, como YouTube, ou mais específicas, que compartilham apenas vídeos científicos, como JoVE e Latest Thinking.

De forma mais específica, com relação à usabilidade em interfaces com conteúdo audiovisual, em Schade (2014) são apresentados princípios de usabilidade para conteúdo audiovisual, na qual é feita uma comparação de como algumas heurísticas de Nielsen podem ser utilizadas para vídeos. Esses princípios são apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Princípios usabilidade para conteúdo audiovisual

Princípio	Definição
Não dependa apenas do vídeo	Disponibilizar transcrições, informações em texto sobre o vídeo, resumo sobre o vídeo, etc.
Dê controle aos usuários	Usuários devem ser capazes de escolher o que e quando assistir, quando pausar, entre outros.
Mostrar aos usuários o que está por vir	O usuário deve saber sobre o que é o vídeo e o tempo de duração antes de começar a assistir.
Aproveitar cada segundo do vídeo	Evitar longas introduções, garantir que os vídeos sejam editados com qualidade.

Fonte: Adaptado de Schade (2014)

O projeto de aprimorar a experiência de usuário da plataforma “Europeana Media”, retrata também pontos de adaptação das interfaces para o conteúdo audiovisual. Dentre os pontos mais importantes, tem-se o uso de legenda, funcionalidade para fazer anotações e para montar listas de vídeos (PLANK et al., 2020). Ademais, na literatura é possível encontrar trabalhos que propõem novas funcionalidades para interfaces com vídeo, como o caso de Yang et al. (2022), que estuda como unidades de informações podem ajudar a melhorar a experiência do

usuário.

2.4 Trabalhos relacionados

Visando identificar e analisar a usabilidade em plataformas e aplicativos para dispositivos móveis com conteúdo audiovisual científico, foi feita uma avaliação dos trabalhos relacionados a partir de métricas estabelecidas. Primeiramente, foram selecionados cinco dentre 14 *websites* que mais se adequavam aos seguintes critérios: objetivo principal é compartilhar conteúdo audiovisual científico, os sites estão em português ou inglês e os vídeos são produzidos principalmente por pesquisadores. Semelhantemente, foram selecionados cinco aplicativos para smartphones conforme os critérios estabelecidos anteriormente. Para fins de comparação e melhor entendimento, foi feito um pequeno resumo de cada plataforma e aplicativo, explorando os diferentes tipos de vídeo exibidos, se eles passam por revisão por pares, gratuidade, áreas do conhecimento, etc.

2.4.1 Plataformas *web*

A plataforma **ScienceTalks** (disponível em <<https://www.sciencetalks-journal.com/>>), é um jornal científico na qual as publicações são no formato de vídeo. Esses vídeos podem ser revisões, sendo discussões sobre um tema com cerca de 30 minutos; tutoriais, os quais são palestras de 15 minutos em temas emergentes na ciência; e notícias, os quais são vídeos de 2 minutos que comunicam informações científicas inovadoras para uma ampla audiência. Nesta plataforma são aceitas diversas áreas do conhecimento e todos os vídeos passam pela revisão por pares e acompanham um manuscrito que inclui um resumo, lista de figuras, tabelas e referências apresentadas no vídeo, assim como a transcrição do vídeo. Além disso, caso necessário, Science Talks oferece uma transcrição do vídeo em inglês para todos os vídeos, com tradutores selecionados pelo jornal.

O jornal é de acesso livre e todos os vídeos publicados podem ser acessados gratuitamente.

No entanto, há uma taxa de publicação a ser paga pelos autores ou financiadores. Para publicar um vídeo, autores devem seguir as instruções e recomendações fornecidas no site, assim como utilizar os modelos de documento para o manuscrito e os slides.

O jornal de vídeo científicos **JoVE** (disponível em <<https://www.jove.com/>>), é uma plataforma criada em 2006 com o intuito de publicar pesquisas científicas em formato audiovisual. São aceitos dois tipos de vídeos; JoVE Research, que são vídeos filmados em instituições científicas, e JoVE Education, os quais são vídeos curtos de 1 a 12 minutos com objetivo de explicar conceitos complexos. O JoVE abrange em especial a área das ciências biológicas, e visa facilitar a reprodução e compreensão de técnicas e aspectos complexos que são características dessas áreas.

Os vídeos apresentados na plataforma devem passar pela revisão por pares e acompanham um manuscrito. Quanto à publicação de um vídeo, há uma taxa de publicação e para a criação do vídeo é possível utilizar o serviço de filmagem e edição do próprio JoVE ou pode ser feito pelo próprio autor, contanto que siga o padrão de qualidade exigido. A plataforma é paga, com planos especiais para pesquisadores e instituições de ensino, mas alguns vídeos são oferecidos em acesso aberto.

A **Scivpro** (disponível em <<https://scivpro.com/>>) é uma plataforma de conteúdo audiovisual científico lançada em 2018 com objetivo de apresentar vídeos de alta qualidade e editado profissionalmente. Os vídeos podem ser protocolos, que detalham técnicas e experimentos, ou revisões, sendo no formato de entrevistas com especialistas. As áreas aceitas são as ciências naturais e tecnologia. A plataforma é de acesso livre e os vídeos são também publicados no YouTube.

Os autores que desejam publicar na Scivpro podem fazê-lo com trabalhos já prontos, como artigos publicados, ou trabalhos novos, e o processo de revisão dos vídeos acomoda cada caso. O serviço de publicação é pago e inclui a filmagem e edição dos vídeos, na qual pode ser feita pelos autores, a depender de seus recursos disponíveis para a produção.

Já a **Latest Thinking** (disponível em <<https://lt.org>>) é uma plataforma para a comu-

nicação científica, buscando vídeos de qualidade excelente e acessíveis a todos. Os vídeos possuem cerca de 10 minutos, e apresentam o tema e pesquisa a cerca de um trabalho já publicado, que podem ser de todas as áreas do conhecimento. O conteúdo é publicado como acesso aberto, contudo os vídeos em si não passam pela revisão por pares.

O processo de publicação é pago pelo autor ou instituição financiadora e envolve um aplicativo que é uma ferramenta de produção de vídeo que ajuda a garantir a qualidade das publicações. Além disso, também é oferecida uma mentoria com jornalistas científicos.

Por fim, a **STEMcognito** (disponível em <<https://stemcognito.org/>>), fundada em 2021, possui um foco em compartilhar vídeos científicos das áreas de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). A plataforma abrange uma grande variedade de tipos de vídeos, como *Webinars*, entrevistas, e palestras. Os vídeos são verificados por especialistas da área, mas não passam por um processo de revisão por pares, e o acesso aos vídeos é livre.

A publicação de vídeos é gratuita para autores dos setores de educação e organizações sem fins lucrativos. Além das publicações, autores podem também participar de entrevistas organizadas pela própria STEMcognito.

2.4.2 Aplicativos para dispositivos móveis

O aplicativo **Wonder Science** (disponível na Apple Store e na Play Store) é um serviço de streaming com o foco de compartilhar vídeos sobre ciência com grande qualidade artística. O acesso está disponível em sistemas Android e iOS, assim como por navegadores *web*. Apesar do serviço ser pago, alguns vídeos selecionados estão disponíveis gratuitamente, além de que é possível fazer um teste de 7 dias sem custos. Dentre os vídeos exibidos, há uma grande variedade de vídeos nas áreas STEM, entrevistas com cientistas e engenheiros e divulgação de pesquisas inovadoras.

TED (disponível na Apple Store e na Play Store), abreviação de Tecnologia, Entretenimento e *design*, é um aplicativo que compartilha vídeos de apresentações ao redor do mundo dos eventos e conferências da organização. A organização é reconhecida internacionalmente

e seus vídeos são divulgados também em outros meios, como o *website* e redes sociais. Os vídeos possuem um máximo de 18 minutos sobre qualquer tópico, desde que exponha novas ideias apoiadas por evidências concretas e relevantes para um público internacional amplo. Todo o conteúdo é gratuito e abrange diversos temas dentro e fora da ciência.

O aplicativo **Scishow** (disponível apenas na Play Store) surgiu a partir de um canal no YouTube fundado em 2012 com mesmo nome, e consiste em apresentações que abordam diversos assuntos científicos. Atualmente, o aplicativo está disponível apenas para Android e no YouTube, de forma totalmente gratuita, além de possuir suporte para mais de 15 línguas diferentes.

NewScientist (disponível na Apple Store e na Play Store) é uma revista científica semanal que possui um aplicativo com objetivo de compartilhar suas notícias. Apesar do foco não ser o compartilhamento de conteúdo audiovisual, a aplicação possui uma categoria especial apenas para vídeos, áudios e podcasts. É possível acessar o conteúdo também por navegadores *web* gratuitamente, contudo, parte do conteúdo é disponível apenas para aqueles que assinarem a revista.

O aplicativo **Nasa** (disponível na Apple Store e na Play Store) fornece notícias e conteúdo informativo sobre a agência. Nele é possível acessar imagens, notícias recentes, além de diversos tipos de vídeos, como reportagens, vídeos explicativos e vídeos do espaço. Além de estar disponível para Android e iOS, o conteúdo pode ser acessado também na *web*.

2.5 Considerações Finais

Com isso, foi possível observar que a proposição de plataformas e aplicativos que exibem conteúdo audiovisual de cunho científico é relevante na atualidade. Durante a busca por trabalhos semelhantes, verificou-se que projetos de plataformas *web* são mais comumente propostos do que aplicativos, quando se trata de compartilhar vídeos científicos.

Em síntese, cabe salientar a importância da usabilidade para o sucesso de um produto de *software*, bem como a necessidade de realizar testes para avaliar essa usabilidade. A partir

disso, torna-se relevante avaliar as plataformas *web* e aplicativos apresentados de acordo com métricas definidas, especificamente, por exibirem conteúdo audiovisual de cunho científico.

Os capítulos subsequentes abordam tais pontos em mais detalhes.

Capítulo 3

Métricas de usabilidade

Neste capítulo são abordadas as métricas de usabilidade para plataformas *web* e aplicativos de conteúdo audiovisual científicos tomando como referência três medidas valorizadas na literatura, a saber: efetividade, eficiência e satisfação do usuário.

3.1 Métricas de usabilidade para plataformas *web*

As métricas apresentadas a seguir foram obtidas a partir da análise de diferentes trabalhos disponíveis na literatura, com adaptações conforme necessário.

- **Conhecimento do estado do sistema — M01:** É necessário apresentar ao usuário a situação atual da interação, o seu posicionamento no sistema e como voltar a interações anteriores, assim como indicar quando o sistema precisa de tempo para executar alguma operação relevante. Isso permite que o usuário saiba se está seguindo corretamente em direção ao seu objetivo e que tome decisões mais conscientemente. Essa métrica está relacionada à efetividade e eficiência, ao influenciar na conclusão e tempo de execução das tarefas (HARLEY, 2018; IFRS, 2019);
- **Linguagem familiar — M02:** Utilizar linguagem familiar em textos, ícones, gráficos, entre outros. Os usuários devem entender o significado de palavras e textos facilmente,

linguagem técnica e gírias devem ser evitadas. É importante que os ícones tenham significado e similaridade com símbolos e representações do mundo real. Assim, buscase facilitar o reconhecimento e aprendizagem de como utilizar a interface. Por afetar o conforto da interação, essa métrica está associada com a satisfação do usuário (KALEY, 2018);

- **Informação é apresentada de forma lógica e natural — M03:** Deve-se seguir uma sequência lógica na organização das informações da interface, de forma que o usuário possa navegar intuitivamente. Isso facilita a compreensão do sistema e a busca por recursos necessários. Para essa métrica, as medidas de efetividade e satisfação são mais relevantes (KALEY, 2018);
- **Compatibilidade com outros dispositivos — M04:** Diferentes dispositivos são utilizados para acessar o conteúdo da *web* e esse acesso deve ocorrer sem perda de conteúdo e funcionalidade. Dessa forma, a interface deve ser responsiva. Por influenciar diretamente na capacidade de utilizar o sistema, essa métrica relaciona-se à efetividade (ELISEO; CASAC; GENTIL, 2017);
- **Suporte a “desfazer” e mostrar como sair de uma interação — M05:** Usuários cometem erros e a opção de “desfazer” uma ação aumenta a liberdade do usuário e o seu controle sobre suas ações. Além disso, ele deve conseguir sair de uma interação facilmente e sem retrabalho. Como afeta o tempo e conclusão de uma tarefa e pode evitar ações desnecessárias, essa métrica pertence à efetividade e eficiência (ROSALA, 2020);
- **Links com propósito — M06:** Links devem ser fáceis de reconhecer, com texto claro e seu propósito deve ser definido pelo texto ou contexto. Isso evita que o usuário acesse links e conteúdo fora de seu objetivo. Sendo assim, a medida mais relevante é a eficiência (IFRS, 2019; KRAUSE, 2021);
- **Consistência nos ícones e botões — M07:** Ícones e botões devem ser consistentes em

todo o sistema, para fácil reconhecimento pelo usuário. Dessa forma, satisfação mais se encaixa com essa métrica (KRAUSE, 2021);

- **Consistência entre as páginas — M08:** As páginas devem seguir um padrão consistente e de fácil reconhecimento, permitindo uma navegação mais simples e intuitiva. Essa métrica influencia na satisfação da interação (KRAUSE, 2021);
- **Mensagens de aviso — M09:** Deve-se apresentar mensagens de aviso visuais em interações mais importantes, especialmente quando não é possível desfazer a ação. Assim, essas mensagens de aviso ajudam a evitar erros e ações indesejadas. As medidas de efetividade e eficiência melhor se relacionam com esta métrica (LAUBHEIMER, 2015);
- **Ajuda em contexto — M10:** Ao fornecer ajuda, buscar oferecer segundo a funcionalidade, página ou conteúdo sendo acessado, ao invés de longos tutoriais. Para caso de perguntas frequentes, separar em áreas intuitivamente. Isso facilita que os usuários encontrem o apoio necessário. Essa métrica influencia na eficiência (BUDIU, 2014);
- **Pesquisa — M11:** Oferecer formas de pesquisar na plataforma, como campos de pesquisa. Isso facilita a navegação pelo sistema e economiza tempo e interações. Por afetar diretamente a execução dos objetivos, essa métrica está associada à efetividade e eficiência (ELISEO; CASAC; GENTIL, 2017);
- **Interface foca no essencial — M12:** Evitar informações desnecessárias, o conteúdo não essencial ao usuário pode poluir a interface e trazer uma experiência desagradável. Assim, essa métrica influencia na satisfação (NIELSEN, 2010);
- **Espaço em branco — M13:** A interface deve ser desenvolvida pensando na disposição dos elementos e garantindo espaços em branco. Pois, estes permitem clareza e melhor experiência visual para o usuário ao oferecer espaços de respiro. Dessa forma, satisfação melhor se encaixa com essa métrica (FESSENDEN, 2021);

- **Uso de princípios de *design* — M14:** O uso de princípios como escala, hierarquia, equilíbrio e contraste permitem guiar de forma mais intencional a atenção do usuário. Assim, essa métrica afeta diretamente a satisfação do usuário (GORDON, 2020);
- **Erros são apresentados em linguagem natural e seguindo padrões — M15:** Deve-se apresentar mensagens simples e diretas, que explique o problema e como evitá-lo. Além disso, deve-se buscar utilizar padrões já estabelecidos ao exibir mensagens de erro, como texto em vermelho, símbolo de atenção, entre outros. Assim, essa métrica afeta diretamente a eficiência e satisfação do usuário (NIELSEN, 2010);
- **Legenda e/ou transcrição de vídeos e áudio disponível — M16:** Fornecer legendas e transcrições para vídeos permitem que usuários com diversas necessidades e situações acessem o conteúdo. Essa métrica afeta a eficiência e satisfação do usuário (SCHADE, 2014; IFRS, 2019);
- **Tempo de resposta — M17:** O tempo de resposta para início do conteúdo não deve ser longo por poder levar à desistência do usuário. Assim, essa métrica afeta a eficiência e satisfação da interação (SCHADE, 2014);
- **Informações sobre os vídeos — M18:** Apresentar informações relevantes sobre o vídeo como resumo, autores e palavras-chave. Isso ajuda o usuário a tomar decisões e obter as informações facilmente. Título do conteúdo deve ser o mais conciso com o tema possível para evitar equívocos. Essa métrica influencia na satisfação do usuário (ELISEO; CASAC; GENTIL, 2017);
- **Controle do vídeo — M19:** O usuário deve ter controle sobre a execução do conteúdo, quando ele começa, pausa, volume, entre outros. Como afeta a confiança do usuário na plataforma, essa métrica está relacionada com a eficiência e satisfação (ELISEO; CASAC; GENTIL, 2017; SCHADE, 2014);
- **O que e quando assistir — M20:** O usuário deve ter a opção de escolher o que quer

assistir e em que momento. Assim, a eficiência e satisfação melhor se relacionam com essa métrica (ELISEO; CASAC; GENTIL, 2017);

- **Ícones de controle de vídeo já conhecidos — M21:** Utilizar ícones já conhecidos para controle de vídeo facilita a interação do usuário. Isso influencia a satisfação do usuário (ELISEO; CASAC; GENTIL, 2017);
- **Ação pós-vídeo é adequada — M22:** Com o término de um vídeo a ação pós-vídeo deve ser adequada, evitando a execução automática de novos vídeos ou recomendação de conteúdo não relacionado. Essa métrica afeta a satisfação do usuário (SCHADE, 2014);
- **Alternativa em texto para conteúdo não textual — M23:** Conteúdo não textual, como imagens, vídeos e gráficos, deve ser fornecido em texto, considerando leitores de tela e problemas para carregar completamente o conteúdo. Por afetar o acesso ao conteúdo, satisfação melhor se relaciona com essa métrica (SCHADE, 2014; IFRS, 2019; CHIUCHI et al., 2011);
- **Uso correto de cores — M24:** Deve-se considerar a acessibilidade do conteúdo exibido, em especial com o uso de cores. Cores não devem ser o único método para mostrar um conteúdo ou elemento. Essa métrica afeta a satisfação dos usuários com a interface (IFRS, 2019);
- **Capacidade de redimensionar — M25:** Deve ser possível redimensionar textos em até 200% sem perda de funcionalidade ou conteúdo, pois muitos usuários possuem a necessidade de ampliar o conteúdo por conta de visão limitada. Por isso, essa métrica influencia na satisfação do usuário (IFRS, 2019).

3.2 Métricas de usabilidade para aplicativos de dispositivos móveis

No geral, as métricas enunciadas na seção anterior também são aplicáveis para aplicativos. Entretanto, no caso específico de aplicativos para dispositivos móveis, algumas métricas tem particular relevância nas medidas de usabilidade. Além disso, dentre as 25 métricas anteriores, três delas são diferentes em aplicativos para dispositivos móveis, e para diferenciação, são numeradas como MM, como apresentadas a seguir:

- **Desempenho de transmissão do vídeo — MM04:** No contexto de aplicativos para dispositivos móveis, há uma maior preocupação com a transmissão dos vídeos, pois a conexão com a internet é instável. Se a transmissão não for boa, o vídeo demorará para iniciar e travar, afetando a experiência do usuário. Nesse sentido, essa métrica influencia na eficiência e na satisfação do sistema (HUSSAIN; MKPOJIOGU; KAMAL, 2016).
- **Tamanhos adequados — MM06:** Dispositivos móveis possuem a característica de a interação acontecer por toque. Além disso, as telas dessas ferramentas tem tamanhos menores, o que faz com que o tamanho dos elementos da interface possuem um impacto bem maior na usabilidade. Botões devem possuir tamanho e espaçamento suficiente para a interação sem exigir muito esforço dos usuários, textos e imagens devem estar legíveis e com formatação adequada. A medida de satisfação melhor se relaciona com esta métrica (BUDIU, 2015).
- **Ajustar qualidade do vídeo — MM25:** Como dispositivos móveis possuem uma limitação maior quanto à conectividade, é necessário permitir aos usuários adaptar a qualidade de um vídeo para que ainda consiga assistir, mesmo com baixa conexão. Essa métrica afeta a eficiência da interação (HUSSAIN; MKPOJIOGU; KAMAL, 2016).

3.3 Prioridade para as métricas de usabilidade

Visando direcionar o desenvolvimento e aprimorar as interfaces quanto as métricas de usabilidade, foram estabelecidas prioridades consoante a gravidade dos problemas encontrados para a experiência do usuário. As prioridades foram divididas em três categorias: alta, média e baixa, de acordo com a importância e a quantidade de medidas de usabilidade que afetam a métrica. Considerou-se que a efetividade possui um maior impacto, seguido da eficiência e por fim satisfação, conforme apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Correspondência entre prioridades e medidas de usabilidade

Prioridade	Medidas de usabilidade
Alta	Efetividade e eficiência; Efetividade e satisfação.
Média	Efetividade; Eficiência e satisfação.
Baixa	Eficiência; Satisfação.

Fonte: Elaborado pelo autor

Métricas de alta prioridade quando não atendidas indicam problemas críticos, os quais podem impedir ou prejudicar significativamente a interação, gerando grande descontentamento ou desistência do usuário. Em um cenário de desenvolvimento de novas interfaces, essas métricas devem receber maior atenção. Na Tabela 3.2 são apresentadas as métricas de alta prioridade e as medidas de usabilidade associadas.

Tabela 3.2: Correspondência entre medidas e métricas de alta prioridade

Medidas de usabilidade	Métrica
Efetividade e satisfação	Informação é apresentada de forma lógica e natural - M03
Efetividade e eficiência	Conhecimento do estado do sistema - M01
Efetividade e eficiência	Suporte a “desfazer” e mostrar como sair de uma interação - M05
Efetividade e eficiência	Mensagens de aviso - M09
Efetividade e eficiência	Pesquisa - M11

Fonte: Elaborado pelo autor

Com relação às métricas de média prioridade, tem-se que os problemas ao não atende-

las trazem dificuldades e frustração para os usuários, mas sem impedir que ele conclua seus objetivos, ou seja, não são pontos críticos para se corrigir, embora afetem a interação. As métricas de média prioridade são expostas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Correspondência entre medidas e métricas de media prioridade

Medida de usabilidade	Métrica
Efetividade	Compatibilidade com outros dispositivos - M04 (Web)
Eficiência e satisfação	Desempenho de transmissão de vídeo - MM04 (App)
Eficiência e satisfação	Erros são apresentados em linguagem natural e seguindo padrões - M15
Eficiência e satisfação	Legenda e/ou transcrição de vídeos e áudio disponível - M16
Eficiência e satisfação	Tempo de resposta - M17
Eficiência e satisfação	Controle do vídeo - M19
Eficiência e satisfação	O que e quando assistir - M20
Eficiência e satisfação	Alternativa em texto - M23

Fonte: Elaborado pelo autor

Quanto às métricas de baixa prioridade, apesar de serem encontrados problemas, o usuário conclui seu objetivo com poucas adversidades e frustrações. A Tabela 3.4 apresenta as métricas de baixa prioridade.

Como pensado, o conteúdo das Tabelas 3.2 a 3.4 promove uma visão estruturada dos requisitos necessários para elaboração da interface com enfoque na usabilidade.

3.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi proposta uma lista de métricas de usabilidade para plataformas *web* e aplicativo para dispositivos móveis com conteúdo audiovisual científico, descrevendo como cada métrica pode afetar a usabilidade da interface. Ademais, foram estabelecidos três níveis de prioridade para melhor caracterizar as métricas identificadas e sua relação com as medidas de usabilidade, seguindo trabalhos relacionados. As tabelas que sumarizam esse conteúdo contribuem para direcionar uma proposição de interface de plataformas *web* ou aplicativos com foco na usabilidade, proporcionando um olhar mais crítico sobre essa característica de qualidade tão relevante.

Tabela 3.4: Correspondência entre medidas e métricas de baixa prioridade

Medida de usabilidade	Métrica
Satisfação	Linguagem familiar - M02
Satisfação	Tamanhos adequados - MM06 (App)
Satisfação	Consistência nos ícones e botões - M07
Satisfação	Consistência entre as páginas - M08
Satisfação	Interface foca no essencial - M12
Satisfação	Espaço em branco - M13
Satisfação	Uso de princípios de <i>design</i> - M14
Satisfação	Informações sobre os vídeos - M18
Satisfação	Ícones de controle de vídeo já conhecidos - M21
Satisfação	Ação pós vídeo é adequada - M22
Satisfação	Uso correto de cores - M24
Satisfação	Capacidade de redimensionar - M25 (Web)
Eficiência	Links com propósito -M06 (Web)
Eficiência	Ajuda em contexto - M10
Eficiência	Ajustar qualidade do vídeo - MM25 (App)

Fonte: Elaborado pelo autor

No capítulo seguinte, as prioridades aqui estabelecidas são utilizadas para analisar a adequação das interfaces conforme a gravidade dos problemas de usabilidade encontrados. Para tal, é utilizada uma escala de ponderação referente a cada prioridade. Assim, numa abordagem prática do conteúdo exposto até aqui, no capítulo 4 é descrita uma avaliação empírica das plataformas *web* e dos aplicativos e os resultados são discutidos.

Capítulo 4

Avaliação dos trabalhos relacionados

Neste capítulo é apresentada a avaliação das plataformas *web* e aplicativos para dispositivos móveis considerados nos trabalhos relacionados quanto ao grau de adequação às métricas e medidas de usabilidade apresentadas no capítulo anterior. O grau de adequação foi avaliado mediante uma proposta de ponderação das métricas com intuito de auxiliar na obtenção de uma visão mais estruturada sobre o desempenho das plataformas e aplicativos voltados à comunicação científica por meio de video-artigos.

4.1 Processo de avaliação

O processo de avaliação das plataformas e aplicativos baseou-se numa avaliação heurística, semelhantemente a Eliseo, Casac e Gentil (2017), mas com as métricas definidas como referência. Foi necessário desenvolver um passo a passo de tarefas a serem realizadas igualmente em todas as plataformas e de forma análoga para os aplicativos de dispositivos móveis.

Para a classificação, utilizou-se uma escala de adequação semelhante à empregada por Chiuchi (2011), a saber: a métrica é atendida completamente (Verde), parcialmente (Amarelo), ou não é atendida (Vermelho). Para casos em que a métrica não foi possível avaliar, considerou-se não aplicável (NA).

4.1.1 Avaliação das plataformas *web*

A avaliação das plataformas tornou-se possível acessando os endereços *web* de cada sistema no navegador Chrome, sem a necessidade de fazer o *download* de recursos adicionais. Os passos do procedimento adotado na avaliação seguiram uma ordem padronizada e cada métrica foi avaliada seguindo a escala de adequação referida anteriormente. Em caso das informações insuficientes, retornou-se para o elemento específico.

Procedimento de avaliação das plataformas *web*:

1. Navegar pelas diferentes categorias e opções da barra de navegação ou menu;
2. Navegar entre as sessões e telas disponíveis;
3. Encontrar um vídeo, assistir com legenda e ler informações sobre o vídeo;
4. Pesquisar "Physics" na barra de pesquisa;
5. Usar um caminho não existente na url para analisar mensagens de erro;
6. Se presente, tentar fazer login com informações incorretas;
7. Analisar o código a partir do modo desenvolvedor.

Para fins de simplificação, siglas foram atribuídas quando necessário para identificar cada plataforma considerada na avaliação, conforme identificado abaixo.

- ScienceTalks: ST;
- JoVE: JoVE;
- Scivpro: Scivpro;
- Latest Thinking: LT;
- STEMcognito: STEM.

Resultados da adequação das plataformas *web*

Os resultados referentes a avaliação empírica realizada foram organizados em tabelas fazendo correspondências entre cada métrica e sua adequação na plataforma para facilitar a leitura. Tabelas foram elaboradas conforme as prioridades estabelecidas no Capítulo 3 e estão expostas a seguir (Tabelas 4.1 a 4.3).

Verifica-se que dentre as métricas de alta prioridade as plataformas Scivpro e STEMcognito apresentaram deficiência na métrica M11 (Pesquisa), apesar da grande importância dos mecanismos de pesquisa em sistemas com bibliotecas de vídeos.

Tabela 4.1: Avaliação das métricas de alta prioridade nas plataformas *web*

Métricas	ST	JoVE	Scivpro	LT	STEM
Conhecimento do estado do sistema - M01					
Informação é apresentada de forma lógica e natural - M03					
Suporte a "desfazer" e mostrar como sair de uma interação - M05			NA		
Mensagens de aviso - M09				NA	
Pesquisa - M11					

Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre as métricas de média prioridade, destacam-se M16 (Legenda e/ou transcrição) e M23 (Alternativa em texto), que apresentaram problemas em pelo menos quatro das cinco plataformas.

Com relação às métricas de baixa prioridade, a métrica M10 (Ajuda em contexto) se destaca por não ser completamente atendida por nenhuma das plataformas. As plataformas ScienceTalks e STEMcognito não atenderam completamente a métrica M08 (Consistência entre páginas), enquanto Scivpro e STEMcognito não atenderam completamente a M14 (Uso de princípios de *design*). Isso é um indicativo de que há necessidade de uma maior atenção quanto ao *design* dessas interfaces.

Da análise realizada com uso das plataformas, percebeu-se que as métricas diretamente relacionadas com os vídeos, independente da categoria de prioridade, foram completamente

Tabela 4.2: Avaliação das métricas de media prioridade nas plataformas *web*

Métricas	ST	JoVE	Scivpro	LT	STEM
Compatibilidade com outros dispositivos - M04	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Erros são apresentados em linguagem natural e seguindo padrões - M15	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo
Legenda e/ou transcrição - M16	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Verde
Tempo de resposta - M17	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Controle do vídeo - M19	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
O que e quando assistir - M20	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Alternativa em texto - M23	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Verde

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4.3: Avaliação das métricas de baixa prioridade nas plataformas *web*

Métricas	ST	JoVE	Scivpro	LT	STEM
Linguagem familiar - M02	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Links com propósito - M06	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Consistência nos ícones e botões - M07	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Consistência entre as páginas - M08	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Amarelo
Ajuda em contexto - M10	Verde	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Amarelo
Interface foca no essencial - M12	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo
Espaço em branco - M13	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo
Uso de princípios de <i>design</i> - M14	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Amarelo
Informações sobre os vídeos - M18	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Ícones de controle de vídeo já conhecidos - M21	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Ação pós vídeo adequada - M22	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Uso correto de cores - M24	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Capacidade de redimensionar - M25	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo

Fonte: Elaborado pelo autor

atendidas por todas as plataformas. São elas: M17 (Tempo de resposta), M18 (Informações sobre os vídeos), M19 (Controle do vídeo), M20 (O que e quando assistir), M21 (Ícones de controle de vídeo já conhecidos) e M22 (Ação pós-vídeo adequada), as quais destacam o interesse em garantir uma interação de qualidade com o conteúdo em vídeo fornecido por

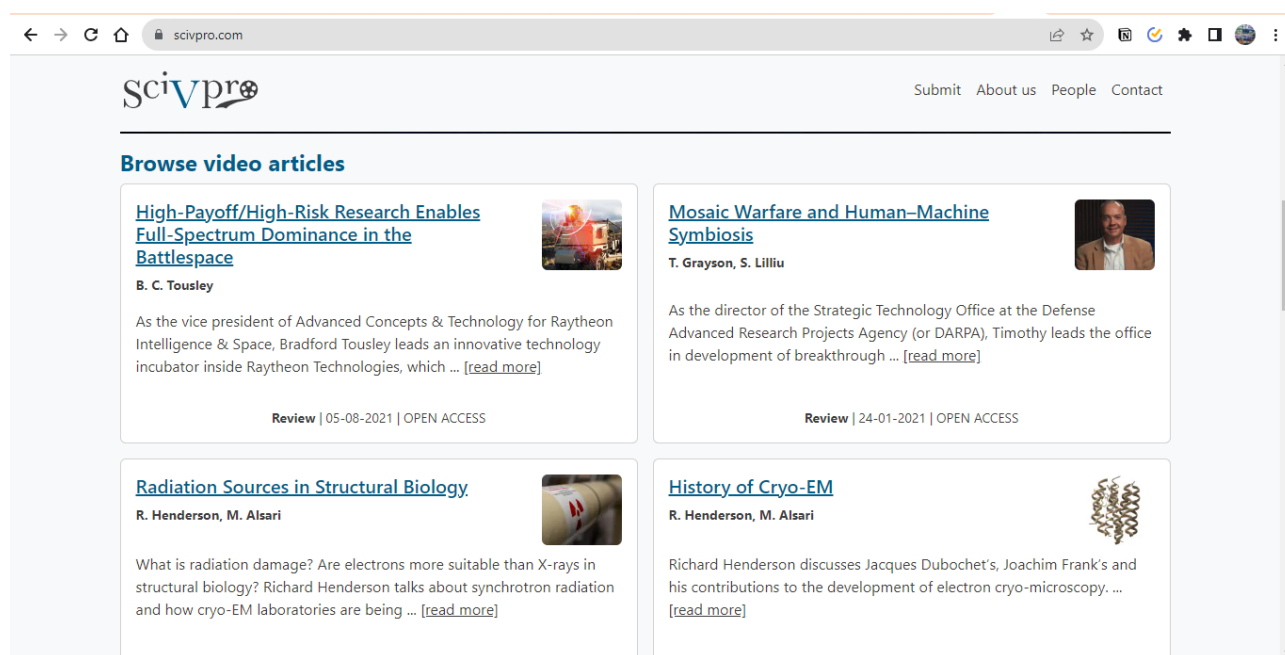
essas plataformas. A seguir, são descritas as análises de cada interface especificamente.

O jornal de vídeos científicos **ScienceTalks** possui uma grande variedade de temas e vídeos, separados em publicações. O site possui uma interface fácil de usar e entender, com informações completas sobre os vídeos e um mecanismo de pesquisa com sugestões, opções de filtro e pesquisas avançadas. Durante a avaliação observou-se uma falta de consistência entre as páginas, com o uso de formatações e fontes muito diferentes entre elas. Além disso, quanto à ajuda em contexto (M10), apesar de estar disponível um link para buscar suporte, esse link leva para um site diferente e com tópicos não relevantes, o que pode gerar confusão nos usuários.

JoVE é uma das plataformas com vídeos científicos mais conhecidos, com acordos de acesso aos vídeos com universidades e instituições do mundo inteiro. Os vídeos apresentados são de alta qualidade e, como um diferencial, o site possui uma seção para o ensino de diversas disciplinas. Semelhantemente às outras plataformas, a ajuda em contexto (M10) não foi atendida por completo, há uma seção de perguntas e respostas (FAQ), mas é incompleta. Outro ponto observado é com relação às legendas e/ou transcrição dos vídeos (M16), que estão disponíveis para apenas alguns vídeos.

A plataforma **Scivpro** possui vídeos de alta qualidade, editados por profissionais da área cinematográfica e seus vídeos são de acesso aberto. Sua interface é simples e com todas as informações necessárias para publicar novos vídeos. Contudo, o arquivo de vídeos ainda é pequeno e não há um sistema de pesquisa, como mostra a Figura 4.1. Os principais pontos de melhora observados foram a falta de contraste entre o texto e o fundo, o que pode dificultar a leitura. As legendas, geradas automaticamente pelo sistema do YouTube, também carecem de melhoria, pois não funcionam adequadamente.

Latest Thinking possui uma interface intuitiva e fácil de usar. A qualidade e o tipo de vídeos varia dependendo do autor. Observou-se que a métrica M1 (Conhecimento do estado do sistema) foi atendida parcialmente, principalmente por conta do título das páginas, que na maioria das vezes era vago ou não existente. Semelhantemente, apesar de possuir uma

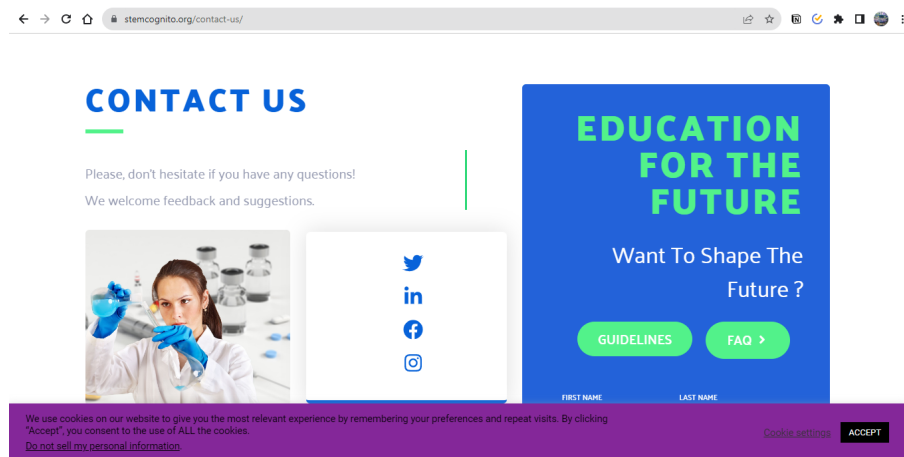
Figura 4.1: *design* da interface da plataforma Scivpro com problemas identificados

Fonte: plataforma Scivpro

alternativa em texto para o conteúdo não textual, ele não é informativo e não seria útil para o caso de leitores de tela.

A plataforma **STEMcognito**, que foca apenas nas áreas das ciências exatas e tecnologia, é bem completa e apresenta diversas iniciativas além dos vídeos científicos. Todas as informações necessárias para a publicação de vídeos estão acessíveis e de fácil compreensão. Durante a avaliação da interface, perceberam-se pontos de melhora, principalmente com o *design*. Há uma falta de consistência entre as páginas, excesso de elementos desnecessários, pouco espaço em branco e proporção dos elementos inadequada, como observado na Figura 4.2. Além disso, apesar de um mecanismo de pesquisa estar presente, ele não funciona corretamente. Há mensagens de erro, contudo o texto não condiz com a situação do usuário.

Após a avaliação empírica, os dados resultantes foram analisados, em especial considerando as prioridades de cada métrica. A Tabela 4.4 apresenta o cálculo das métricas, na qual se multiplica a quantidade de métricas não atendidas ou parcialmente atendidas pelo respectivo peso das prioridades. Na linha referente a pontuação total está explícita a soma ponderada re-

Figura 4.2: *design* da interface da plataforma STEMcognito com problema identificado

Fonte: plataforma STEMcognito

ferente aos problemas de usabilidade encontrados. Como observação, tem-se que os casos em que não foi possível analisar uma métrica (Não Aplicável), sua contagem é desconsiderada. Dessa forma, cabe o destaque positivo para a plataforma JoVE com a interface mais adequada, com pontuação total de 7 e o destaque negativo para a plataforma STEMcognito como aquela que mais apresentou problemas de usabilidade na avaliação realizada. Importante aqui ressaltar que quanto menor a pontuação total mais adequada é a interface.

4.1.2 Avaliação dos aplicativos para dispositivos móveis

A avaliação dos aplicativos para dispositivos móveis foi feita em um smartphone LG-K52 com sistema Android, na qual todos os aplicativos foram instalados a partir da Play Store. Procedimento análogo ao empregado para as plataformas *web* foi adotado nessa situação, a saber:

1. Abrir o aplicativo com sucesso;
2. Navegar entre as sessões e telas disponíveis;
3. Encontrar um vídeo, assistir com legenda e ler informações do vídeo;
4. Pesquisar "Physics" na barra de pesquisa;

Tabela 4.4: Comparação entre as métricas não atendidas em cada plataforma e as prioridades

Prioridade (peso)	ST	JoVE	Scivpro	LT	STEM
Alta					
Não atendida (6)	0	0	1	0	0
Parcialmente atendida (5)	0	0	0	1	1
Média					
Não atendida (4)	1	1	1	1	0
Parcialmente atendida (3)	1	1	1	1	2
Baixa					
Não atendida (2)	0	0	1	1	0
Parcialmente atendida (1)	2	1	1	0	6
Pontuação total	9	7	16	14	17

Fonte: Elaborado pelo autor

5. Tentar fazer login com informações incorretas, se possível;
6. Usar o *Google accessibility screen reader* para analisar as alternativas a imagens e ícones.

Para simplificação, foram criadas abreviações para os aplicativos melhor exibição na tabela:

- WonderScience: WS;
- TED: TED;
- SciShow: SS;
- NewScientist: NS;
- NASA: NASA.

Resultados da adequação dos aplicativos para dispositivos móveis

Diferentemente das plataformas *web*, os aplicativos para dispositivos móveis apresentaram uma maior quantidade de métricas que não são atendidas completamente. Novamente, as métricas M10 (Ajuda em contexto), M16 (Legenda e/ou transcrição) e M23 (Alternativa em texto) estiveram presentes entre as métricas menos atendidas.

Dentre as métricas de alta prioridade, observa-se que os aplicativos SciShow e NewScientist não atenderam a métrica M11 (Pesquisa), apesar de sua importância para a busca dos vídeos. Além disso, o aplicativo SciShow se destaca por atender completamente apenas uma das cinco métricas de alta prioridade, afetando significativamente o uso da interface.

Tabela 4.5: Avaliação das métricas de alta prioridade nos aplicativos para dispositivos móveis

Métricas	WS	TED	SS	NS	NASA
Conhecimento do estado do sistema - M01					
Informação é apresentada de forma lógica e natural - M03					
Suporte a "desfazer" e mostrar como sair de uma interação - M05					
Mensagens de aviso - M09	NA			NA	
Pesquisa - M11					

Fonte: Elaborado pelo autor

No mesmo sentido, outras métricas destacam-se quanto aos problemas encontrados, como a métrica M19 (Controle do vídeo) não atendida completamente pelos aplicativos WonderScience, SciShow e NASA e MM25 (Ajustar qualidade do vídeo) nos aplicativos TED, SciShow e NASA. Por outro lado, as métricas M17 (Tempo de resposta), M21 (Ícones de controle de vídeo já conhecidos) e M24 (Uso correto de cores) se destacam por atingir a totalidade de aplicativos que a atendem completamente.

O aplicativo **WonderScience** exibe vídeos sobre ciência de forma artística, na qual três estão disponíveis gratuitamente e o restante apenas com assinatura. Sua interface é simples e fácil de navegar, e é possível assistir aos vídeos sem dificuldades. Os principais pontos observados durante a avaliação foram que a métrica M19 (Controle do vídeo) é comprometida,

Tabela 4.6: Avaliação das métricas de media prioridade nos aplicativos para dispositivos móveis

Métricas	WS	TED	SS	NS	NASA
Desempenho de transmissão do vídeo - MM04					
Erros são apresentados em linguagem natural e seguindo padrões - M15					NA
Legenda e/ou transcrição - M16					
Tempo de resposta - M17					
Controle do vídeo - M19					
O que eu quando assistir - M20					
Alternativa em texto - M23					

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4.7: Avaliação das métricas de baixa prioridade nos aplicativos para dispositivos móveis

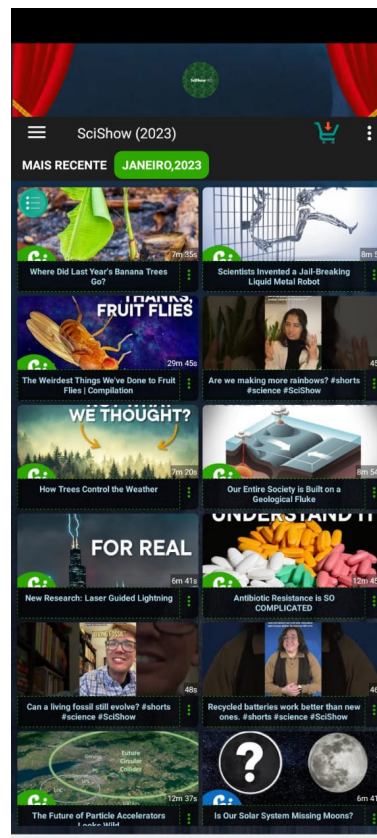
Métricas	WS	TED	SS	NS	NASA
Linguagem familiar - M02					
Tamanhos adequados - MM06					
Consistência nos ícones e botões - M07					
Consistência entre as páginas - M08					
Ajuda em contexto - M10					
Interface foca no essencial - M12					
Espaço em branco - M13					
Uso de princípios de <i>design</i> - M14					
Informações sobre os vídeos - M18					
Ícones de controle de vídeo já conhecidos - M21					
Ação pós vídeo adequada - M22					
Uso correto de cores - M24					
Ajustar qualidade do vídeo - MM25					

Fonte: Elaborado pelo autor

pois os vídeos se iniciam sozinhos, o que pode trazer inconveniências aos usuários; e que não há alternativa em texto para conteúdo não textual como ícones e imagens, impedindo o uso do aplicativo com leitores de tela.

O aplicativo **TED** possui um arquivo amplo de vídeos com apresentações e conferências em diversas temáticas, incluindo ciência. A interface é intuitiva e com uma navegação simples, permitindo que a maioria das pessoas possa utilizá-la sem problemas. Para este aplicativo, duas métricas não foram atendidas completamente. Primeiramente, a métrica M22 (Ação pós-vídeo é adequada) foi atingida parcialmente, pois a ação pós-vídeo do aplicativo é automaticamente iniciar um novo vídeo. Em segundo lugar, não é possível ajustar a qualidade dos vídeos, o que dependendo da conectividade com a internet do usuário, pode dificultar assistir aos vídeos.

Scishow é um aplicativo baseado em um canal do YouTube que compartilha vídeos científicos em diversas áreas. A interface do aplicativo apresenta diversos problemas, sendo confusa de navegar, não atendendo diversas das métricas de usabilidade. Dentre os principais problemas encontrados nesse aplicativo estão: informações desorganizadas, com ícones que não fazem sentido, menu não segue uma lógica e ausência de mecanismos para mudar de telas; *design* inapropriado, na qual há elementos muito grandes ou muito pequenos, que não condiz com interfaces para dispositivos móveis (vide Figura 4.3), e falta de consistência nas páginas e ícones; e dificuldade para assistir os vídeos, com ausência de informações sobre os vídeos, vídeos que começam sozinhos e não é possível alterar volume, velocidade ou qualquer outro elemento.

Figura 4.3: *design* da interface do aplicativo SciShow com problemas identificados

Fonte: aplicativo SciShow

O aplicativo **NewScientist** visa compartilhar notícias relacionadas a ciência, com uma seção específica para vídeos. A interface é simples e acessível, sem problemas para assistir os vídeos. Na avaliação, observou-se a falta de uma ajuda em contexto mais completa, apesar de possuir uma seção de perguntas e respostas. Assim como também, as legendas só estão disponíveis geradas automaticamente, que em vários casos não apresentam corretamente o que foi dito.

O aplicativo da **NASA** possui diversos dados sobre a agência aeroespacial, com uma parte apenas para vídeos científicos. A interface é simples e as informações são separadas organizadamente em categorias de conteúdo. O principal problema observado foi a indisponibilidade de muitos dos vídeos, que apesar de serem exibidos para assistir, ao acessar o vídeo ocorre um erro falando que o mesmo não está disponível. Além disso, os vídeos iniciam automatica-

mente e alguns redirecionam para o YouTube sem perguntar se o usuário gostaria de sair do aplicativo.

Por fim, foi analisado o cálculo dos problemas de usabilidade encontrados, assim como feito para as plataformas *web*. Os resultados são organizados na Tabela 4.8. Observa-se que o aplicativo SciShow obteve o resultado mais alto e significativo entre os aplicativos, em especial ao considerar que o valor máximo possível é 84. Em contraste, o aplicativo TED com 5 de pontuação total obteve o melhor resultado no comparativo, sendo que todos os problemas são de prioridade baixa. Isso revela que o aplicativo oferece uma experiência bem adequada ao usuário no tocante a interface.

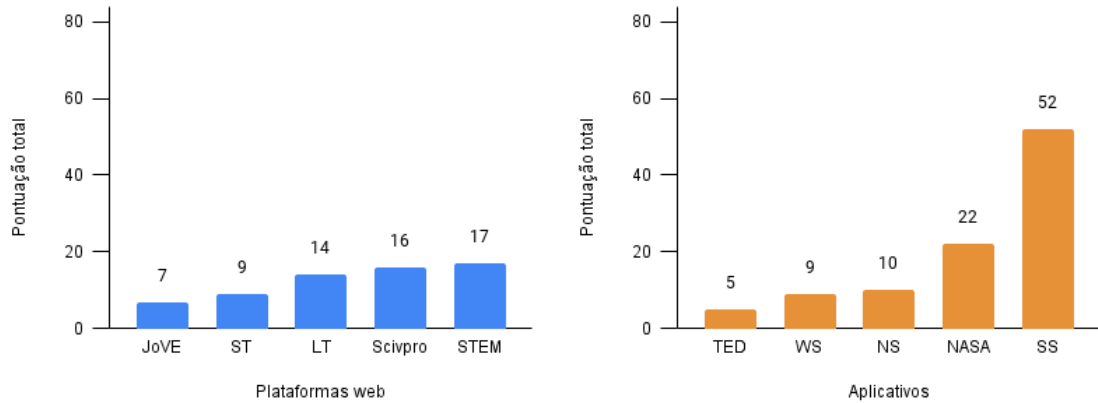
Tabela 4.8: Comparação entre as métricas não atendidas em cada aplicativo e as prioridades

Prioridade (Peso)	WS	TED	SS	NS	NASA
Alta					
Não atendida (6)	0	0	3	1	0
Parcialmente atendida (5)	0	0	2	0	0
Média					
Não atendida (4)	1	0	2	0	1
Parcialmente atendida (3)	1	0	1	1	4
Baixa					
Não atendida (2)	1	2	4	0	2
Parcialmente atendida (1)	0	1	5	1	2
Pontuação total	9	5	52	10	22

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 4.4, os valores resultantes das Tabelas 4.4 e 4.8 são representados em um histograma, comparando assim as cinco plataformas *web* (em azul) e os cinco aplicativos para dispositivos móveis (em laranja). Dessa forma, esse histograma apresenta os problemas de usabilidade encontrados em um intervalo de 0 a 84, sendo a pontuação máxima possível, considerando as 25 métricas e seus pesos.

Figura 4.4: Síntese da pontuação total para cada plataforma *web* e aplicativo envolvidos na avaliação empírica



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados os resultados da avaliação das plataformas *web* e dos aplicativos para dispositivos móveis com conteúdo audiovisual científico. Cada plataforma *web* e aplicativo passou por um procedimento padronizado de avaliação onde se verificou o quanto as interfaces estavam adequadas às métricas de usabilidade descritas no capítulo 3.

Ademais, as categorias de prioridades estabelecidas para as medidas de usabilidade e métricas correspondentes foram importantes para aplicar um critério de avaliação e comparação mais estruturado. A abordagem quantitativa que embasou a pontuação total possibilitou mais objetividade para classificar as plataformas e aplicativos quanto ao grau de adequação.

No capítulo seguinte são descritas as contribuições deste trabalho e possíveis trabalhos futuros.

Capítulo 5

Conclusão

Com o crescimento do uso de vídeos para a divulgação e comunicação científica, abre-se um caminho de novas possibilidades para a difusão do conhecimento científico e novas pesquisas. Plataformas *web* e aplicativos para dispositivos móveis são desenvolvidos para compartilhar esse conteúdo de forma acessível, buscando atingir diferentes públicos e áreas do conhecimento. A usabilidade se torna um fator importante para a qualidade dessas interfaces, a medida que atua como um intermediário entre os usuários e o sistema.

A partir da análise da literatura, foi possível identificar uma carência em pesquisas relacionadas à usabilidade para interfaces com conteúdo audiovisual, em especial no contexto de vídeos informativos. Assim, esse trabalho se propôs a preencher essa lacuna, trazendo de forma estruturada um conjunto extenso de métricas de usabilidade para plataformas *web* e aplicativos propostos para exibição com conteúdo audiovisual científico. Nesse sentido, essas métricas agrupadas segundo as medidas de usabilidade e categorias de prioridades estabelecem diretrizes para o desenvolvimento de novos sistemas, sobretudo pela notável escassez referente à ciência desenvolvida por pesquisadores brasileiros e em português.

Dessa forma, as contribuições deste trabalho incluem um conjunto específico de 25 métricas de usabilidade para sistemas com conteúdo audiovisual científico, tanto plataformas *web* como aplicativos móveis. Além disso, contribuí para o estudo da usabilidade para conteúdo audiovisual, na qual há uma deficiência na literatura.

Por fim, foi feita uma avaliação empírica de cinco plataformas *web* e cinco aplicativos para dispositivos móveis com base nas 25 métricas de usabilidade identificadas. A avaliação revelou que a satisfação dos usuários é a medida de usabilidade mais afetada nas interfaces, percebendo-se o não cumprimento de algumas das métricas de usabilidade propostas. Ademais, os pontos abordados e discutidos nesse trabalho quanto à usabilidade tornam-se mais sérios para interfaces de aplicativos para dispositivos móveis do que para plataformas *web*.

Dentre as dificuldades enfrentadas neste trabalho, destaca-se o estudo para o desenvolvimento das métricas, em especial em filtrar as informações adequadas e relevantes para o contexto deste trabalho. Dentre as sugestões de trabalhos futuros pode-se considerar: (a) A validação das métricas sugeridas a partir do desenvolvimento e teste de um protótipo que priorize as recomendações de usabilidade para interfaces com conteúdo audiovisual científico; e (b) O aprimoramento das métricas desenvolvidas e o estudo de métricas para outras características de qualidade de *software*, tais como: funcionalidade ou portabilidade para sistemas com conteúdo audiovisual científico.

Referências

ADHY, S.; PRASETIO, A.; NORANITA, B.; SAPUTRA, R. Usability testing of weather monitoring on android application. In: IEEE. *2018 2nd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)*. [S.l.], 2018. p. 1–6.

ALTAF, R.; BHASKAR, D. Digital trends in science communication: Global scenario. *DU Journal of Undergraduate Research and Innovation*, v. 4, n. 1, p. 93–109, 2017.

ARANHA, G.; FRANCO, A. S. Uso de vídeo abstract para o aumento do alcance e do engajamento por periódicos científicos. In: *Abec Meeting*. [S.l.: s.n.], 2022.

BARBOSA, S.; SILVA, B. *Interação humano-computador*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2010.

BARNUM, C. M. *Usability testing essentials: Ready, set... test!* [S.l.]: Morgan Kaufmann, 2020.

BASTIEN, J. C. Usability testing: a review of some methodological and technical aspects of the method. *International journal of medical informatics*, Elsevier, v. 79, n. 4, p. e18–e23, 2010.

BERKOWITZ, J. Video abstracts, the latest trend in scientific publishing. *University Affairs*, 2013.

BEVAN, N.; CARTER, J.; EARTHY, J.; GEIS, T.; HARKER, S. New iso standards for usability, usability reports and usability measures. In: SPRINGER. *Human-Computer Interaction. Theory, Design, Development and Practice: 18th International Conference, HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016. Proceedings, Part I 18*. [S.l.], 2016. p. 268–278.

BUDIU, R. *Memory Recognition and Recall in User Interfaces*. 2014. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/recognition-and-recall/>>.

BUDIU, R. Mobile user experience: limitations and strengths. *Nielsen Norman Group*, v. 19, p. 5, 2015.

CHIUCHI, C.; SOUZA, R.; SANTOS, A.; VALÊNCIO, C. Efficiency and portability: Guidelines to develop websites. In: . [S.l.: s.n.], 2011. p. 37–41.

CHIUCHI, C. A. Diretrizes para a criação de aplicações web com ênfase em portabilidade e eficiência. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2011.

- ELISEO, M. A.; CASAC, B. S.; GENTIL, G. R. A comparative study of video content user interfaces based on heuristic evaluation. In: IEEE. *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. [S.l.], 2017. p. 1–6.
- EMARKETER, G. More than 3 in 5 youtube video views occur on mobile devices. *White Paper*, 2021.
- ERICSSON. *Mobile data traffic outlook*. 2023. Disponível em: <<https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/mobile-traffic-forecast>>.
- ESCOBAR, H. *A ciência contra o negacionismo*. [S.l.]: Jornal da USP, 2021.
- FARADINA, H. R.; WAHYUNINGRUM, T.; PRASETYO, N. A. et al. User experience analysis on e-wallet using a combination of heuristic evaluation and umux. In: IEEE. *2022 IEEE International Conference on Cybernetics and Computational Intelligence (Cybernetics-Com)*. [S.l.], 2022. p. 46–51.
- FERREIRA, D. L.; FRANÇA, L. C. M. 3. a história da internet e a popularização do vídeo. *Cadernos do Tempo Presente*, n. 15, 2014.
- FESSENDEN, T. *Aesthetic and Minimalist Design (Usability Heuristic 8)*. 2021. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/aesthetic-minimalist-design/>>.
- FLYNN, J. Vital smartphone usage statistics [2023]: Facts, Data, And Trends On Mobile Use In The US Tersedia di: <https://www.zippia.com/advice/smartphone-usage-statistics/>. *Diakses*, v. 30, 2023.
- GORDON, K. *5 Principles of Visual Design in UX*. 2020. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/principles-visual-design/>>.
- GROUP, G. S. *What the world watches in a day*. 2018. Disponível em: <<https://www.thinkwithgoogle.com/feature/youtube-video-data-watching-habits/>>.
- GUL, M.; SHERA, M. A.; SHAHZAD, S. K.; RAHMAN, H. U. A survey on emergent usability attributes to enhance the usefulness of websites and mobile applications. In: IEEE. *2020 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET)*. [S.l.], 2020. p. 1–5.
- GUMASING, M. J. J.; ENDOZO, E. K.; LAINGO, J. C. C.; TAPUCAR, W. H. Usability evaluation of online learning management system: Blackboard, google classroom and canvas. In: IEEE. *2023 11th International Conference on Information and Education Technology (ICIET)*. [S.l.], 2023. p. 92–97.
- HARLEY, A. *Visibility of System Status (Usability Heuristic 1)*. 2018. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/visibility-system-status/>>.
- HENRY, S. *WCAG 2.0 is now also ISO/IEC 40500!* 2012. Disponível em: <<https://www.w3.org/blog/2012/10/wcag-20-is-now-also-isoiec-405/>>.

- HIDAYAT, A.; NUGROHO, A. et al. Usability evaluation on educational chatbot using the system usability scale (sus). In: IEEE. *2022 Seventh International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*. [S.l.], 2022. p. 01–05.
- HUSSAIN, A.; MKPOJIOGU, E. O.; KAMAL, F. M. Mobile video streaming applications: A systematic review of test metrics in usability evaluation. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, Universiti Teknikal Malaysia Melaka, v. 8, n. 10, p. 35–39, 2016.
- IFRS, C. T. de Acessibilidade do. *Conceito acessibilidade digital*. 2019. Disponível em: <<https://cta.ifrs.edu.br/acessibilidade-digital/conceito/>>.
- INIGUEZ-CARRILLO, A. L.; GAYTAN-LUGO, L. S.; GARCIA-RUIZ, M. A.; MACIEL-ARELLANO, R. Usability questionnaires to evaluate voice user interfaces. *IEEE Latin America Transactions*, IEEE, v. 19, n. 9, p. 1468–1477, 2021.
- ISO 9241-11. *ISO 9241-11: 2018, Ergonomics of Human-System Interaction — Part 11: Usability: Definitions and Concepts*. 2018.
- ISO/IEC 25010. *ISO/IEC 25010:2011, Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuARE) — System and software quality models*. 2011.
- KALEY, A. *Match Between the System and the Real World: The 2nd Usability Heuristic Explained*. 2018. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/match-system-real-world/>>.
- KIM, J.; KIM, J. Guideline-based evaluation and design opportunities for mobile video-based learning. In: *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 1–6.
- KRAUSE, R. *Maintain Consistency and Adhere to Standards (Usability Heuristic 4)*. 2021. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/consistency-and-standards/>>.
- KRITSCH, M. *Usability heuristic frameworks: which one is right for you?* 2022. Disponível em: <<https://uxdesign.cc/usability-heuristic-frameworks-which-one-is-right-for-you-1962387b7cc>>.
- LAMPERT, A. *Educação pública perdeu quase 40% do orçamento em seis anos*. 2021. Disponível em: <<https://www.extraclasse.org.br/educacao/2021/11/educacao-publica-perdeu-quase-40-do-orcamento-em-seis-anos/>>.
- LAUBHEIMER, P. *Preventing User Errors: Avoiding Unconscious Slips*. 2015. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/slips/>>.
- LIM, T. Y. Remote moderated usability testing of a web-based translation: A case study. In: IEEE. *2022 26th International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*. [S.l.], 2022. p. 230–234.

- LORDÊLO, F. S.; PORTO, C. de M. Divulgação científica e cultura científica: conceito e aplicabilidade. *Revista Ciência em Extensão*, v. 8, n. 1, p. 18–34, 2012.
- MADARIAGA, L.; NUSSBAUM, M.; GUTIÉRREZ, I.; BARAHONA, C.; MENESES, A. Assessment of user experience in video-based learning environments: From design guidelines to final product. *Computers & Education*, Elsevier, v. 167, p. 104176, 2021.
- MAGUIRE, M.; ISHERWOOD, P. A comparison of user testing and heuristic evaluation methods for identifying website usability problems. In: SPRINGER. *Design, User Experience, and Usability: Theory and Practice: 7th International Conference, DUXU 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20, 2018, Proceedings, Part I 7*. [S.l.], 2018. p. 429–438.
- MEIRELLES, F. S. Pesquisa do uso da ti-tecnologia de informação nas empresas. *Fundação Getúlio Vargas*. https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/u68/fgvcia_pes_fi_2022_-_relatorio.pdf, 2022.
- MORAN, K. Usability testing 101. *Nielsen Norman Group*, 2019.
- MOURA, M. Universidades públicas realizam mais de 95% da ciência no brasil. *Jornal UFG. Goiás*, 2019.
- NIELSEN, J. How to conduct a heuristic evaluation. *Nielsen Norman Group*, v. 1, n. 1, p. 8, 1995.
- NIELSEN, J. *Why you only need to test with 5 users*. [S.l.]: Useit. com Alertbox, 2000.
- NIELSEN, J. Usability heuristics for user interface design. *NN/g Nielsen Norman Group*. *Retrived from: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics>*, 2010.
- NIELSEN, J. Mobile ux sharpens usability guidelines. *The Nielsen Norman Group*. *Viitattu*, v. 27, p. 2022, 2011.
- NUGROHO, A.; SANTOSA, P. I.; HARTANTO, R. Usability evaluation methods of mobile applications: A systematic literature review. In: IEEE. *2022 International Symposium on Information Technology and Digital Innovation (ISITDI)*. [S.l.], 2022. p. 92–95.
- ORGANIZATION, W. H. et al. Global report on assistive technology. World Health Organization, 2022.
- PAZ, F.; PAZ, F. A.; VILLANUEVA, D.; POW-SANG, J. A. Heuristic evaluation as a complement to usability testing: a case study in web domain. In: IEEE. *2015 12th international conference on information technology-new generations*. [S.l.], 2015. p. 546–551.
- PAZ, F.; POW-SANG, J. A. Usability evaluation methods for software development: a systematic mapping review. In: IEEE. *2015 8th International Conference on Advanced Software Engineering & Its Applications (ASEA)*. [S.l.], 2015. p. 1–4.
- PLANK, M.; OGUNYEMI, A.; RÉNDINA, M.; VANBUEL, M.; BLOK, J. Improving the user experience with audiovisual content: The project “europeana media”. *Bibliothek Forschung und Praxis*, De Gruyter, v. 44, n. 3, p. 445–453, 2020.

- PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. *Engenharia de software-9*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2021.
- RAHMAWATI, A. F.; WAHYUNINGRUM, T.; WARDHANA, A. C.; SEPTIARI, A.; AFUAN, L. User experience evaluation using integration of remote usability testing and usability evaluation questionnaire method. In: IEEE. *2022 IEEE International Conference on Cybernetics and Computational Intelligence (CyberneticsCom)*. [S.l.], 2022. p. 40–45.
- RANADE, N. Conditional usability testing for ux optimization. In: *Proceedings of the 37th ACM International Conference on the Design of Communication*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. (SIGDOC '19). ISBN 9781450367905. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3328020.3353906>>.
- ROHRER, C. When to use which user-experience research methods. *Nielsen Norman Group*, v. 12, 2014.
- ROSALA, M. *User Control and Freedom (Usability Heuristic 3)*. 2020. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/user-control-and-freedom/>>.
- ROSENTHAL, S. Media literacy, scientific literacy, and science videos on the internet. *Frontiers in Communication*, Frontiers Media SA, v. 5, p. 581585, 2020.
- RUBY, D. *YouTube Statistics 2023: Data For Brands Creators*. 2023. Disponível em: <<https://www.demandsage.com/youtube-stats/#:~:text=Launched>>.
- SANTANA, C. *Pesquisadores desvendam conceitos científicos em produções de vídeo*. 2020. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/pesquisadores-desvendam-conceitos-cientificos-em-producoes-de-video/>>.
- SANTOS, A. B. Publicação de videoartigos como estratégia para impulsionar o consumo de ciência. *Transinformação*, SciELO Brasil, v. 34, 2022.
- SCHADE, A. *Video Usability*. 2014. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/video-usability/>>.
- SCIMAGO. *Scimago Journal Country Rank*. 2022. Disponível em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>.
- STORY, M. F.; MUELLER, J. L.; MACE, R. L. The universal design file: Designing for people of all ages and abilities. ERIC, 1998.
- TECHSMITH. *Video Statistics, Habits, and Trends You Need To Know*. 2021. Disponível em: <<https://www.techsmith.com/blog/video-statistics/>>.
- TEIXEIRA, F. *O que é o SUS (System Usability Scale) e como usá-lo em seu site*. 2015. Disponível em: <<https://brasil.uxdesign.cc/o-que-é-o-sus-system-usability-scale-e-como-usá-lo-em-seu-site-6d63224481c8>>.
- W3C. *Accessibility, Usability, and Inclusion*. 2016. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-usability-inclusion/>>.

WAHYUNINGRUM, T.; KARTIKO, C.; WARDHANA, A. C. Exploring e-commerce usability by heuristic evaluation as a complement of system usability scale. In: IEEE. *2020 International Conference on Advancement in Data Science, E-learning and Information Systems (ICADEIS)*. [S.l.], 2020. p. 1–5.

WEICHBROTH, P. Usability of mobile applications: a systematic literature study. *Ieee Access*, IEEE, v. 8, p. 55563–55577, 2020.

YANG, S.; KWAK, S.; KIM, T. S.; KIM, J. Improving video interfaces by presenting informational units of videos. 2022.