Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Campus João Pessoa

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação

Nível Mestrado Profissional

Dynnah Hanna Max Pereira Generino da Silva

CONJUNTO DE HEURÍSTICAS PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE/EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO EM AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JOÃO PESSOA – PB
Junho/2025

DYNNAH HANNA MAX PEREIRA GENERINO DA SILVA

Conjunto de heurísticas para avaliação de usabilidade/experiência do usuário em ambientes virtuais de aprendizagem

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito final para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da Informação pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Petrônio Alencar de Medeiros

JOÃO PESSOA – PB
Junho/2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha - *Campus* João Pessoa, PB.

S586c Silva, Dynnah Hanna Max Pereira Generino da.

Conjunto de heurísticas para avaliação de usabilidade / experiência do usuário em ambientes virtuais de aprendizagem / Dynnah Hanna Max Pereira Generino da Silva. – 2025.
142 f. : il.
Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Informação) – Instituto Federal de Educação da Paraíba / Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação (PPGTI), 2025.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Petrônio Alencar de Medeiros.

1.Usabilidade - avaliação. 2. Heurística. 3. Experiência do usuário. 4. Tecnologias educacionais. 5. Ambiente virtual de aprendizagem. I. Título.

CDU 004.5(043)

Bibliotecária responsável Lucrecia Camilo de Lima – CRB 15/132

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*

MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

DYNNAH HANNA MAX PEREIRA GENERINO DA SILVA

Conjunto de heurísticas para avaliação de usabilidade/experiência do usuário em ambientes virtuais de aprendizagem

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da Informação, pelo Programa de Pós- Graduação em Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB - Campus João Pessoa.

Aprovado em 16 de junho de 2025

Membros da Banca Examinadora:

Dr. Francisco Petrônio Alencar de Medeiros

IFPB - PPGTI

Dra. Heremita Brasileiro Lira

IFPB

Dra. Jarbele Cássia da Silva Coutinho

UFERSA

João Pessoa/2025

Documento assinado eletronicamente por:

- **Francisco Petronio Alencar de Medeiros**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 16/06/2025 17:04:07.
- **Heremita Brasileiro Lira**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 17/06/2025 09:04:23.
- **Jarbele Cássia da Silva Coutinho**, **PROFESSOR DE ENSINO SUPERIOR NA ÁREA DE ORIENTAÇÃO EDUCACIONAL**, em 21/07/2025 11:44:54.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 13/06/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/ e forneça os dados abaixo:

Código 726972
Verificador: 1e82cdc6ab
Código de Autenticação:

“Nada acontece que Deus não tenha previsto desde toda a eternidade” Santa Teresinha do menino Jesus

AGRADECIMENTO

O primeiro agradecimento é para Aquele que faz novas todas as coisas. Deus, que cria propósitos e me traz lucidez. Seus sinais claros de Amor moldam minha vida e reacendem em mim a chama de viver conforme a Sua vontade.

Ao meu esposo, que carinhosamente prefere ser chamado de Pah. Cada página escrita carrega o seu apoio e o seu olhar amoroso, sempre me lembrando de que sou capaz. Dividir a casa com você, Yuna e Luke dá cor, som e sentido aos meus dias — é a verdadeira sensação de pertencimento.

À minha mãe, Maria, doce e amada, que abriu mão de tanto para que eu pudesse conquistar tudo. Você me inspira diariamente. Voltar aos estudos e me dedicar a esse título me faz recordar como, desde a infância, você sempre me ensinou o valor da educação.

Ao meu irmão Lucian, à minha cunhada Débora e, em especial, à Amanda. Ser tia de Amanda mudou tudo por aqui. Ela é a razão de nossa família ter ainda mais cara de família. Era como se algo sempre faltasse, até que ela chegou e preencheu tudo. Agora, tudo é completo.

Ao meu orientador, Petrônio, que, com vigor, honra o verdadeiro sentido da palavra "orientação". Sempre paciente, atento e encorajador, buscou garantir que cada etapa desta dissertação fosse entregue da melhor forma possível.

Aos alunos da graduação que contribuíram nas etapas de validação e refinamento: este trabalho não teria sido concluído sem a colaboração de cada um de vocês. Serei eternamente grata.

Aos meus queridos Franklin, Géssica, Jociene, Manoel e Tácio: vocês me ouviram, torceram por mim e estiveram presentes em cada fase desta jornada. Sou profundamente grata por poder chamá-los de amigos.

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo desenvolver um conjunto de heurísticas específicas para a avaliação da usabilidade e da experiência do usuário (UX) em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), com o propósito de contribuir para o aprimoramento da eficácia, acessibilidade e qualidade das plataformas educacionais digitais. O estudo parte da constatação de que o crescimento exponencial da Educação a Distância (EAD) exige o aperfeiçoamento contínuo da interação dos usuários com os AVAs, especialmente diante do fato de que muitas heurísticas disponíveis na literatura carecem de validação empírica, o que compromete sua confiabilidade e aplicabilidade prática. Para superar essa limitação, a pesquisa fundamentou-se em uma base teórica sólida, composta por uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), levantamento de boas práticas em design de interação e diretrizes consolidadas de usabilidade. A metodologia adotada foi estruturada em oito estágios, conforme modelo adaptado de Quiñones et al. (2018), que envolveu o mapeamento do estado da arte, a coleta empírica de dados sobre dificuldades de uso em AVAs, a categorização e correlação de evidências com objetivos de usabilidade e UX, a seleção, especificação, validação e refinamento de um conjunto de 16 heurísticas direcionadas a tecnologias educacionais. Os resultados do experimento empírico indicaram que o novo conjunto heurístico apresentou desempenho superior às heurísticas genéricas de Nielsen na identificação de problemas específicos de usabilidade em AVAs. A validação foi realizada por meio de avaliações comparativas com especialistas e usuários reais, utilizando plataformas amplamente utilizadas como Google Classroom e Udemy. As novas heurísticas permitiram identificar um número significativamente maior de violações relevantes de usabilidade, por exemplo, problemas de acessibilidade, falta de feedback contextualizado, inconsistências na navegação e dificuldades de progressão em tarefas educacionais, demonstrando maior sensibilidade às características pedagógicas e às necessidades dos usuários no contexto da aprendizagem digital. Além disso, os avaliadores relataram maior clareza, aplicabilidade e relevância prática das heurísticas específicas em comparação com os conjuntos tradicionais. Como produto final, a pesquisa entregou um artefato composto por descrições formais, exemplos de conformidade e violação, listas de verificação e mapeamentos entre atributos de UX e elementos funcionais dos AVAs, oferecendo um conjunto de heurísticas validado, adaptável e alinhado às demandas de sistemas educacionais online. Dessa forma, o estudo não apenas preenche uma lacuna metodológica presente na literatura, mas também fornece uma contribuição prática e científica relevante para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem mais eficazes, inclusivos e centrados no usuário.

Palavras-chaves: Usabilidade, Experiência do Usuário, Tecnologias Educacionais, Heurísticas, Design de Interação, Avaliação, Ambiente Virtual de Aprendizagem.

ABSTRACT

This dissertation aims to propose and develop a set of specific heuristics for evaluating usability and user experience (UX) in Virtual Learning Environments (VLEs) to enhance the effectiveness, accessibility, and overall quality of educational digital platforms. The study originates from recognizing that the exponential growth of Distance Education (DE) demands continuous improvement in user interaction and VLEs, especially considering that many heuristics in the literature lack empirical validation, undermining their reliability and practical applicability. To address this gap, the research is grounded in a solid theoretical foundation composed of a Systematic Literature Review (SLR), best practices in interaction design, and established usability guidelines. The adopted methodology follows an eight-stage process based on a model adapted from Quiñones et al. (2018), encompassing a comprehensive mapping of state-of-the-art, empirical data collection on usage difficulties in VLEs, categorization and correlation of evidence with usability and UX objectives, and the selection, specification, validation, and refinement of a set of 16 heuristics tailored to educational technologies. Experimental results revealed that the proposed heuristics outperformed Nielsen's generic set in detecting usability issues relevant to VLEs. Validation was conducted through comparative evaluations with domain experts and real users across widely used platforms such as Google Classroom and Udemy. The proposed heuristics enabled identifying a significantly greater number of critical usability violations—including accessibility issues, insufficient contextual feedback, navigation inconsistencies, and barriers to task progression—demonstrating greater sensitivity to pedagogical features and learner needs. Additionally, evaluators reported higher clarity, applicability, and practical relevance of the domain-specific heuristics compared to traditional sets. The final output of this research includes a structured artifact comprising formal descriptions, compliance and violation examples, checklists, and mappings between UX attributes and VLE features, providing a validated and adaptable tool aligned with the requirements of modern online educational systems. Thus, this study addresses a methodological gap in the literature and offers a meaningful scientific and practical contribution to the design of more effective, inclusive, and learner-centered virtual learning environments

Keywords: Usability, User Experience, Educational Technologies, Heuristics, Interaction Design, Evaluation, Virtual Learning Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estágios para desenvolver heurísticas de Usabilidade/Experiência do usuário. 17
Figura 2: Estágio Exploratório. 19
Figura 3: Estágio Experimental. 20
Figura 4: Estágio Descritivo. 21
Figura 5: Estágio Correlacional. 22
Figura 6: Estágio de Seleção. 24
Figura 7: Estágio de Especificação. 25
Figura 8: Estágio de Validação. 26
Figura 9: Estágio de Refinamento. 27
Figura 10: Fases do Mapeamento Sistemático 37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: String de busca em Português 38
Tabela 2: String de busca em Inglês 38
Tabela 3: Trabalhos selecionados, Incluídos e Excluídos. 39
Tabela 4: Informações Sobre Domínio de Aplicações AVA 53
Tabela 5: Descrição do objetivo geral para AVAs 54
Tabela 6: Descrição dos objetivos específicos para AVAs 54
Tabela 7: Lista das características sobre AVAs 54
Tabela 8: Lista de atributos sobre AVAs 57
Tabela 9: Lista de heurísticas sobre AVAs 59
Tabela 10: Correlação Características x Atributos de UX/Usabilidade x Heurísticas 79
Tabela 11: Artefato Final do Estágio de Seleção 84
Tabela 12: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE01) 99
Tabela 13: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE01) 100
Tabela 14: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE03) 101
Tabela 15: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE04) 102
Tabela 16: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE05) 103
Tabela 17: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE06) 104
Tabela 18: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE07) 105
Tabela 19: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE08) 106
Tabela 20: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE09) 107
Tabela 21: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE10) 108
Tabela 22: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE11) 109
Tabela 23: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE12) 110
Tabela 24: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE13) 111
Tabela 25: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE14) 113
Tabela 26: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE15) 114
Tabela 27: Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE16) 115
Tabela 28: Contagem de Violações Encontradas Google Classroom e Udemy (Semestre 2024.2) 118
Tabela 29: Contagem de Violações Encontradas Google Classroom (Semestre 2025.1) 121
Tabela 30: Contagem de Violações Encontradas Udemy (Semestre 2025.1) 121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA – Ambientes Virtuais de Aprendizagem
BPMN – Business Process Model and Notation (Diagrama de Modelagem de Processos de Negócio)
EAD – Ensino à Distância
ID – Identificador Único
ISO – International Organization for Standardization
RSL – Revisão Sistemática da Literatura
SGA – Sistemas de Gerenciamento de Aprendizado
TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação
UI – User Interface (Interface do Usuário)
UX – User Experience (Experiência do Usuário)

SUMÁRIO

1. Introdução **12**
1.1. Justificativa 14
1.2. Motivação e Definição do Problema 15
1.3. Objetivos 16
1.3.1 Geral 16
1.3.2 Específicos 16
1.4. Metodologia 17
1.4.1 Estágio 1 - Exploratório 18
1.4.2 Estágio 2 - Experimental 19
1.4.3 Estágio 3 - Descritivo 20
1.4.4 Estágio 4 - Correlacional 21
1.4.5 Estágio 5 - Seleção 22
1.4.6 Estágio 6 - Especificação 24
1.4.7 Estágio 7 - Validação 25
1.4.8 Estágio 8 - Refinamento 26
1.5. Estrutura do Documento 27
2. Fundamentação Teórica **29**
2.1. Sistemas de Tecnologia Educacional 29
2.2. Ambientes Virtuais de Aprendizagem 30
2.3. Avaliação de Usabilidade e Experiência do Usuário 31
2.4. Avaliação Heurística 31
2.5. Métodos de Avaliação 32
2.5.1 Heurísticas de Nielsen 32
2.5.2 Normas ISO 34
2.5.3 Método de Avaliação Schneidman 34
2.5.4 Metodologia para desenvolver heurísticas de experiência de usuário 34
2.6. Trabalhos Relacionados 35
3. Método - Estágio Exploratório **37**
3.1 Objetivos e Questões da Pesquisa 37
3.1.1 Objetivo e Questões de Pesquisa 38
3.1.2 Estratégia de busca 38
3.1.3 Coletas dos trabalhos e Fontes de Busca 38
3.1.4 Critérios de Exclusão 39
3.1.5 Extração e Sintetização dos Dados 39
3.1.6 Análise das Questões de pesquisa 39
3.2 Contribuições da RSL para a Proposta de Heurísticas 50
4. Método - Estágios Experimental e Descritivo **52**
4.1. Passo 2: Estágio Experimental 52
4.2 Passo 3: Estágio Descritivo 55
5. Método - Estágios Correlacional e de Seleção **79**
5.1 Passo 4: Estágio Correlacional 79
5.2 Passo 5: Estágio de Seleção 83

6. Método - Estágios de Especificação, validação e Refinamento **96**
6.1 Passo 6: Estágio de Especificação 96
6.2 Passo 7: Estágio de Validação 114
6.2.1 Detalhamento do Estudo Comparativo 114
6.3. Passo 8: Estágio de Refinamento 122
7. Resultados, Ameaças a Validade e Discussão **123**
7.1 Validação das Hipóteses 123
7.2 Ameaças a Validade e Considerações 124
8. Considerações Finais **126**
Referência Bibliográficas **128**

1. INTRODUÇÃO

A inserção cada vez mais proeminente das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no cenário educacional contemporâneo tem revolucionado como o conhecimento é transmitido e absorvido. Softwares e aplicativos desenvolvidos para propósitos educacionais têm se destacado como ferramentas que não apenas facilitam o aprendizado, mas também ampliam as habilidades dos alunos, oferecendo abordagens alternativas ao tradicional processo de ensino. Como destacado por Bautista et al. (2014), essas tecnologias desempenham um papel crucial ao proporcionar modos inovadores de aprendizagem que atendem às necessidades diversificadas dos estudantes.

À medida que a evolução tecnológica continua a moldar o panorama educacional, a ascensão do ensino online e a demanda por plataformas de aprendizagem virtual se tornam cada vez mais evidentes. Neste contexto, a usabilidade e a experiência do usuário emergem como pilares fundamentais para o sucesso e eficácia dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Para garantir que tais sistemas sejam acessíveis, eficientes e proporcionem uma experiência positiva aos usuários, é crucial a aplicação de um conjunto específico de heurísticas de avaliação. Considerando a importância destacada por Flores, Guerrero e Luna (2019) sobre como abordagens inovadoras, como o Design Thinking e o Game Thinking, podem transformar o processo educacional, a avaliação criteriosa dessas tecnologias se torna essencial para promover um ambiente educacional adaptável e centrado no aprendizado do aluno.

Heurísticas de usabilidade são princípios orientadores estabelecidos para avaliar a qualidade das interfaces de usuário em sistemas interativos. Segundo Nielsen (1994), essas heurísticas foram desenvolvidas para assegurar que os sistemas sejam fáceis de usar e compreender pelos usuários. No contexto educacional, sua aplicação tem se mostrado eficaz na identificação de barreiras de usabilidade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Estudos como o de Joshi et al. (2020), destacam a relevância da avaliação heurística como ferramenta para aprimorar a usabilidade de plataformas educacionais, contribuindo diretamente para a melhoria da experiência de aprendizagem dos estudantes.

As heurísticas de usabilidade aplicadas a Ambientes Virtuais de Aprendizagem contribuem para a criação de ambientes de aprendizagem virtuais mais eficientes e intuitivos. Com princípios como "clareza e feedback", é possível proporcionar aos estudantes uma melhor compreensão de suas ações e progresso no processo de aprendizagem. Além disso, a heurística de "consistência e padrões" permite garantir uma experiência coerente e familiar, facilitando a navegação e a interação com o conteúdo educacional (Nielsen & Molich, 1990).

A avaliação da usabilidade e da experiência do usuário em Ambientes Virtuais de Aprendizagem desempenha um papel crucial no contexto educacional contemporâneo, onde a integração de

recursos digitais se tornou uma realidade marcante. A crescente adoção desses sistemas como suporte ao ensino presencial e à educação à distância torna essencial a aplicação de heurísticas específicas para garantir o máximo de eficácia e satisfação do usuário. Nesse sentido, pesquisadores têm enfatizado a importância da usabilidade como um fator crítico para o sucesso na adoção de tecnologias educacionais, uma vez que influencia diretamente como os usuários interagem com esses sistemas (Johnson et al., 2018).

A acessibilidade é uma dimensão fundamental abordada pelas heurísticas de usabilidade e representa um dos pilares para a construção de sistemas educacionais inclusivos e igualitários. A heurística de "facilidade de uso para todos" enfatiza a importância de tornar os Ambientes Virtuais de Aprendizagem acessíveis a todos os usuários, independentemente de suas habilidades ou limitações físicas. Nesse sentido, pesquisas conduzidas por Black et al. (2021) evidenciam que a consideração da acessibilidade desde as etapas iniciais de design e desenvolvimento de sistemas educacionais é fundamental para assegurar que estudantes com deficiências ou necessidades específicas possam participar de forma plena e equitativa no processo de aprendizagem. Vale destacar que, embora as heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen sejam amplamente utilizadas na avaliação de interfaces, elas não contemplam de forma direta os princípios de acessibilidade. Tal lacuna ressalta a importância de integrar diretrizes complementares que garantam a inclusão de todos os usuários, especialmente em contextos educacionais.

A aplicação de um conjunto de heurísticas para a avaliação de Usabilidade/Experiência do Usuário em Ambientes Virtuais de Aprendizagem proporciona benefícios significativos para estudantes, professores e instituições de ensino. A compreensão dos princípios orientadores baseados em estudos de usuários e análises de problemas comuns em sistemas interativos permite que os projetistas desenvolvam interfaces mais intuitivas, promovam maior engajamento dos alunos e melhorem a efetividade do processo de aprendizagem (Morais et al., 2019).

Além disso, a usabilidade adequada e o design centrado no usuário são elementos fundamentais para o sucesso na adoção e implementação desses sistemas. Conforme destacado por Chen et al. (2022), a usabilidade bem planejada e alinhada com as necessidades dos usuários impacta positivamente o aprendizado, a satisfação e a retenção dos alunos, além de reduzir a resistência à adoção de novas tecnologias educacionais.

Dessa forma, é imprescindível que educadores, desenvolvedores e gestores da área educacional reconheçam a relevância da aplicação dessas heurísticas como parte integrante do processo de desenvolvimento de Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Essas abordagens orientadas para a usabilidade e experiência do usuário representam um diferencial competitivo na criação de ambientes digitais de aprendizagem que proporcionam experiências significativas e atraentes para todos os envolvidos no processo educacional.

Em um contexto mais amplo, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) representam um ponto crucial na evolução da educação contemporânea. Eles oferecem flexibilidade, acessibilidade e recursos personalizados, ampliando significativamente o alcance e o impacto do ensino. A crescente integração de elementos interativos, conteúdo multimídia e ferramentas de colaboração em tempo real possibilita a criação de experiências de aprendizagem mais dinâmicas e adaptáveis. Como resultado, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem não apenas complementam, mas também transformam o paradigma tradicional de ensino, promovendo uma abordagem mais inclusiva e centrada no aluno, capaz de moldar o futuro da educação (Silva & Gregório, 2022).

1.1. Justificativa

O notável crescimento dos cursos de Ensino à Distância (EAD) e a crescente adesão de estudantes sublinham a urgência de aprimorar a usabilidade e a experiência do usuário em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs). Diante da expansão significativa do mercado educacional virtual, torna-se fundamental garantir que esses sistemas ofereçam uma experiência positiva e eficiente aos usuários, contribuindo para o sucesso acadêmico e a retenção discente nesse contexto de aprendizado (Silva et al., 2023).

As tecnologias educacionais, incluindo os AVAs, são ferramentas indispensáveis na contemporaneidade para a disponibilização de conteúdo educativo e para fomentar a interação entre alunos e professores nas modalidades de educação a distância e híbrida (CETIC.br, 2022). Nesse panorama, a usabilidade e a experiência do usuário exercem um papel crucial no engajamento dos estudantes e na qualidade do processo de ensino-aprendizagem (Rodas; Vidotti; Monteiro, 2018).

Heurísticas de avaliação de usabilidade e experiência do usuário consistem em diretrizes e critérios definidos por especialistas para analisar a eficácia e a eficiência das interfaces de usuário em sistemas interativos (Nielsen et al., 1994). A aplicação de um conjunto específico de heurísticas direcionadas a AVAs possibilita a identificação de potenciais problemas e oportunidades de melhoria, visando otimizar a vivência dos alunos e facilitar o acesso ao conhecimento (Miranda, 2019).

No contexto dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, a aplicação de heurísticas de usabilidade visa tornar as plataformas intuitivas, fáceis de usar e compreender. As heurísticas podem incluir princípios como a clareza da informação, a facilidade de navegação, a interação social e o fornecimento adequado de feedback aos usuários (Nielsen & Molich, 1990; Brito et al., 2020). Ao considerar o ensino à distância e o ensino híbrido, o desafio é proporcionar uma experiência de aprendizagem equivalente à do ensino presencial. Nesse sentido, as heurísticas de usabilidade tornam-se instrumentos essenciais para avaliar e aprimorar a qualidade desses Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

A qualidade do design e da interação é um fator-chave para o engajamento dos estudantes e para o sucesso do processo de aprendizagem (Brito et al., 2020). Além disso, a acessibilidade se configura como um elemento fundamental a ser considerado, garantindo que os Ambientes Virtuais de Aprendizagem sejam acessíveis a todos os alunos, independentemente de suas habilidades ou limitações. A constante evolução tecnológica impulsiona a necessidade de revisar e atualizar continuamente essas heurísticas, a fim de acompanhar as mudanças nas plataformas e nas necessidades dos usuários. O objetivo é proporcionar uma experiência cada vez mais aprimorada e enriquecedora para os estudantes, facilitando o acesso ao conhecimento e estimulando a colaboração e interação no processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, a aplicação de um conjunto de heurísticas para avaliação de usabilidade e experiência do usuário em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) é fundamental para assegurar a eficácia e a qualidade desses ambientes (Borges et al., 2021). A adoção dessas diretrizes viabiliza a criação de plataformas mais acessíveis, intuitivas e eficientes, fomentando uma experiência de aprendizagem positiva e motivadora para os estudantes, o que colabora para o progresso da educação virtual e sua afirmação como uma modalidade de ensino progressivamente eficaz e pertinente (Tarouco et al., 2019).

1.2. Motivação e Definição do Problema

O problema central que esta dissertação de mestrado propõe abordar é a necessidade de desenvolver um conjunto de heurísticas para avaliar a usabilidade e a experiência do usuário em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. A rápida evolução dessas tecnologias resultou em uma vasta gama de abordagens e plataformas, cada uma com suas características únicas. No entanto, a falta de heurísticas específicas para avaliar a eficácia e a utilidade desses sistemas pode levar a interações ineficazes e, em última instância, comprometer os objetivos educacionais almejados.

A existência de conjuntos consolidados de heurísticas, como as propostas por Nielsen, que são amplamente reconhecidas e confiáveis, são reconhecidas e utilizadas como fonte importante, metodológica e processual deste trabalho. Contudo, a natureza genérica dessas heurísticas pode limitar sua aplicação na identificação precisa de falhas e deficiências em sistemas educacionais complexos e diversificados.

A literatura científica disponibiliza algumas propostas de novas heurísticas para avaliação de sistemas educacionais. No entanto, é crucial ressaltar que muitas dessas propostas não passaram por um processo formal de validação, como observado no levantamento conduzido na Revisão Sistemática da Literatura (RSL), uma das etapas do arcabouço metodológico dessa pesquisa. Além disso, há uma lacuna no conhecimento sobre a eficácia dessas novas heurísticas e sua aplicabilidade em ambientes reais de tecnologias educacionais. A ausência de validação formal compromete a

confiabilidade e a utilidade dessas novas propostas, dificultando a compreensão de sua efetiva contribuição para a melhoria da usabilidade e da experiência do usuário.

A eficácia das tecnologias educacionais não pode ser subestimada. Smith et al. (2021) e Johnson & Henderson (2020) destacam que o uso apropriado de tecnologias integradas ao ensino pode levar a melhorias significativas na compreensão do conteúdo, no engajamento dos alunos e no desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI. No entanto, para que esses benefícios se materializem plenamente, é imperativo que as plataformas educacionais sejam projetadas com base em princípios sólidos de usabilidade.

Ao analisar estudos é possível constatar que algumas propostas de heurísticas específicas para sistemas educacionais foram apresentadas, porém, muitas delas carecem de validação empírica. Essas propostas não fornecem uma base sólida para sua aplicação prática, tornando-se um desafio verificar sua eficácia e utilidade reais. Portanto, o cerne deste projeto de dissertação reside em preencher essa lacuna ao desenvolver um conjunto de heurísticas específicas, baseadas em princípios consolidados de usabilidade e experiência do usuário, que sejam validadas para assegurar sua aplicabilidade e efetividade.

Para tal, pretende-se combinar os conhecimentos existentes, como as diretrizes gerais de Nielsen, os estudos recentes e abordagens específicas encontradas na literatura científica. A intenção foi então criar um conjunto de heurísticas que preencham a lacuna entre a generalidade das heurísticas consolidadas e a especificidade necessária para a avaliação precisa de Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Isso será alcançado por meio de um processo de desenvolvimento rigoroso, incluindo etapas de revisão, refinamento e validação das heurísticas propostas, garantindo assim sua utilidade prática e eficácia na identificação de problemas de usabilidade e experiência do usuário em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

1.3. Objetivos

1.3.1 Geral

O objetivo geral é investigar e desenvolver um conjunto de heurísticas para avaliar a usabilidade e a experiência do usuário em Ambientes Virtuais de Aprendizagem com base em uma metodologia rigorosa, estruturada e previamente validada.

1.3.2 Específicos

Quanto aos objetivos específicos, busca-se:

1. Identificar as principais dimensões de usabilidade e experiência do usuário relevantes para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, com base em revisão da literatura e melhores práticas da área.

2. Desenvolver um conjunto de heurísticas específicas, considerando critérios como navegabilidade, clareza da apresentação do conteúdo, interatividade e feedback ao usuário, utilizando como referência pesquisas renomadas.

3. Validar as heurísticas propostas por meio de testes e avaliações em ambientes reais de tecnologias educacionais, envolvendo alunos da graduação em Sistemas para Internet, a fim de garantir a relevância e eficácia das diretrizes estabelecidas.

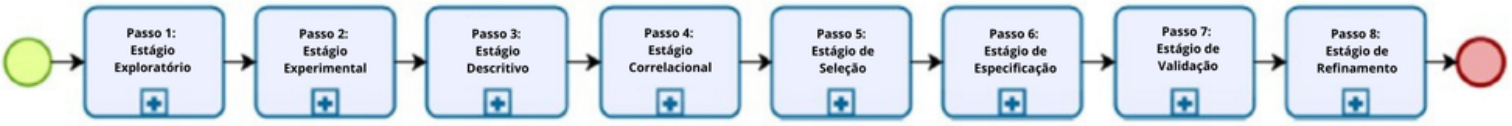
4. Refinar e aprimorar as heurísticas com base nos resultados da validação e no feedback obtido dos envolvidos no processo.

5. Disseminar as heurísticas desenvolvidas por meio de workshops, artigos e apresentações em conferências da área de tecnologias educacionais, visando compartilhar as melhores práticas e incentivar a sua adoção.

1.4. Metodologia

A metodologia adotada para a condução do trabalho foi construída com base nos fundamentos estabelecidos na seção 2.5.4, uma abordagem elaborada por Quiñones et al. em seu estudo publicado em 2018. A Figura 1 tem por finalidade proporcionar uma visão ampla e abrangente de todos os passos que compõem a estrutura metodológica, destacando a complexidade e a interconexão entre eles. Subsequentemente, prossegue-se com a análise detalhada de cada um desses estágios e sua implementação, com o intuito de oferecer uma compreensão do processo metodológico adotado.

Figura 1 – Estágios para desenvolver heurísticas de Usabilidade/Experiência do Usuário.



Fonte: (Quiñones et al., 2018)

Os estágios citados na figura 1 possuem uma ampla gama de aplicações potenciais. Essas etapas podem ser utilizadas para desenvolver heurísticas e listas de verificação destinadas a avaliar diversos aspectos da experiência do usuário, abrangendo desde a usabilidade até outros atributos como jogabilidade, aprendizado e comunicabilidade. Além disso, a metodologia pode ser empregada na criação de instrumentos heurísticos para avaliar atributos de qualidade que vão além da usabilidade, englobando áreas como segurança e adaptabilidade. Esse processo estruturado permite uma abordagem abrangente e sistemática na avaliação e melhoria da qualidade de sistemas e produtos, abarcando diversas dimensões da experiência do usuário.

1.4.1 Estágio 1 - Exploratório

Neste estágio do processo, concentra-se a coleta sistemática e criteriosa de informações específicas relacionadas ao domínio de aplicação do sistema educacional em análise. Os dados desta etapa provêm fundamentalmente da revisão da literatura existente e da análise de documentos relevantes, permitindo compreender profundamente o contexto no qual o sistema está inserido, identificando suas particularidades funcionais, pedagógicas e tecnológicas. Esse mapeamento detalhado, embasado em estudos anteriores e documentação pertinente, viabiliza a fundamentação teórica e prática necessária para a avaliação subsequente, servindo como base sólida para as decisões metodológicas que serão tomadas nas fases seguintes.

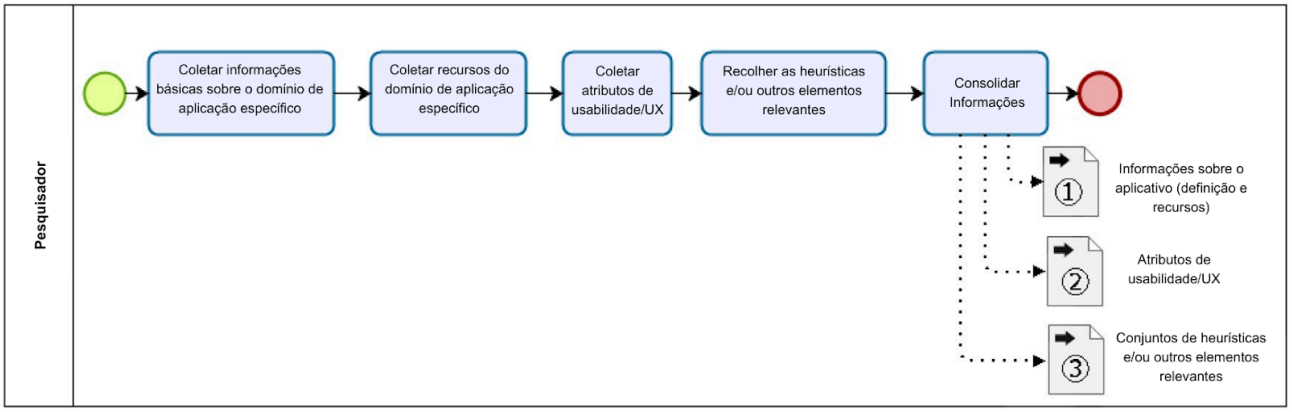
Além da identificação das características intrínsecas ao domínio, essa etapa abrange também o levantamento e análise de atributos de usabilidade e experiência do usuário (UX), fundamentais para assegurar que a avaliação considere não apenas aspectos funcionais, mas também a qualidade da interação proporcionada pelo sistema. Nesse sentido, são explorados conceitos, definições e características que delineiam a experiência dos usuários no contexto educacional digital.

Outro componente relevante dessa fase consiste na seleção e no estudo de conjuntos de heurísticas aplicáveis à avaliação. Isso inclui tanto heurísticas já consagradas na literatura — como as de Nielsen — quanto heurísticas específicas ou adaptadas ao contexto educacional, que considerem as necessidades e expectativas dos usuários desse tipo de sistema. Também podem ser incorporados outros elementos complementares, como diretrizes de design instrucional, princípios de acessibilidade, padrões de usabilidade reconhecidos e boas práticas em UX design.

Para facilitar a visualização e compreensão do fluxo das atividades realizadas neste estágio, a Figura 2 apresenta um diagrama BPMN que representa graficamente as etapas envolvidas. Esse diagrama reflete a estrutura lógica do processo de coleta e organização das informações, permitindo uma visão clara das ações realizadas e das interdependências entre elas.

Ao final dessa etapa, o produto gerado será um conjunto abrangente e bem estruturado de informações que englobam definições conceituais, características do domínio de aplicação, atributos de usabilidade e UX relevantes, além do conjunto de heurísticas e demais elementos considerados pertinentes. Esse material será essencial para orientar a realização das etapas seguintes do processo de avaliação heurística, garantindo maior rigor metodológico e aderência ao contexto da aplicação avaliada.

Figura 2 – Estágio Exploratório



Fonte: (Quiñones et al., 2018)

1.4.2 Estágio 2 - Experimental

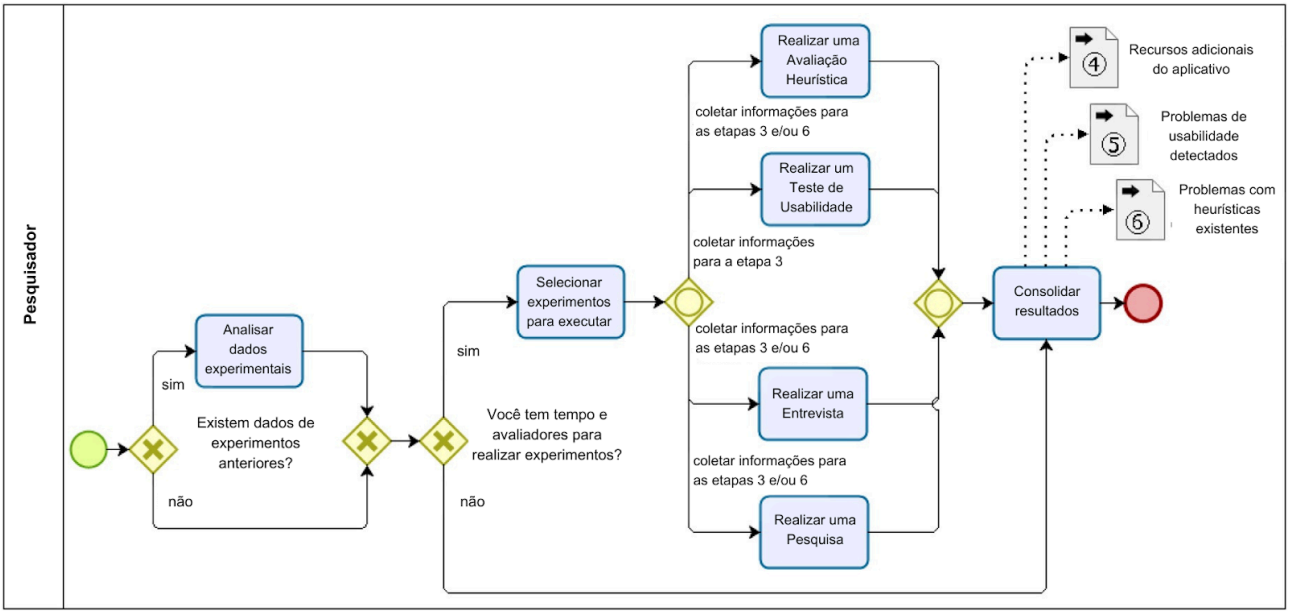
O principal objetivo desta etapa do estágio é identificar potenciais violações das heurísticas de Nielsen em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, com o intuito de compreender de forma mais aprofundada os desafios enfrentados pelos usuários durante a interação com esse tipo de sistema. A partir dessa análise crítica, possibilita-se não apenas avaliar a adequação das heurísticas existentes, mas também propor melhorias e adaptações que atendam às especificidades do domínio educacional digital.

Essa investigação sistemática, que envolveu a realização de avaliações com usuários, experimentos controlados e a análise de dados de uso, permite o levantamento de padrões de uso, dificuldades recorrentes e comportamentos típicos dos usuários, evidenciando limitações que heurísticas genéricas podem não contemplar de forma satisfatória. Assim, o processo contribuiu para a formulação de um novo conjunto de heurísticas ou lista de verificação, mais alinhado às particularidades dos sistemas de ensino-aprendizagem mediados por tecnologia.

Durante essa fase, também foram identificadas características exclusivas do contexto de tecnologias educacionais, tais como a necessidade de motivação contínua, clareza na progressão de atividades, suporte à autonomia do estudante, e acessibilidade em múltiplos dispositivos e condições de conectividade. Tais aspectos evidenciam a complexidade envolvida na experiência do usuário em plataformas educacionais, justificando a criação de critérios de avaliação mais específicos.

Ao final deste processo, obteve-se um panorama mais completo dos recursos funcionais e das exigências cognitivas impostas pelas aplicações analisadas. Além disso, foram evidenciados problemas de usabilidade, limitações das heurísticas tradicionais e lacunas que apontam para a necessidade de evolução dos métodos de avaliação. Esses achados, ilustrados na Figura 3, fundamentam a proposta de uma abordagem heurística mais sensível às demandas e dinâmicas do contexto educacional digital contemporâneo.

Figura 3 – Estágio Experimental



Fonte: (Quiñones et al., 2018)

1.4.3 Estágio 3 - Descritivo

Nesta etapa do estágio, foi realizada a sistematização das informações obtidas nas fases anteriores, por meio de um processo criterioso de seleção, agrupamento e priorização. O foco foi organizar os dados coletados com base em quatro eixos analíticos principais, apresentados a seguir e ilustrados na Figura 4. Essa classificação visou oferecer uma compreensão mais clara e estruturada dos elementos que compõem o domínio da aplicação analisada, bem como dos critérios que orientarão as próximas fases da pesquisa.

Domínio da aplicação: Inicialmente, foram analisadas as informações referentes ao domínio específico da aplicação, incluindo definições conceituais, categorias envolvidas, contexto de uso, público-alvo e áreas de aplicação. Essa análise visou fundamentar teoricamente a pesquisa, justificando sua relevância e alinhamento com as necessidades reais do ambiente educacional digital.

Funcionalidades da aplicação: Em seguida, realizou-se uma investigação das funcionalidades que caracterizam a aplicação, ou seja, os recursos e operações que definem seu funcionamento e sua proposta de valor. Essa etapa permitiu compreender como a aplicação cumpre seus objetivos, quais tarefas ela automatiza ou facilita, e de que forma se diferencia de outras soluções similares.

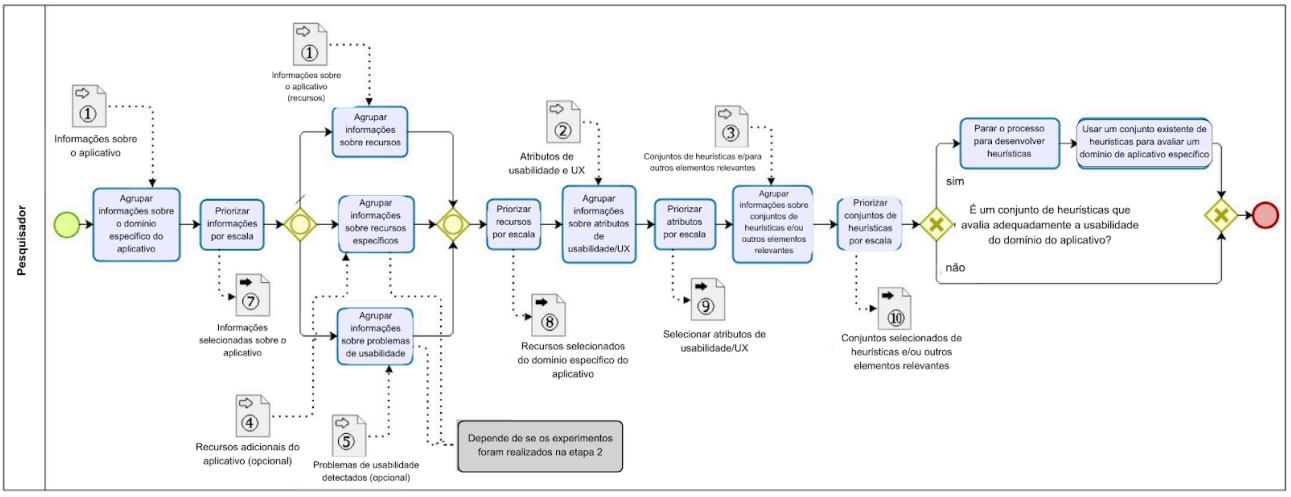
Atributos de usabilidade e experiência do usuário (UX): Foram identificados e classificados os principais atributos relacionados à usabilidade e à experiência do usuário que merecem atenção durante a avaliação heurística. Essa categorização buscou destacar aspectos como navegabilidade,

feedback, eficiência, acessibilidade, estética e engajamento — elementos fundamentais para garantir uma interação positiva e produtiva com o sistema.

Heurísticas e elementos complementares. Com base nas etapas anteriores deste trabalho — que incluíram a análise de heurísticas tradicionais, a identificação de adaptações específicas para o contexto educacional e a coleta de contribuições dos avaliadores —, realizou-se um mapeamento dos conjuntos de heurísticas existentes. Esse mapeamento abrange tanto os modelos clássicos, como os de Nielsen, quanto propostas adaptadas ou desenvolvidas para contextos semelhantes. Além disso, foram incorporados outros elementos relevantes, como diretrizes de design, padrões técnicos e boas práticas reconhecidas no desenvolvimento de interfaces para tecnologias educacionais.

Após a consolidação dessas informações, foi aplicada uma escala de priorização que permitirá classificar cada item conforme seu grau de importância para o desenvolvimento da nova proposta heurística. A escala será composta por três níveis: (3) muito importante, (2) um pouco importante e (1) não importante. Essa priorização contribuirá para uma análise mais estratégica, orientando decisões futuras sobre o que deve ser mantido, adaptado ou desenvolvido do zero.

Figura 4 – Estágio Descritivo



Fonte: (Quiñones et al., 2018)

1.4.4 Estágio 4 - Correlacional

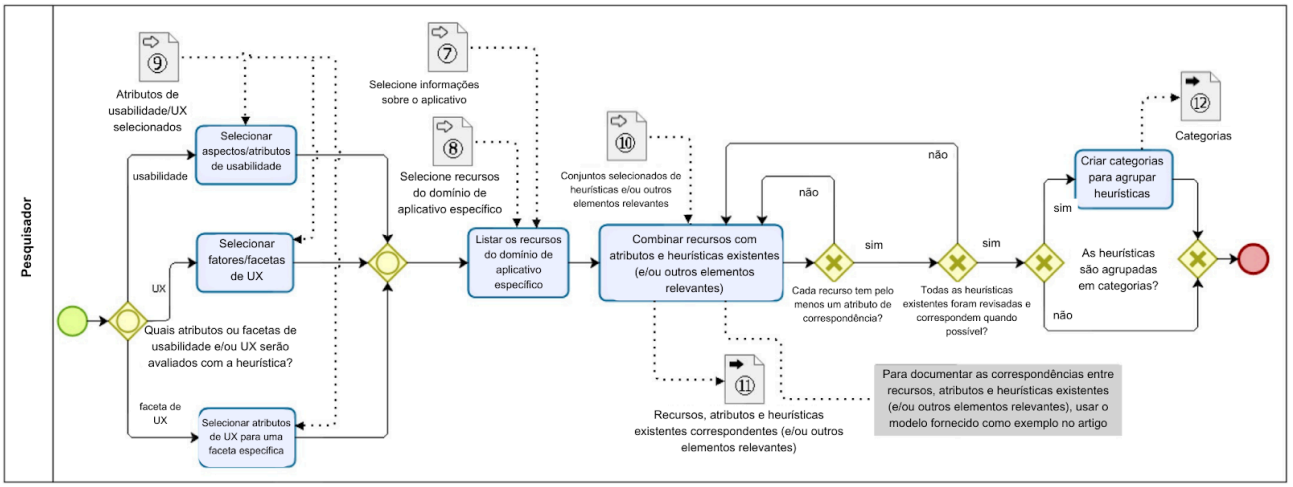
Nesta fase do estágio, buscou-se estabelecer uma conexão sistemática entre as características específicas do domínio da aplicação, os atributos de usabilidade e experiência do usuário (UX), e os conjuntos de heurísticas existentes, além de outros elementos relevantes, como diretrizes ou padrões aplicáveis. Essa etapa é essencial para garantir que as futuras propostas heurísticas estejam fundamentadas em uma compreensão contextualizada e coerente com as demandas do ambiente analisado.

O processo, representado na Figura 5, foi conduzido para assegurar que cada característica identificada no domínio da aplicação esteja associada a pelo menos um atributo de usabilidade ou UX. Essa correspondência permite evidenciar como aspectos específicos da aplicação influenciam diretamente a experiência do usuário e quais elementos devem ser priorizados durante a avaliação.

Após a associação com os atributos, o passo seguinte foi relacioná-los aos conjuntos de heurísticas já existentes — fossem eles tradicionais, como os de Nielsen, ou especializados em contextos similares. Esse processo possibilitou identificar o grau de cobertura dessas heurísticas em relação às demandas específicas do domínio, além de revelar possíveis lacunas.

Por fim, foi realizada uma categorização das heurísticas envolvidas, com o objetivo de organizar as informações de forma mais clara e acessível. Essa categorização contribuiu para simplificar a análise, facilitar comparações e apoiar a construção de uma proposta de heurísticas mais adequada ao contexto das tecnologias educacionais.

Figura 5 – Estágio Correlacional



Fonte: (Quiñones et al., 2018)

1.4.5 Estágio 5 - Seleção

Nesta etapa, o foco principal recai sobre a realização de uma análise aprofundada dos conjuntos de heurísticas de usabilidade e experiência do usuário previamente selecionados na fase anterior. Esse processo exige uma revisão criteriosa de cada heurística disponível, para embasar decisões fundamentadas e estratégicas quanto à sua aplicabilidade e relevância para a avaliação em desenvolvimento.

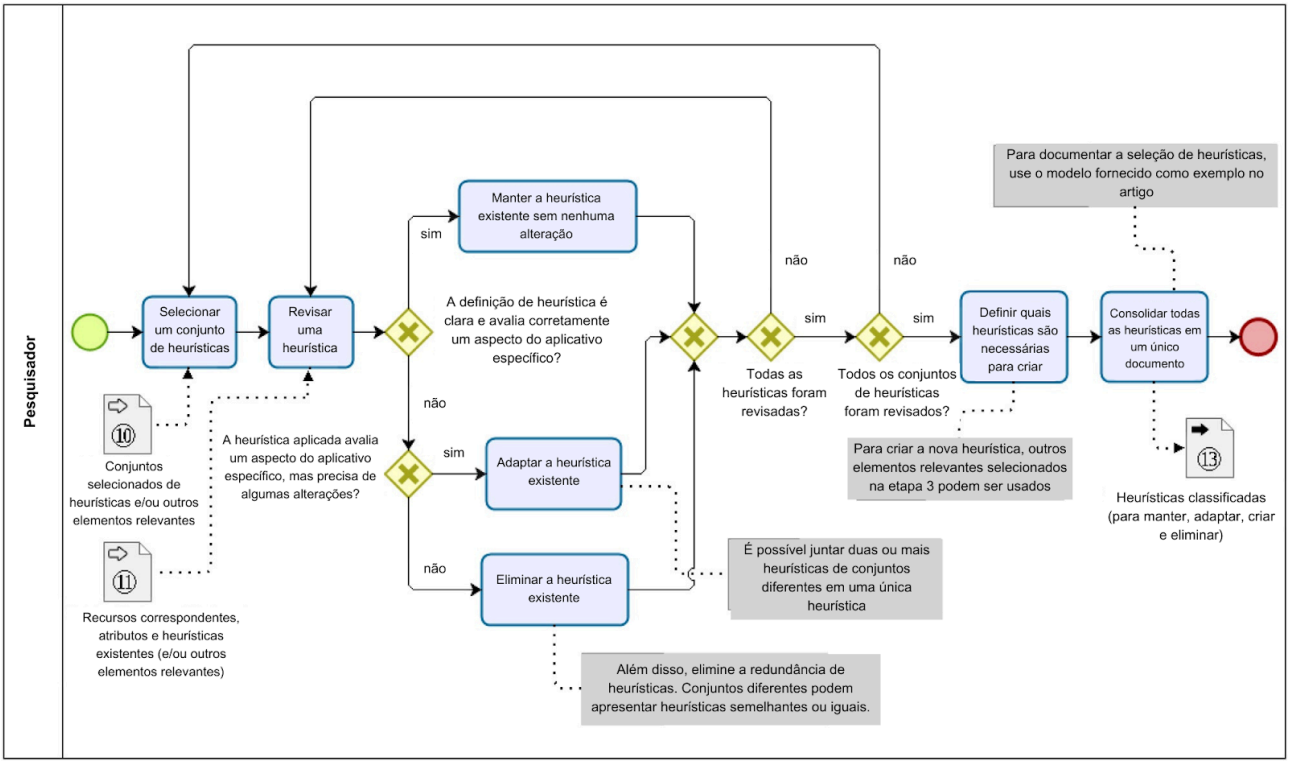
Cada heurística foi analisada de forma minuciosa, considerando uma série de fatores essenciais que podem influenciar diretamente na qualidade da usabilidade e da experiência do usuário da aplicação avaliada. Durante essa avaliação, foram ponderadas diferentes alternativas, cada uma com implicações específicas:

1. Manter a heurística existente sem modificações: Esta alternativa é adotada quando a heurística, em sua forma original, já contempla de maneira clara, precisa e eficaz um aspecto relevante da aplicação, alinhando-se adequadamente a um ou mais atributos de usabilidade, ou experiência do usuário, sem demandar ajustes.
2. Eliminar a heurística existente: Opta-se por essa abordagem nos casos em que a heurística trata de aspectos que não se mostram pertinentes ao contexto da aplicação analisada, sendo considerada irrelevante ou redundante dentro do escopo da avaliação.
3. Adaptar a heurística existente: Essa opção é utilizada quando se identifica a necessidade de reformular parcialmente uma heurística, de modo a adequá-la às especificidades da aplicação em questão e aos atributos de usabilidade e UX que se deseja avaliar. As adaptações podem envolver ajustes de linguagem, escopo ou foco de análise.

Adicionalmente, o processo contempla a possibilidade de combinação de heurísticas provenientes de diferentes conjuntos. Essa estratégia é adotada sempre que a fusão de princípios complementares puder resultar em uma heurística mais robusta, clara e útil para a análise, agregando valor à avaliação sem comprometer sua coerência.

Todas essas possibilidades são contempladas de forma sistemática no procedimento metodológico, conforme ilustrado na Figura 6, garantindo um processo de refinamento contínuo e criterioso na definição das heurísticas a serem utilizadas.

Figura 6 – Estágio de Seleção



Fonte: (Quiñones et al., 2018)

1.4.6 Estágio 6 - Especificação

Este estágio tem como objetivo central a formalização do novo conjunto de heurísticas de usabilidade e experiência do usuário (UX). A construção de cada heurística é realizada de maneira estruturada, com a inclusão de diversos elementos fundamentais para assegurar uma compreensão clara, objetiva e funcional. A intenção é garantir que cada heurística seja bem definida, facilmente comunicável e aplicável em diferentes contextos de avaliação.

Cada heurística recebe um identificador único (ID), o que facilita sua distinção e referência ao longo do processo de análise. Também é atribuída uma prioridade que indica seu grau de relevância na avaliação de determinado aspecto ou funcionalidade da aplicação. Essa prioridade é classificada em três níveis: Crítica, Importante ou Útil, orientando os avaliadores quanto ao impacto potencial de sua observância ou violação.

Além disso, cada heurística é nomeada com um título claro e intuitivo, seguido por uma definição concisa que sintetiza seu propósito. Em complemento, uma descrição mais detalhada é fornecida, aprofundando o entendimento sobre sua aplicação e os contextos em que se mostra mais pertinente.

A heurística é também relacionada a um recurso ou aspecto específico do domínio da aplicação, o que contribui para uma análise mais direcionada e contextualizada. Para ilustrar seu uso prático, são

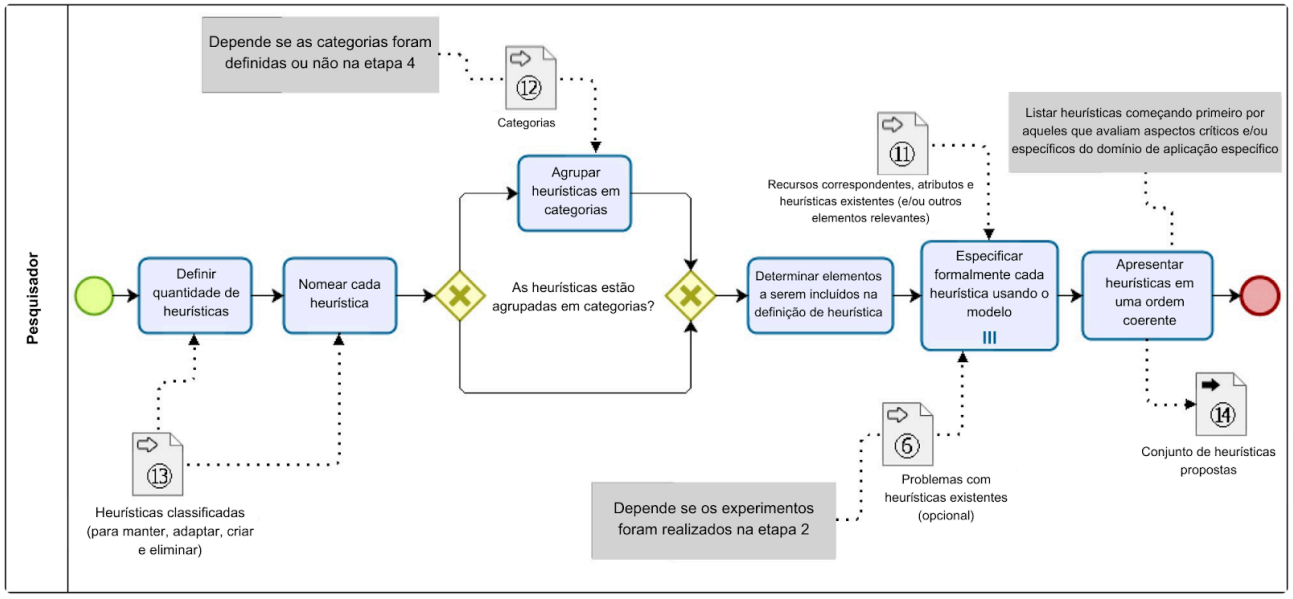
apresentados exemplos de conformidade e violação, facilitando a interpretação e aplicação pelos avaliadores.

Outro componente essencial é a explicitação dos benefícios esperados em termos de usabilidade e experiência do usuário, bem como possíveis dificuldades de interpretação ou aplicação da heurística. Uma lista de verificação (checklist) é incluída para servir como guia durante o processo avaliativo, oferecendo critérios concretos de análise. Também é especificado o atributo de usabilidade/UX diretamente avaliado por aquela heurística.

Por fim, são identificadas heurísticas relacionadas, além de informações sobre os conjuntos originais dos quais a heurística foi derivada ou inspirada, incluindo, quando pertinente, os nomes dos autores e as referências bibliográficas correspondentes.

Cada um desses elementos foi concebido visando maximizar a clareza, utilidade e eficácia da heurística no contexto da avaliação. As atividades específicas deste estágio estão sistematizadas na Figura 7.

Figura 7 – Estágio de Especificação



Fonte: (Quiñones et al., 2018)

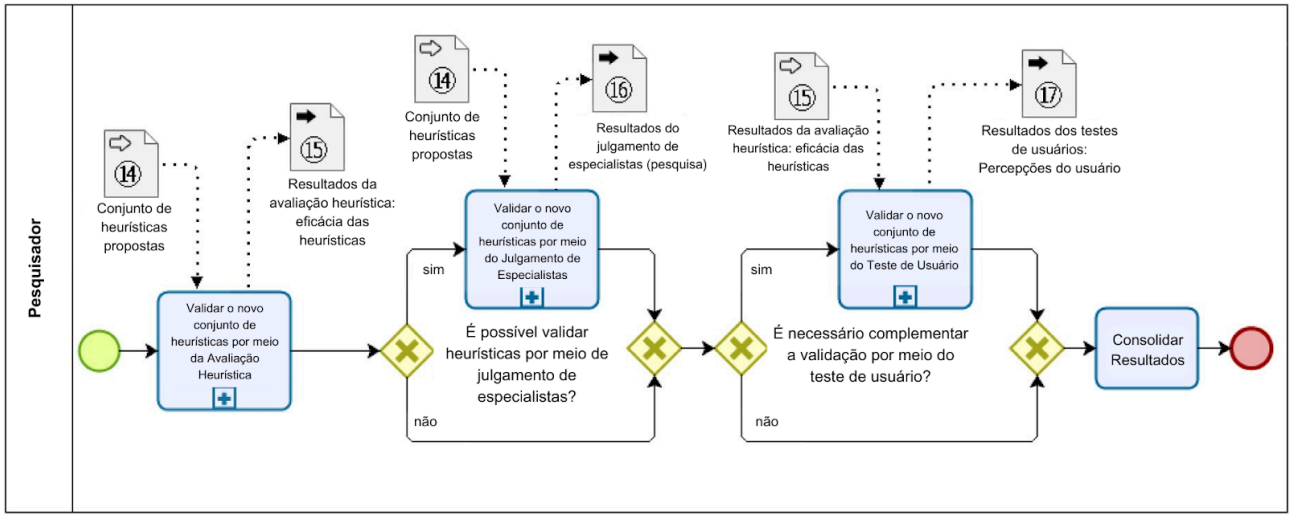
1.4.7 Estágio 7 - Validação

Neste estágio, ilustrado de forma gráfica na Figura 8, o foco está na validação das heurísticas desenvolvidas por meio de uma avaliação heurística comparativa. O objetivo central é realizar um confronto detalhado entre a eficácia das novas heurísticas específicas para o domínio das tecnologias educacionais e as heurísticas mais generalizadas de Nielsen, que não são voltadas para um contexto específico.

Será realizada uma análise rigorosa e crítica, com o propósito de avaliar o desempenho e a utilidade das novas heurísticas em comparação com as de Nielsen. Esse processo envolverá a execução de testes práticos e a coleta de dados relevantes, que possibilitarão a identificação clara dos pontos fortes e das limitações das heurísticas recém-desenvolvidas.

Além disso, o objetivo é compreender como as heurísticas específicas para o domínio das tecnologias educacionais podem agregar valor real, oferecendo *insights* e recomendações úteis e práticas para a melhoria da usabilidade e da experiência do usuário em sistemas educacionais. Essa análise não apenas validará as novas heurísticas, mas também contribuirá para sua aplicabilidade e adaptação dentro do contexto educacional, gerando direções claras para seu uso eficaz.

Figura 8 – Estágio de Validação



Fonte: (Quiñones et al., 2018)

1.4.8 Estágio 8 - Refinamento

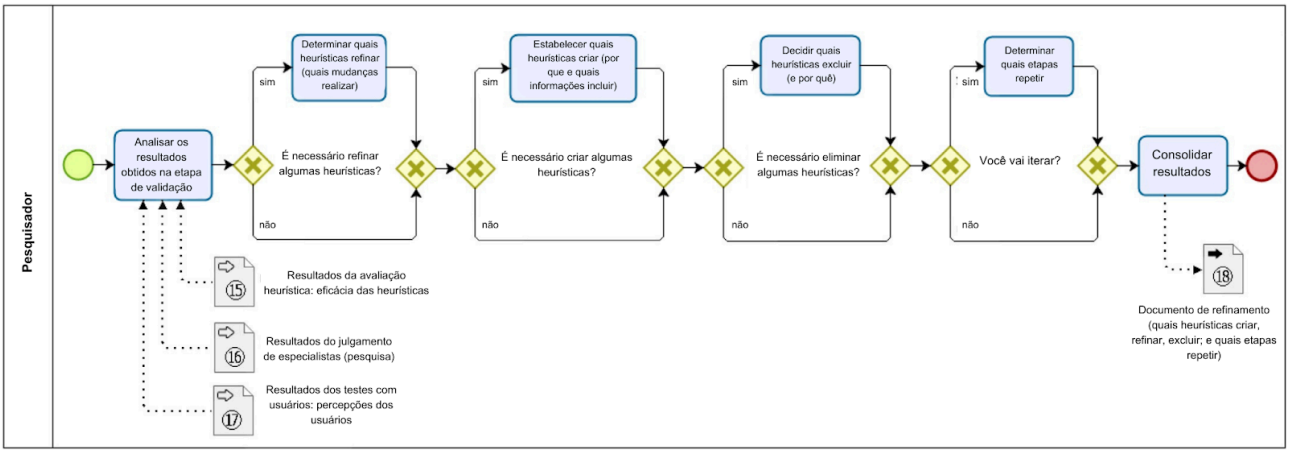
O propósito central desta fase é documentar de forma sistemática os problemas identificados durante a etapa de validação. O objetivo principal é determinar quais heurísticas precisam ser criadas, aprimoradas ou removidas, e, mais importante, fornecer justificativas claras para cada uma dessas decisões. Este estágio oferece uma oportunidade de realizar uma revisão detalhada tanto das heurísticas quanto dos dados coletados durante o processo de validação, permitindo uma avaliação crítica de sua eficácia e aplicabilidade.

Além disso, é possível que seja necessário reconsiderar etapas anteriores do processo, caso surjam novas informações ou *insights* que exijam ajustes. Essa reflexão garante que as melhorias sejam implementadas de forma completa e eficiente, assegurando que o conjunto de heurísticas evolua de maneira contínua. O principal objetivo é ajustar e refinar as heurísticas com base no feedback

recebido durante a validação, buscando sempre maximizar sua eficácia no contexto específico de Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

Este processo de documentação e revisão rigorosa visa garantir que as heurísticas estejam sempre alinhadas com as necessidades práticas dos usuários, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais eficiente e intuitiva. A Figura 9 ilustra como essas etapas se inter-relacionam no processo de refinamento das heurísticas.

Figura 9 – Estágio de Refinamento



Fonte: (Quiñones et al., 2018)

1.5. Estrutura do Documento

Os capítulos deste trabalho estão organizados da seguinte forma, acompanhando as etapas metodológicas desenvolvidas para a criação e validação do conjunto de heurísticas para avaliação de usabilidade e experiência do usuário em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs):

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, abordando os principais conceitos relacionados à usabilidade, experiência do usuário e tecnologias educacionais, bem como os trabalhos correlatos identificados na literatura;

O Capítulo 3 descreve o Estágio 1 da metodologia (exploratório), detalhando os procedimentos e resultados da Revisão Sistemática da Literatura realizada para mapear o estado da arte das heurísticas aplicadas à avaliação de usabilidade e UX em ambientes educacionais;

O Capítulo 4 aborda o Estágio 2 (experimental), voltado à coleta e análise de dados empíricos que subsidiaram a definição preliminar das dimensões e critérios heurísticos e apresenta o Estágio 3 (descritivo), no qual são organizadas as evidências e categorias identificadas, servindo de base para a estruturação inicial das heurísticas;

O Capítulo 5 trata do Estágio 4 (correlacional), responsável por estabelecer relações entre os critérios identificados e os objetivos específicos de usabilidade e UX em AVAs e o Estágio 5

(seleção), com foco na definição e refinamento dos critérios selecionados para compor o conjunto final de heurísticas;

O Capítulo 6 apresenta o Estágio 6 (especificação), no qual as heurísticas são formalmente descritas, incluindo orientações e exemplos de aplicação e Estágios 7 e 8 (validação e refinamento), com a apresentação dos resultados obtidos em contextos reais de aplicação e os ajustes realizados com base no retorno de especialistas e usuários;

Por fim, os Capítulos 7 e 8 trazem respectivamente os resultados das análises de hipóteses levantadas e as considerações finais, levando em consideração propostas para trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

A criação de heurísticas constitui um passo crucial no processo de design e desenvolvimento de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, visando aprimorar a usabilidade e a experiência do usuário. Para que um projeto atinja o êxito desejado, é imperativo obter um conhecimento aprofundado sobre a área e os temas que compõem o âmago do problema em questão. Esse embasamento teórico se faz fundamental não somente para justificar as escolhas adotadas, mas também para assegurar que todas as nuances e dimensões relevantes sejam consideradas durante a condução da pesquisa e do projeto.

2.1. Sistemas de Tecnologia Educacional

Sistemas de tecnologia educacional englobam uma ampla gama de aplicativos, plataformas, hardware e software criados com o propósito de apoiar o ensino e a aprendizagem. Eles abrangem desde Ambientes Virtuais de Aprendizagem e sistemas de gerenciamento de cursos até aplicativos móveis, recursos de realidade virtual e outros dispositivos eletrônicos. Esses sistemas podem ser categorizados segundo diferentes critérios:

2.1.1 Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs): Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) representam plataformas digitais dinâmicas e integradas que fornecem um ambiente colaborativo para o ensino e a aprendizagem. Esses ambientes oferecem recursos variados, incluindo salas de aula virtuais, fóruns de discussão, ferramentas de compartilhamento de arquivos e chats, possibilitando interações significativas entre alunos e professores (Garrison & Vaughan, 2018). A estrutura flexível dos AVAs permite a personalização do ensino, o que pode resultar em uma experiência educacional mais envolvente e adaptada às necessidades individuais dos alunos. Além disso, a utilização de tecnologias emergentes, como a realidade aumentada, tem demonstrado potencial para enriquecer os AVAs, proporcionando experiências de aprendizado imersivas e interativas. Exemplos incluem o uso de plataformas como o Moodle e o Google Classroom, que permitem a criação de trilhas personalizadas de aprendizagem, fóruns e feedback contínuo.

2.1.2 Sistemas de Gerenciamento de Aprendizado (SGA): Os Sistemas de Gerenciamento de Aprendizado (SGA) são ferramentas essenciais para administrar cursos e atividades educacionais online. Eles desempenham um papel fundamental na distribuição de conteúdo, no monitoramento do progresso do aluno e na realização de avaliações (Sharif & Sharif, 2019). A qualidade e usabilidade dos SGA são fatores-chave que influenciam diretamente a satisfação do aluno e o engajamento no processo de aprendizagem. A capacidade desses sistemas de oferecer uma interface

amigável, recursos interativos e acessibilidade adequada influencia significativamente a eficácia do ensino online, impactando diretamente a qualidade da experiência educacional. Exemplos de SGA amplamente utilizados incluem o Blackboard, que permite o acompanhamento detalhado do desempenho dos alunos e oferece ferramentas de comunicação integradas; o Canvas, conhecido por sua interface intuitiva e suporte a recursos multimídia; e o Moodle, que permite personalização extensiva e integração com plugins como fóruns gamificados ou relatórios de progresso. Além disso, alguns SGAs oferecem recursos como feedback automatizado em avaliações, videoconferências integradas e aplicativos móveis que ampliam o acesso ao aprendizado em diferentes contextos.

2.1.3 Recursos de Aprendizado Digital: Os Recursos de Aprendizado Digital englobam uma ampla gama de ferramentas e mídias que complementam o ensino tradicional. Jogos educacionais, vídeos, simulações e aplicativos móveis são exemplos desses recursos, que visam enriquecer a experiência de aprendizado (Mayer, 2019). Essas ferramentas têm o potencial de oferecer engajamento, interatividade e adaptação ao ritmo de aprendizagem de cada aluno (Gee, 2018). O uso estratégico desses recursos pode não apenas aumentar o interesse dos alunos, mas também promover uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos apresentados no contexto educacional.

2.1.4 Ferramentas de Avaliação: As Ferramentas de Avaliação desempenham um papel crucial na avaliação do desempenho dos alunos em ambientes digitais. Elas abrangem desde *quizzes* online até sistemas de correção automática, oferecendo feedback valioso para melhorar o processo de aprendizagem (DeLay et al., 2019). A qualidade das questões e a eficácia dos métodos de avaliação são elementos determinantes para uma avaliação justa e precisa do conhecimento adquirido pelos alunos. Além disso, o uso estratégico dessas ferramentas pode fornecer *insights* valiosos sobre o progresso do aluno, ajudando os educadores a ajustar suas estratégias de ensino (Fidalgo et al., 2017).

2.2. Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Uma das ferramentas centrais para efetivar a EAD são os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Existem discussões sobre sua definição, quais são as funcionalidades que os caracterizam e se é sinônimo de sistema de gestão da aprendizagem (Filho et al., 2020).

Para Dillenbourg (2003), um website educacional não é, necessariamente, um AVA. Por exemplo, disponibilizar na Internet um livro sobre construção de diagramas em estruturas isostáticas na forma de hipertexto, não apresenta maiores vantagens com relação ao próprio livro, mesmo que cada

capítulo apresente exercícios com a resolução, podendo ser acessada via *hiperlinks*. Da mesma forma, a utilização da tecnologia.

Utilizando o mesmo exemplo, pode-se ter uma edificação a partir da qual o usuário tem acesso com recursos da realidade virtual. Ao navegar sobre a edificação, pode-se consultar teoria e exercícios sobre a construção de diagramas em estruturas isostáticas, inclusive com diferentes animações que ilustrem os diferentes conceitos envolvidos no estudo. Essas características não são suficientes para caracterizar um AVA (Oliveira & Silva, 2024).

Para este trabalho, a definição de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) é a de que são plataformas online baseadas na internet, projetadas para facilitar atividades educacionais por meio das tecnologias de informação e comunicação. Essas plataformas oferecem uma variedade de recursos e mídias, como textos, imagens, vídeos, fóruns de discussão, salas de bate-papo, questionários, entre outros, organizados de maneira acessível. Essa definição atualizada reflete a natureza em constante evolução dessas plataformas, que continuam a se adaptar e incorporar novas ferramentas e abordagens pedagógicas para melhorar a experiência de ensino e aprendizagem.

Para a presente pesquisa, o foco recaiu especialmente sobre dois ambientes virtuais amplamente utilizados: a plataforma Udemy e o Google Classroom. Ambas foram analisadas por sua relevância e representatividade no cenário atual da EAD, bem como pela diversidade de recursos oferecidos e pela forma como estruturam e organizam os conteúdos educacionais.

2.3. Avaliação de Usabilidade e Experiência do Usuário

A avaliação de usabilidade e experiência do usuário desempenha um papel crucial no desenvolvimento e aprimoramento de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, visando garantir que tais sistemas atendam de maneira eficaz às necessidades dos usuários finais. A usabilidade refere-se à facilidade com que os usuários podem interagir com um sistema, enquanto a experiência do usuário abrange as percepções e respostas emocionais resultantes dessa interação. Para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, a usabilidade envolve a capacidade dos alunos e educadores de navegar pelo sistema, acessar conteúdo relevante, compreender as instruções e realizar tarefas acadêmicas de maneira eficiente. A experiência do usuário, por sua vez, engloba aspectos mais amplos, como satisfação, engajamento e motivação durante o uso do sistema (Hwang et al., 2020).

A avaliação de usabilidade e experiência do usuário abrange uma variedade de métodos e técnicas. Testes de usabilidade, por exemplo, envolvem a observação direta dos usuários enquanto eles realizam tarefas específicas, identificando obstáculos e áreas de melhoria. Além disso, questionários e entrevistas podem coletar percepções subjetivas dos usuários sobre a eficácia e a adequação do sistema. A análise de métricas de desempenho, como taxas de conclusão de tarefas e tempo gasto em diferentes seções, também oferece *insights* quantitativos sobre a usabilidade. Essas avaliações

não apenas identificam problemas, mas também contribuem para a identificação de padrões de uso, preferências do usuário e oportunidades de otimização (Alonso-Martínez et al., 2019).

Em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, a avaliação de usabilidade e experiência do usuário é ainda mais crucial, pois afeta diretamente o processo de aprendizado. Um sistema que não é intuitivo ou que causa frustração pode prejudicar a experiência de aprendizado, diminuir a motivação dos alunos e impactar negativamente os resultados educacionais. Portanto, as heurísticas de avaliação devem ser cuidadosamente adaptadas para contemplar as nuances do contexto educacional, considerando as características dos alunos, as abordagens pedagógicas adotadas e os objetivos de aprendizado (Calés et al., 2021).

2.4. Avaliação Heurística

A avaliação heurística é uma abordagem valiosa para a análise da usabilidade e experiência do usuário em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Heurísticas são diretrizes ou princípios de design que se baseiam em conhecimentos consolidados sobre boas práticas de usabilidade. A aplicação de avaliação heurística envolve a revisão sistemática da interface do sistema por especialistas, que buscam identificar problemas de usabilidade com base nessas heurísticas. Nesse contexto, a avaliação heurística oferece uma metodologia eficaz para descobrir e solucionar questões de design que podem afetar negativamente a interação dos usuários com o ambiente educacional digital (Zain & Harun, 2020).

Para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, a avaliação heurística pode ser adaptada para considerar elementos específicos do ambiente educacional, como a clareza da apresentação de conteúdo, a adequação das instruções fornecidas aos alunos e a facilidade de navegação em tarefas de aprendizado. Heurísticas pertinentes podem incluir a consistência da terminologia usada, a disponibilidade de feedback informativo sobre ações dos usuários e a promoção de um ambiente de aprendizado que estimule o engajamento e a motivação (Soomro et al., 2018).

A avaliação heurística pode ser realizada em diferentes estágios do desenvolvimento do sistema: desde protótipos iniciais até versões mais avançadas. É uma técnica valiosa para identificar problemas precocemente e implementar ajustes no design de forma iterativa. No entanto, é importante ressaltar que a avaliação heurística não substitui a necessidade de testes com usuários reais, uma vez que os especialistas podem não capturar todas as nuances das interações que os alunos terão (Nielsen, 1994).

Ao empregar a avaliação heurística em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, é fundamental envolver especialistas em design de interação e, preferencialmente, educadores que compreendam as necessidades pedagógicas dos usuários. Essa abordagem colaborativa contribui para a

identificação de problemas de usabilidade específicos do contexto educacional e para a criação de soluções mais eficazes (Kirchner et al., 2016).

2.5. Métodos de Avaliação

A avaliação de usabilidade e experiência do usuário engloba uma variedade de abordagens que permitem analisar e aprimorar a interação entre os usuários e os Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Dentre essas abordagens, destacam-se as heurísticas de Nielsen, as normas ISO e o método de avaliação Schneidman. Cada um desses tipos de avaliação oferece uma perspectiva valiosa para a identificação de problemas e o refinamento do design em ambientes educacionais digitais.

2.5.1 Heurísticas de Nielsen

As heurísticas de Nielsen, propostas por Jakob Nielsen em 1994, são um conjunto de diretrizes de design amplamente reconhecidas para avaliação de usabilidade. Essas heurísticas são princípios gerais que podem ser aplicados para identificar problemas comuns que afetam a experiência do usuário.

A visibilidade do status do sistema é um princípio que busca assegurar que os usuários sempre tenham conhecimento claro sobre o que está ocorrendo no sistema. Isso é alcançado através do fornecimento de feedback imediato e compreensível, permitindo que os usuários entendam as consequências de suas ações (Nielsen, 1994; Molich & Nielsen, 2013) .

A correspondência entre o sistema e o mundo real destaca a importância de utilizar uma linguagem e conceitos familiares aos usuários, tornando a interação com o sistema mais intuitiva. Ao alinhar os termos e estruturas do sistema com o conhecimento prévio dos usuários, facilita-se a compreensão e a utilização eficaz. O princípio de controle do usuário e liberdade defende a importância de oferecer aos usuários a capacidade de corrigir erros ou sair de situações indesejadas de forma fácil e rápida. Essa liberdade de navegação é essencial para encorajar a exploração e reduzir a frustração do usuário (Nielsen, 1994; Molich & Nielsen, 2013).

Consistência e padrões são princípios que ressaltam a importância de manter uma uniformidade no design e na interação ao longo de todo o sistema. Ao seguir padrões já estabelecidos e fornecer uma experiência consistente, os usuários conseguem antecipar e reconhecer o comportamento do sistema mais facilmente. A prevenção de erros é crucial para evitar que usuários cometam equívocos durante a interação. Projetar interfaces para minimizar a ocorrência de erros é fundamental para uma experiência de usuário mais suave e confiável (Nielsen, 1994; Molich & Nielsen, 2013).

A flexibilidade e eficiência de uso buscam garantir que o sistema seja acessível e eficaz tanto para usuários novatos quanto para os experientes. Oferecer atalhos, comandos abreviados ou outras

formas de agilizar tarefas permite que usuários realizem suas ações de forma mais rápida e eficiente. O design estético e minimalista realça a importância de apresentar informações de maneira clara, atraente e sem excessos, facilitando a compreensão e a navegação pelo sistema (Nielsen, 1994; Molich & Nielsen, 2013).

Reconhecimento ao invés de memorização sugere o uso de elementos facilmente reconhecíveis em vez de exigir que os usuários memorizem informações. Isso reduz a carga cognitiva sobre o usuário, tornando a interação mais intuitiva. Por fim, ajuda e documentação referem-se à disponibilidade de recursos de suporte, como informações contextuais e documentação detalhada, para auxiliar os usuários quando necessário (Nielsen, 1994; Molich & Nielsen, 2013).

As heurísticas de Nielsen são diretrizes valiosas, contudo, é vital reconhecer que, embora essas heurísticas forneçam uma base crucial, a singularidade de cada sistema ou plataforma demanda considerações específicas. Cada interface possui suas próprias nuances, necessidades e requisitos contextuais que podem não ser totalmente abrangidos por diretrizes genéricas. Dessa forma, ao avaliar a usabilidade de um sistema, é fundamental complementar essas heurísticas genéricas com a criação de diretrizes específicas, adaptadas e refinadas para as peculiaridades e demandas do sistema em questão (da Silva et al., 2022). Incorporar heurísticas específicas pode enriquecer a avaliação, garantindo uma compreensão mais precisa das interações e experiências dos usuários, resultando em melhorias mais direcionadas e efetivas na usabilidade do produto ou plataforma digital. Assim, a combinação sensata entre as heurísticas genéricas estabelecidas e a criação de diretrizes específicas é essencial para uma avaliação de usabilidade completa e abrangente, garantindo interfaces mais intuitivas, eficientes e satisfatórias para os usuários finais.

2.5.2 Normas ISO

As normas da série ISO 9241 tratam da ergonomia da interação humano-computador, com ênfase na usabilidade e na experiência do usuário em sistemas interativos. Entre as partes que compõem essa série, destacam-se a ISO 9241-11 e a ISO 9241-210, por fornecerem diretrizes essenciais para o desenvolvimento e a avaliação de sistemas digitais, como os Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

A norma ISO 9241-11, publicada em 1998, propõe uma definição prática e operacional de usabilidade, considerando-a como o grau em que um produto pode ser utilizado por usuários específicos para alcançar objetivos definidos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso determinado. Essa definição destaca que a usabilidade não é uma propriedade intrínseca do sistema, mas sim uma característica que depende da interação entre usuários, tarefas, equipamentos e ambientes. Assim, essa norma permite que a avaliação da usabilidade seja realizada de forma contextualizada e baseada em critérios mensuráveis, como o desempenho dos usuários ao utilizar o sistema em situações reais.

Complementando essa abordagem, a norma ISO 9241-210, publicada em 2010, apresenta diretrizes para o design centrado no ser humano, orientando o desenvolvimento de sistemas interativos que considerem as necessidades, habilidades e limitações dos usuários ao longo de todo o processo de concepção e implementação. Essa norma defende que o design deve ser baseado na compreensão explícita do contexto de uso e na participação contínua dos usuários, sendo conduzido e aperfeiçoado por meio de avaliações iterativas centradas na experiência do usuário. A aplicação esses princípios visa garantir que os sistemas sejam não apenas funcionais, mas também acessíveis, agradáveis e eficazes em promover os objetivos dos usuários.

No contexto dos ambientes de aprendizagem digitais, a adoção das normas ISO 9241-11 e ISO 9241-210 é particularmente relevante, pois contribui para a criação de interfaces mais intuitivas, eficientes e satisfatórias, o que impacta diretamente na qualidade da experiência de aprendizagem e no engajamento dos alunos.

2.5.3 Método de Avaliação Schneidman

O método de avaliação proposto por Ben Shneiderman, conhecido como "Eight Golden Rules of Interface Design", apresenta uma série de diretrizes para a concepção de interfaces interativas eficazes (Shneiderman et al., 2016). Essas regras abordam princípios como a consistência, atalhos de teclado, feedback informativo, diálogos simples e naturais, prevenção de erros, recuperação fácil de erros, flexibilidade e eficiência de uso, além de design estético e minimalista.

A aplicação desses métodos de avaliação contribui significativamente para o desenvolvimento de Ambientes Virtuais de Aprendizagem que sejam intuitivos, eficazes e motivadores para os usuários. Cada abordagem oferece uma estrutura sólida para avaliar aspectos específicos da usabilidade e experiência do usuário, promovendo a criação de ambientes digitais de aprendizado que atendam às necessidades e expectativas dos alunos e educadores.

2.5.4 Metodologia para desenvolver heurísticas de experiência de usuário

A metodologia para desenvolver heurísticas de experiência do usuário, conforme proposta no artigo "How to develop usability heuristics: A systematic literature review" de Daniela Quiñones e Cristian Rusu, oferece uma abordagem estruturada para a criação de heurísticas personalizadas (Quiñones & Rusu, 2013). Essa metodologia, composta por oito etapas, é uma ferramenta valiosa para pesquisadores e profissionais que desejam desenvolver heurísticas específicas para avaliar a usabilidade e a experiência do usuário em contextos educacionais digitais.

Essas oito etapas da metodologia (detalhadas no Capítulo 1) incluem o estágio exploratório, onde são coletadas informações sobre o domínio de aplicação específico, como definições, características e atributos de usabilidade e UX. Em seguida, o estágio experimental visa a coleta de características adicionais da aplicação e a identificação de problemas de usabilidade relacionados ao domínio, bem como problemas com heurísticas existentes. No estágio descritivo, as informações coletadas são

organizadas e priorizadas, ajudando na seleção dos elementos mais relevantes para a criação de novas heurísticas. O estágio correlacional envolve a correspondência de características, atributos e heurísticas existentes, ajudando a identificar lacunas no conjunto existente de heurísticas.

No estágio de seleção, o pesquisador decide quais heurísticas existentes manter, adaptar, criar ou eliminar com base nas necessidades do novo conjunto de heurísticas. O estágio de especificação detalha como criar o conjunto de heurísticas propostas. A validação do novo conjunto de heurísticas ocorre no estágio de validação, que pode incluir avaliação heurística, julgamento de especialistas e testes de usuário, dependendo dos recursos disponíveis.

O estágio final, o de refinamento, é fundamental para aprimorar o conjunto de heurísticas com base nos resultados da validação. Nesse estágio, o pesquisador decide quais heurísticas criar, refinar ou excluir e como fazê-lo. Além disso, é possível realizar iterações dessas etapas para aprimorar ainda mais o conjunto de heurísticas.

Portanto, a metodologia oferece uma estrutura flexível que pode ser aplicada conforme as necessidades específicas do domínio de aplicação, permitindo o desenvolvimento de heurísticas de usabilidade e experiência do usuário mais eficazes e adaptadas.

2.6. Trabalhos Relacionados

Para fundamentar teoricamente este trabalho, foi conduzida uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com foco em estudos relevantes sobre avaliação de usabilidade e experiência do usuário em tecnologias educacionais, especialmente em jogos e sistemas de ensino. A seleção dos estudos seguiu critérios previamente definidos, e cada um foi analisado integralmente, permitindo uma extração e síntese cuidadosa das contribuições mais significativas para a área.

O estudo de De Villiers (2005), "Usability Evaluation of an E-Learning Tutorial: Criteria, Questions and Case Study", propõe heurísticas aplicáveis a diversas tecnologias de aprendizagem, inclusive abordagens mais tradicionais como o CAI, considerando aspectos do ambiente e do engajamento do aluno. Já Yue e Zin (2013), em "Usability Evaluation for History Educational Games", desenvolvem heurísticas voltadas à interface, jogabilidade, mecânica e imersão, com ênfase na combinação de dados qualitativos e quantitativos.

Mohamed e Jaafar (2011), no estudo "Development and Potential Analysis of Heuristic Evaluation for Educational Computer Game (PHEG)", elaboram heurísticas específicas para jogos educacionais, culminando no modelo PHEG. Mtebe e Kissaka (2014), em "Heuristics for Evaluating Usability of Learning Management Systems in Africa”, propõem um conjunto de heurísticas que abrangem interface, eficácia didática e motivação para aprender. O trabalho de

Silveira, Martins e Vieira (2011), "E-Guess: Usability Evaluation for Educational Games", foca em aspectos pedagógicos e do conteúdo no contexto de jogos educacionais.

Outros estudos também contribuíram significativamente para esta revisão, como o de Hasiah et al., "Conceptual Framework for a Heuristics-Based Methodology for Interface Evaluation of Educational Games", que desenvolve uma metodologia voltada à criação de heurísticas para jogos educacionais, e o de Mtebe et al., "Evaluation of Usability of Learning Management Systems in Africa", que apresenta uma abordagem abrangente de usabilidade voltada a sistemas de gestão da aprendizagem.

Esses trabalhos fornecem uma base sólida para compreender como a usabilidade e a experiência do usuário são avaliadas em tecnologias educacionais, oferecendo diretrizes e heurísticas que buscam equilibrar aspectos pedagógicos e interativos. No entanto, observa-se que, em sua maioria, esses estudos não propuseram heurísticas ou diretrizes com base em uma metodologia formal, validada e composta por etapas bem definidas. A presente pesquisa se diferencia por concentrar-se exclusivamente na avaliação de usabilidade e ux em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), desenvolvendo e validando heurísticas adaptadas às particularidades desses contextos. Enquanto estudos anteriores abordam um espectro mais amplo de tecnologias ou se concentram em jogos educacionais, este estudo contribui com um olhar mais direcionado e refinado para as interações nos AVAs, com base em um processo metodológico estruturado.

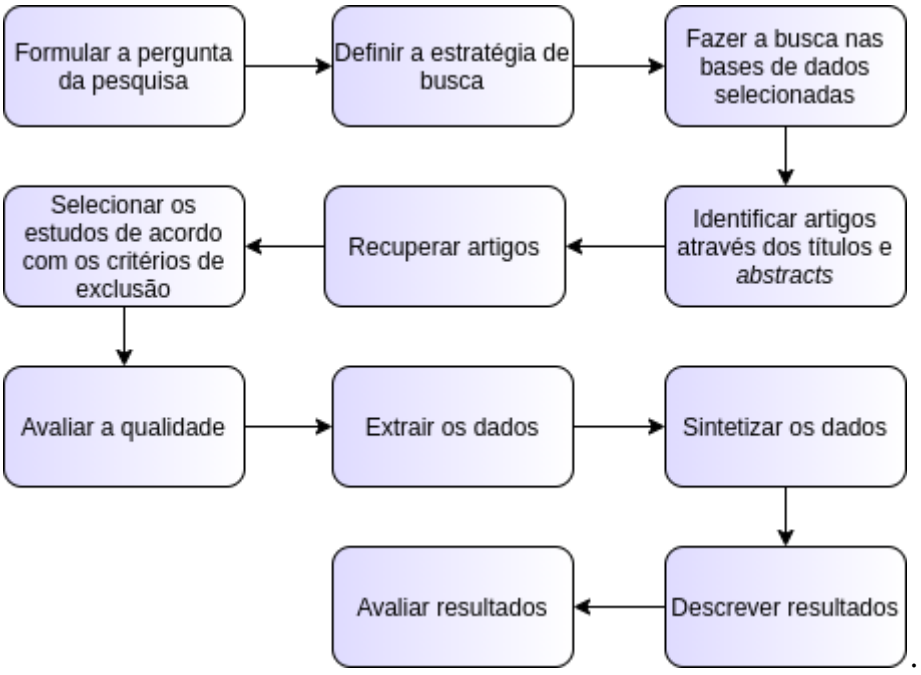
3. MÉTODO - ESTÁGIO EXPLORATÓRIO

Este capítulo apresenta os resultados da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que corresponde à primeira etapa da metodologia deste trabalho. Esta etapa pretende embasar teoricamente a construção do conjunto de heurísticas proposto nos estágios seguintes.

3.1 Objetivos e Questões da Pesquisa

Para o melhor desenvolvimento do conjunto de heurísticas no presente trabalho, foi realizado uma revisão sistemática como metodologia, levando em consideração as suas vantagens e a possibilidade de ser replicável. De acordo com Sampaio e Mancini (2017), algumas das vantagens de uma revisão sistemática é a possibilidade de ser replicável e de identificar lacunas na pesquisa atual. As etapas utilizadas para construção do artigo estão apresentadas na Figura 10.

Figura 10 – Fases da Revisão Sistemática



Fonte: (Sampaio e Mancini, 2017)

O primeiro passo foi formular a questão geral da pesquisa e logo em seguida o objetivo e questões mais aprofundadas. Após isso, foi definida a *string* de busca que seria utilizada nas bases de dados selecionadas. Em seguida os artigos foram selecionados conforme os critérios de exclusão, avaliados e deu-se início ao processo de extração e sintetização dos dados, para melhor encaminhamento ao responder às questões da pesquisa. Na fase final, os resultados foram descritos e avaliados.

3.1.1 Objetivo e Questões de Pesquisa

O objetivo desta pesquisa foi conduzir um mapeamento sistemático da literatura relacionado ao desenvolvimento de conjuntos de heurísticas para avaliação de Usabilidade/Experiência do Usuário em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Para tanto, para alcançar esse objetivo, foram elaboradas as questões de pesquisa: (Q1) Quais referenciais teóricos têm sido adotados? (Q2) Quais os tipos de tecnologias educacionais avaliadas? Qual a tecnologia? (Q3) No caso de artigos que aplicam heurísticas de usabilidade e UX em tecnologias educacionais, qual conjunto de heurísticas foram utilizados? (Q4) No caso de artigos que aplicam heurísticas de usabilidade e UX em tecnologias educacionais, quais as principais violações encontradas? (Q5) Qual a conferência ou periódico que o trabalho foi publicado? (Q6) Objetivo do estudo (Q7) Quais as principais heurísticas elaboradas para avaliação de usabilidade e UX para tecnologias educacionais? (Q8) Como as heurísticas de usabilidade foram desenvolvidas?

3.1.2 Estratégia de busca

Para construção da *string* de busca foi levado em consideração a especificidade do tema e como seria possível alcançar um bom número de artigos para que fosse possível executar um bom filtro e análise baseado nos critérios de exclusão. A Tabela 1 apresenta a *string* gerada em português para o processo de busca dos artigos.

Tabela 1. String de busca em Português

((“avaliação de usabilidade” OR “avaliação da usabilidade” OR “avaliação de experiência do usuário” OR “avaliação de UX”) AND (“tecnologia educacional” OR “ambiente virtual de aprendizagem” OR “jogo educacional” OR “software educacional” OR “AVA”) AND "heurística")

Fonte: (Elaborado pela autora)

A Tabela 2 apresenta a *string* gerada em inglês e utilizada no processo de busca dos artigos para o mapeamento sistemático.

Tabela 2. String de busca em Inglês

((“usability evaluation” OR “UX evaluation” OR “user experience evaluation”) AND (“educational technology” OR “technology for education” OR “learning management system” OR “educational game” OR “educational software” OR “software for education”) AND “heuristic”)

Fonte: (Elaborado pela autora)

3.1.3 Coletas dos trabalhos e Fontes de Busca

Para fase de coleta dos trabalhos, foi definido um elemento importante, sendo este as fontes da busca. Sobre as fontes de busca, quatro foram escolhidas: A ACM Digital Library, uma biblioteca da Association for Computing Machinery, a IEEE Advancing Technology for Humanity, SCOPUS que é um database da Elsevier e Wiley Online Library.

As bibliotecas ao total retornaram 44 artigos, sendo 6 resultantes da ACM, 17 da IEEE, 16 da Scopus e 4 da Wiley. As fontes de buscas utilizadas para realização deste trabalho foram escolhidas

pela sua importância e pela acessibilidade. É importante destacar que o motor de busca presente nestas fontes apresenta opções de parametrização que permitem o filtro mais detalhado dos trabalhos pesquisados.

Inicialmente, foi considerado aplicar um recorte temporal às buscas, limitando a seleção de trabalhos a publicações realizadas nos últimos dez anos. No entanto, durante a fase exploratória da pesquisa, observou-se uma escassez de trabalhos diretamente relacionados às heurísticas ou diretrizes de usabilidade aplicadas especificamente a Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), especialmente dentro dos critérios estabelecidos. Diante disso, optou-se por não delimitar um período específico, de modo a ampliar o escopo da coleta e garantir que trabalhos relevantes, ainda que mais antigos, fossem contemplados na análise.

3.1.4 Critérios de Exclusão

Para a inclusão de um trabalho na pesquisa, foi determinada sua relevância em relação às questões de pesquisa considerando os critérios de exclusão, a saber: (i) Não ter sido publicado nas bases selecionadas; (ii) Artigos cuja língua não sejam inglês e português; (iii) Artigos que não fossem full papers ou short papers (excluindo notas do editor, índices, apresentações em PowerPoint, etc.); (iv) Artigos que não apresentassem resultados de pesquisas primárias (excluindo surveys, mapeamentos sistemáticos e revisões da literatura); e (v) Artigos que não propusessem heurísticas ou diretrizes para a avaliação de usabilidade ou Experiência do Usuário (UX) especificamente em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs).

Após a aplicação dos critérios de exclusão, que incluíram a análise da língua (inglês), do formato (artigos completos, excluindo shorts e resumos) e, principalmente, da proposta do trabalho em apresentar heurísticas ou diretrizes para a avaliação de usabilidade ou UX especificamente em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), dos 44 trabalhos inicialmente retornados na busca, sete foram incluídos para a etapa de extração de dados. A Tabela 4 apresenta a quantidade de trabalhos incluídos por ferramenta de busca. Todos os trabalhos incluídos podem ser encontrados no link https://zenodo.org/records/15848925/files/Artigos%20IHC.xlsx?download=1

Tabela 3. Trabalhos selecionados, Incluídos e Excluídos.

Fontes de busca	Selecionados	Incluídos	Excluídos
ACM Digital	6	2	4
IEEE	17	2	15
Scopus	16	3	13
Wiley	4	0	4

Fonte: (Elaborado pela autora)

3.1.5 Extração e Sintetização dos Dados

Após a seleção dos estudos, os artigos foram submetidos à fase de extração e sintetização dos dados, na qual foram lidos por completo e extraídos de seus conteúdos as possíveis respostas e/ou

relações com as questões de pesquisa. Nesta fase, foi criado um arquivo com as perguntas e respostas baseadas em cada artigo, para que facilitasse assim o processo de análise para cada questão levantada.

3.1.6 Análise das Questões de pesquisa

Esta seção mostra o mapeamento das evidências encontradas nos estudos primários como respostas aos questionamentos levantados nas oito questões propostas.

Q1 - Quais referenciais teóricos têm sido adotados?

Os referenciais teóricos adotados pelos autores dos estudos analisados revelam diferentes perspectivas e enfoques no campo da usabilidade, especialmente voltados à avaliação de sistemas interativos, ambientes educacionais digitais e jogos. Cada trabalho recorre a autores que são considerados relevantes dentro do escopo de suas propostas metodológicas e objetivos de pesquisa, refletindo tanto abordagens consolidadas quanto contribuições específicas para contextos como o educacional e o lúdico.

No estudo de De Villiers (2004), os principais referenciais teóricos utilizados foram Mayes e Fowler (1999), Preece e Squires (1999), Reeves (1997) e Reeves e Hedberg (2003). Esses autores são amplamente reconhecidos pelas contribuições na área de design instrucional, aprendizagem mediada por tecnologia e interação em ambientes educacionais. Mayes e Fowler, por exemplo, discutem modelos conceituais de aprendizagem que influenciam o desenvolvimento de sistemas interativos. Preece e Squires, por sua vez, são referências na avaliação da interatividade e na adaptação de princípios de usabilidade a contextos educacionais. Reeves e colaboradores contribuem com modelos de avaliação de mídias interativas, com ênfase na aprendizagem e na experiência do usuário. A escolha desses autores evidencia uma preocupação com os aspectos pedagógicos, cognitivos e interativos no uso de tecnologias educacionais.

Yue, Wong Seng e Zin (2009) adotam um conjunto de referenciais mais restrito e direcionado, composto por Pinelle; Korhonen e Koivisto; e Garzotto. Esses autores se destacam por propor heurísticas e critérios específicos para a avaliação de jogos digitais e interfaces lúdicas. Pinelle, por exemplo, é conhecido por desenvolver heurísticas voltadas à jogabilidade, enquanto Korhonen e Koivisto contribuem com modelos de avaliação que consideram a experiência do jogador. Garzotto, por sua vez, trabalha com métodos de design e avaliação de aplicações interativas, com foco especial em ambientes multimídia e jogos educativos. A adoção desses referenciais indica o interesse dos autores em abordar aspectos lúdicos e interativos de forma mais especializada.

Nos trabalhos de Mohamed, Hasiah e Jaafar (2010) e de Omar, Mohamed, Ibrahim e Jaafar (2011), observa-se uma base teórica muito semelhante, composta por autores como Nielsen e Molich, Malone, Clanton, Federoff, Korhonen, Song e Lee, e Pinelle. Nielsen e Molich são considerados

pioneiros na formulação das heurísticas de usabilidade, sendo amplamente utilizados em estudos de avaliação. Malone e Clanton exploram elementos motivacionais e de engajamento nos jogos, enquanto Federoff contribui com diretrizes para design de jogos baseadas na experiência do usuário. Korhonen, Song e Lee e Pinelle reforçam essa abordagem ao proporem heurísticas específicas para o contexto de jogos digitais. Esses referenciais demonstram um esforço dos autores em integrar princípios clássicos de usabilidade com diretrizes voltadas à experiência lúdica e envolvente, típica de ambientes gamificados.

O estudo de Mtebe e Kissaka (2015) apresenta uma das abordagens teóricas mais amplas e diversificadas dentre os trabalhos analisados. Os autores recorrem a uma variedade de estudiosos que contribuíram para diferentes dimensões da avaliação de sistemas interativos, tais como Ardito et al.; Squires e Preece; Lanzilotti et al.; Albion; Alsumait e Al-Osaimi; Koulocheri, Soumplis, Kostaras e Xenos; Reeves et al.; Ssemugabi e De Villiers; Zaharias; Vieira, Silveira e Martins; e Lauesen. Essa variedade indica uma tentativa de construção de um modelo mais abrangente de avaliação, contemplando aspectos de usabilidade clássica, usabilidade educacional, heurísticas específicas, acessibilidade, qualidade da experiência do usuário e aprendizagem mediada por tecnologia. A diversidade de autores utilizados aponta para uma abordagem metodológica complexa, que considera diferentes dimensões da interação com sistemas educacionais digitais.

Por fim, no estudo de da Silveira, Martins e Vieira (2021), os referenciais teóricos estão centrados nos trabalhos de Vieira, Silveira e Martins e de Lauesen. Ambos são autores que oferecem contribuições relevantes para a sistematização de heurísticas e critérios de avaliação voltados a contextos digitais educacionais. A referência a esses autores revela um esforço em dar continuidade às discussões teóricas desenvolvidas em trabalhos anteriores, incorporando inovações metodológicas e adaptações aos contextos contemporâneos de uso de tecnologias na educação.

Dentre os autores mais recorrentes nos trabalhos analisados, destacam-se Nielsen e Molich, Pinelle, Korhonen, e Reeves. A presença constante de Nielsen e Molich evidencia a forte influência das heurísticas clássicas de usabilidade no desenvolvimento de métodos de avaliação aplicáveis tanto a interfaces convencionais quanto a jogos e sistemas educacionais. Pinelle e Korhonen são frequentemente citados devido à relevância de suas contribuições para a jogabilidade e para a avaliação de experiências lúdicas. Já Reeves, citado em diferentes composições autorais, contribui com uma perspectiva centrada na aprendizagem interativa e na qualidade educacional das tecnologias digitais. A frequência com que esses autores são referenciados indica sua importância como base conceitual sólida para pesquisas que buscam integrar usabilidade, aprendizagem e experiência do usuário.

Q2 - Quais os tipos de tecnologias educacionais avaliadas? Qual a tecnologia?

No presente estudo, foram identificados diferentes tipos de tecnologias educacionais avaliadas pelos autores em suas respectivas pesquisas. As tecnologias variam em complexidade, abordagem pedagógica e recursos de interatividade, refletindo a diversidade de soluções aplicadas ao ensino com suporte tecnológico.

De Villers, Ruth (2004) avaliou o uso de Computer-Aided Instruction (CAI), ou instrução assistida por computador. Essa tecnologia educacional refere-se ao uso de softwares interativos para reforçar conteúdos por meio de exercícios, tutoriais e feedback automatizado. Trata-se de uma abordagem tradicional, mas eficaz, que combina elementos multimídia com princípios pedagógicos para oferecer um ambiente de aprendizado individualizado e controlado.

Yue, Wong Seng e Zin, Nor Azan Mat (2009) desenvolveram e avaliaram um modelo de design chamado History Multimedia Interactive Educational Game (HMIEG), voltado especificamente para o ensino de história. Este modelo combina dois componentes principais: o pedagógico e o de jogo (game). No aspecto pedagógico, o HMIEG incorpora oito elementos fundamentais para a aprendizagem: engajamento, definição de objetivos de aprendizagem, motivação, pensamento crítico, necessidades psicológicas, exploração, desafio e competição. A tecnologia, portanto, consiste em um jogo educacional multimídia interativo, cuidadosamente estruturado para promover o aprendizado significativo por meio da gamificação.

Mtebe, J.S. e Kissaka, M.M. (2015) relataram o uso de uma versão customizada da plataforma Moodle. O Moodle, enquanto ambiente virtual de aprendizagem (AVA), é amplamente utilizado no contexto educacional, e sua personalização permite adaptações específicas às necessidades do conteúdo, dos estudantes e das estratégias pedagógicas. Nesse caso, a tecnologia educacional avaliada é uma plataforma de gestão de aprendizagem adaptada, reforçando o potencial do Moodle como ferramenta flexível e extensível para o ensino online.

Da Silveira, A.C., Martins, R.X. e Vieira, E.A.O. (2021) analisaram o uso de um jogo de RPG virtual como tecnologia educacional. O jogo foi desenvolvido visando ensinar a Tabela Periódica dos elementos químicos. Esse tipo de tecnologia se destaca por unir narrativa envolvente, interatividade e elementos de fantasia ao conteúdo científico, criando um ambiente lúdico e imersivo que favorece a aprendizagem ativa e contextualizada.

Por outro lado, os trabalhos de Mohamed, Hasiah e Jaafar, Azizah (2010), bem como de Omar, Hasiah Mohamed; Ibrahim, Roslina e Jaafar, Azizah (2011), não apresentaram de forma clara ou específica as tecnologias educacionais avaliadas em seus estudos. A ausência dessas informações limita a compreensão sobre os recursos tecnológicos empregados, caso existam, e suas implicações pedagógicas.

Assim, observa-se que os estudos analisados exploram desde tecnologias educacionais mais tradicionais, como os sistemas CAI, até abordagens contemporâneas baseadas em jogos e

plataformas virtuais adaptadas. No entanto, também é evidente que nem todos os autores descreveram detalhadamente as tecnologias utilizadas, o que representa uma lacuna importante para a análise comparativa entre os trabalhos.

Q3 - No caso de artigos que aplicam heurísticas de usabilidade e UX em tecnologias educacionais, qual conjunto de heurísticas foram utilizados?

Nos estudos que aplicam heurísticas de usabilidade e experiência do usuário (UX) em tecnologias educacionais, são frequentemente identificadas diversas violações que impactam diretamente a eficácia do processo de ensino-aprendizagem. Esses estudos, baseando-se em diferentes abordagens teóricas e heurísticas adaptadas ou desenvolvidas especificamente para o contexto educacional, revelam padrões recorrentes de problemas que comprometem tanto a usabilidade quanto a experiência pedagógica dos usuários — geralmente estudantes e professores.

De Villiers (2004), ao aplicar uma versão customizada das heurísticas de Nielsen filtradas por conceitos da cognição, destaca que muitas das violações estão relacionadas à ausência de correspondência entre o modelo mental do designer e o modelo do aprendiz (*match between designer and learner model*). Isso indica que os sistemas educacionais frequentemente refletem uma lógica de desenvolvimento técnico que não se alinha com os modos como os estudantes compreendem e processam informações. Além disso, também foram identificadas falhas em aspectos como a fidelidade da navegação (*navigational fidelity*), que compromete a previsibilidade e a fluidez das interações, bem como a representação simbólica pouco compreensível ou sem significado para o público-alvo (*understandable and meaningful symbolic representation*). A carência de suporte a formas de aprendizagem pessoalmente significativas e a ausência de estratégias adequadas para o reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros cognitivos também se destacam como limitações importantes. Ademais, muitos sistemas não apresentam correspondência com os objetivos e conteúdos do currículo, o que evidencia uma desconexão pedagógica.

Outros estudos, como o de Yue, Wong Seng e Zin (2009), e Mohamed e Jaafar (2010), utilizam a norma internacional ISO de usabilidade como referência para avaliação. A partir dessa perspectiva, as principais violações observadas concentram-se em três atributos centrais: eficácia, eficiência e satisfação. Em muitas tecnologias educacionais, os usuários não conseguem atingir seus objetivos com precisão e rapidez, ou relatam insatisfação com a experiência geral, o que aponta falhas tanto no design da interface quanto no alinhamento com as necessidades pedagógicas dos usuários.

No trabalho de Omar, Mohamed, Ibrahim e Jaafar (2011), foi desenvolvido o sistema *AHP-Based Holistic Online Evaluation System for Educational Computer Games* (AHP_HeGES), justamente para apoiar o processo avaliativo de jogos educativos. Com essa ferramenta, foi possível identificar violações relacionadas ao equilíbrio entre entretenimento e objetivos pedagógicos, ao feedback

inadequado durante o uso, e à dificuldade de navegação. Esses fatores contribuem para a dispersão cognitiva e diminuem o potencial de aprendizagem que esses jogos poderiam proporcionar.

Já Mtebe e Kissaka (2015) propõem uma abordagem que adapta as heurísticas de Nielsen e as combina com as heurísticas de design educacional propostas por Quinn (1996). Os resultados revelam violações significativas quanto à falta de suporte para aprendizagem ativa, pouca adaptabilidade dos sistemas às necessidades individuais dos aprendizes e ausência de mecanismos eficazes para incentivar o engajamento. Essa combinação de heurísticas permitiu observar com mais clareza as falhas específicas de ambientes educacionais digitais, que não apenas dificultam a usabilidade, mas também comprometem os princípios pedagógicos fundamentais.

Mais recentemente, da Silveira, Martins e Vieira (2021) retomam diretamente as heurísticas de Nielsen para avaliar plataformas educacionais digitais e identificam novamente problemas persistentes como inconsistências no design, dificuldades de navegação, ausência de feedback claro, e interfaces sobrecarregadas que confundem os usuários. Tais violações, mesmo após décadas de pesquisas sobre usabilidade, mostram-se recorrentes e indicam que o campo das tecnologias educacionais ainda enfrenta desafios importantes na incorporação efetiva de princípios consolidados de UX.

Portanto, ao analisar os diversos estudos que aplicam heurísticas de usabilidade e UX em tecnologias educacionais, observa-se que as principais violações estão associadas à desconexão entre design e cognição dos usuários, à inadequação da navegação e do feedback, à ausência de alinhamento com objetivos curriculares e pedagógicos, e à dificuldade em promover experiências de aprendizagem significativas. Esses problemas revelam a necessidade de integrar mais profundamente os conhecimentos da psicologia cognitiva, da pedagogia e do design centrado no usuário na concepção e avaliação de soluções educacionais digitais.

Q4 - No caso de artigos que aplicam heurísticas de usabilidade e UX em tecnologias educacionais, quais as principais violações encontradas?

Nos artigos que aplicam heurísticas de usabilidade e UX em tecnologias educacionais, observou-se que os autores, em sua maioria, não apresentam de forma explícita ou detalhada as principais violações encontradas durante as avaliações. De Villiers (2004), por exemplo, discute a aplicação de métodos heurísticos em softwares educacionais, mas não especifica quais foram as violações mais recorrentes identificadas nas análises. Da mesma forma, Yue, Wong Seng e Zin (2009) exploram a integração de heurísticas no design instrucional, porém sem relatar claramente falhas de usabilidade observadas.

Mohamed e Jaafar (2010) propõem um modelo baseado em heurísticas para avaliação de ambientes educacionais, mas não detalham as violações encontradas nas aplicações analisadas. No estudo de

Omar, Ibrahim e Jaafar (2011), é apresentado um framework de avaliação heurística voltado a sistemas educacionais, contudo, não se evidencia uma categorização das falhas mais comuns.

Mtebe e Kissaka (2015) realizam análises em plataformas educacionais africanas, mas também não apresentam de forma sistematizada as principais violações identificadas. Por fim, da Silveira, Martins e Vieira (2021), ao aplicarem heurísticas de usabilidade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, não fornecem um levantamento claro ou uma síntese das violações mais frequentes. Assim, conclui-se que, apesar de aplicarem métodos heurísticos, os autores citados não se dedicam a destacar ou sistematizar as principais violações de usabilidade e UX observadas, o que limita uma compreensão mais abrangente sobre os problemas recorrentes em tecnologias educacionais.

Q5 - Qual a conferência ou periódico que o trabalho foi publicado?

O trabalho de De Villiers, Ruth (2004) foi publicado nos anais da conferência *SAICSIT '04: Proceedings of the 2004 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on IT Research in Developing Countries*. Trata-se de um evento de pesquisa acadêmica promovido pelo Instituto Sul-Africano de Cientistas da Computação e Tecnologistas da Informação, cuja proposta central é fomentar discussões sobre tecnologia da informação aplicada a contextos de países em desenvolvimento. Essa conferência se destaca por incentivar a produção científica voltada à realidade socioeconômica do Sul Global, oferecendo um espaço de diálogo interdisciplinar e de trocas entre pesquisadores que buscam soluções inovadoras e sustentáveis para os desafios locais. A publicação do trabalho nesse contexto reforça seu compromisso com a relevância social da pesquisa em TI.

No caso de Yue, Wong Seng e Zin, Nor Azan Mat (2009), a publicação foi realizada nos anais do *ICIS '09: Proceedings of the 2nd International Conference on Interaction Sciences: Information Technology, Culture and Human.* Esta conferência internacional reúne especialistas e estudiosos das ciências da interação, com ênfase na interface entre tecnologia da informação, cultura e fatores humanos. O evento se configura como um espaço para a discussão de abordagens centradas no usuário, destacando como os sistemas tecnológicos são moldados por práticas culturais e necessidades humanas. A escolha desse veículo de publicação reforça o caráter interdisciplinar do trabalho e sua contribuição para a compreensão da experiência humana mediada por tecnologias digitais.

O estudo de Mohamed, Hasiah e Jaafar, Azizah (2010) foi apresentado na *5th International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology.* Esta conferência é reconhecida por abordar temas emergentes relacionados à convergência de tecnologias computacionais, incluindo computação ubíqua, redes inteligentes, segurança da informação, entre outros tópicos contemporâneos. A proposta do evento é reunir pesquisadores de diversas vertentes da computação para discutir como diferentes tecnologias podem convergir para resolver problemas

complexos da sociedade moderna. A publicação neste fórum internacional evidencia o alinhamento do trabalho com as tendências tecnológicas e científicas em constante evolução.

Por sua vez, o trabalho de Omar, Hasiah Mohamed, Ibrahim, Roslina e Jaafar, Azizah (2011) foi publicado nos anais da *2011 International Conference on Pattern Analysis and Intelligent Robotics.* Esta conferência foca na disseminação de pesquisas relacionadas à análise de padrões, inteligência artificial e robótica inteligente. O evento se consolida como um ponto de encontro para estudiosos interessados em soluções computacionais avançadas que simulam processos cognitivos humanos, como reconhecimento visual, tomada de decisão autônoma e aprendizado de máquina. O fato de o trabalho ter sido aceito nesta conferência demonstra seu rigor metodológico e sua relevância para o campo da inteligência computacional aplicada.

Em relação ao trabalho de Mtebe, J.S. e Kissaka, M.M. (2015), este foi apresentado na *IST-Africa 2015 Conference*, com publicação nos anais do evento. A IST-Africa é uma conferência de grande importância no continente africano, voltada para a apresentação de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação em tecnologia da informação e comunicação (TICs). Seu foco está em aplicações que promovem o desenvolvimento socioeconômico sustentável, especialmente em áreas como e-learning, saúde digital, e-governança e inclusão digital. A participação nesse evento reflete o compromisso dos autores com a pesquisa aplicada e com a busca por soluções tecnológicas que atendam às necessidades específicas de contextos africanos.

Por fim, o trabalho de da Silveira, A.C., Martins, R.X. e Vieira, E.A.O. (2021) foi publicado no periódico científico RIED – Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, volume 24, número 1, nas páginas 245 a 263. Trata-se de uma revista científica de prestígio internacional, voltada à discussão e divulgação de estudos no campo da educação a distância, com ênfase nos países ibero-americanos. A revista publica artigos avaliados por pares que tratam de temas como metodologias inovadoras, tecnologias educacionais, mediação didática e políticas públicas voltadas ao ensino não presencial. A publicação do artigo nesse periódico representa não apenas um reconhecimento da qualidade científica do trabalho, mas também sua contribuição concreta para o avanço do conhecimento na área de educação mediada por tecnologias digitais.

Q6 - Quais os objetivos dos estudos analisados?

De acordo com De Villers, Ruth (2004), a análise de uma gama de tecnologias de aprendizagem e abordagens, incluindo o tradicional CAI (Computer-Assisted Instruction) dos anos 1980 e 1990, é fundamental para entender a evolução dos métodos educacionais baseados em tecnologia. Esses sistemas, que foram amplamente utilizados no período, apresentam características que ainda influenciam as estratégias de ensino atuais, tornando-se um ponto de partida importante para a avaliação de novas tecnologias de aprendizagem.

Yue, Wong Seng e Zin, Nor Azan Mat (2009) abordam as questões de usabilidade em jogos educacionais, revisando os problemas identificados por pesquisadores anteriores. O estudo propõe um método de avaliação de usabilidade específico para o design de jogos educacionais na área de história. Isso se torna relevante, pois os jogos têm um grande potencial para engajar os estudantes, mas sua eficácia depende de uma interface que seja intuitiva e acessível, além de ser pedagogicamente eficaz.

Já Mohamed, Hasiah e Jaafar, Azizah (2010) focam na construção de uma lista de heurísticas para jogos educacionais. Eles desenvolveram o PHEG *(Heuristic Evaluation for Educational Computer Game)*, um conjunto de diretrizes que visa aprimorar a usabilidade e a eficácia dos jogos educacionais, fornecendo uma base sólida para a avaliação de jogos, levando em conta tanto os aspectos de usabilidade quanto os pedagógicos.

O trabalho de Omar, Hasiah Mohamed, Ibrahim, Roslina e Jaafar, Azizah (2011) complementa essa abordagem, ajudando desenvolvedores de jogos e educadores a identificar os elementos essenciais que precisam ser incorporados em qualquer jogo educacional (ECG) por meio de um processo de avaliação. Este estudo pretende garantir que os jogos educacionais sejam tanto eficazes no ensino quanto agradáveis de usar, criando um equilíbrio entre os objetivos educacionais e a experiência do usuário.

Mtebe, J.S. e Kissaka, M.M. (2015) apresentam uma avaliação heurística abrangente que consolida a usabilidade da interface, a eficácia didática e a motivação para aprender. Esse estudo é relevante pois integra diferentes aspectos importantes do design de jogos educacionais, focando em como os jogos podem ser não apenas funcionais, mas também motivadores e eficazes do ponto de vista pedagógico, o que é essencial para o sucesso no ensino.

Por fim, da Silveira, A.C., Martins, R.X. e Vieira, E.A.O. (2021) propõem o E-GUESS, um guia que introduz mudanças com foco em questões pedagógicas e de conteúdo educacional. Esse trabalho busca resolver a aparente bipolaridade entre "diversão" e "educação" nos jogos educacionais, oferecendo insights valiosos durante a fase de design, garantindo que os jogos possam ser ao mesmo tempo envolventes e eficazes no ensino de conteúdo relevante.

Q7 - Quais as principais heurísticas elaboradas para avaliação de usabilidade e UX para tecnologias educacionais?

Para De Villers, Ruth (2004), as heurísticas propostas são focadas em características distintivas dos ambientes avaliados, e na capacidade do sistema de engajar os aprendizes e manter sua atenção. A autora enfatiza a importância de um sistema ser capaz de criar um ambiente único, que não só atenda aos objetivos educacionais, mas também seja capaz de envolver o aluno de forma contínua. Isso sugere que, para que uma tecnologia educacional seja eficaz, ela deve ser cativante e interativa, mantendo o foco dos alunos por meio de um design que favoreça a experiência de aprendizado.

Yue, Wong Seng e Zin, Nor Azan Mat (2009) apresentaram uma abordagem mais ampla, que envolve diferentes aspectos da interação com o sistema. Entre as heurísticas identificadas por eles estão a interface, gameplay, mecânica, jogabilidade, feedback e imersão. Cada um desses elementos desempenha um papel fundamental na criação de uma experiência de usuário envolvente e eficaz em jogos educacionais. A interface deve ser intuitiva e acessível, enquanto a jogabilidade e as mecânicas precisam ser bem equilibradas para garantir que o jogo seja tanto educativo quanto divertido. O feedback, por sua vez, deve ser claro e informativo, permitindo que os jogadores compreendam o impacto de suas ações. A imersão é crucial para manter o jogador envolvido no conteúdo e na narrativa do jogo, criando um ambiente onde o aprendizado ocorra de forma natural.

Mohamed, Hasiah e Jaafar, Azizah (2010) focaram especificamente na avaliação da jogabilidade de jogos educacionais com a criação do modelo *Playability Heuristics Evaluation for Educational Computer Game (PHEG).* Eles desenvolveram heurísticas centradas na jogabilidade, considerando aspectos como a facilidade de uso, a complexidade do jogo e a interação com os elementos educacionais presentes. Essas heurísticas buscam garantir que os jogos educativos sejam não apenas divertidos, mas também eficazes na transmissão do conteúdo, com um equilíbrio entre o desafio e a acessibilidade.

O trabalho de Omar, Hasiah Mohamed, Ibrahim, Roslina e Jaafar, Azizah (2011) contribuiu com a identificação de cinco heurísticas principais para a avaliação de jogos educativos: interface, pedagógica, conteúdo, jogabilidade e multimídia. A interface deve ser fácil de usar, enquanto a heurística pedagógica se concentra em garantir que os jogos sejam projetados com princípios de ensino eficazes. A heurística de conteúdo assegura que o material educacional seja relevante e bem estruturado, enquanto a de jogabilidade lida com o desafio de manter o interesse do jogador sem sacrificar o valor educacional. Multimídia, por sua vez, aborda o uso adequado de recursos audiovisuais para apoiar o aprendizado, sem sobrecarregar o usuário.

Mtebe, J.S. e Kissaka, M.M. (2015) não fornecem um conjunto específico de heurísticas, mas seu trabalho foca na avaliação de tecnologias educacionais de uma maneira holística, envolvendo aspectos como usabilidade, acessibilidade e a interação entre os usuários e os sistemas. Eles abordam a importância de considerar os diferentes tipos de usuários e suas necessidades ao desenvolver jogos e sistemas educacionais.

Da Silveira, A.C., Martins, R.X. e Vieira, E.A.O. (2021) propuseram uma abordagem inovadora com o desenvolvimento do *"Educational Game User Experience Satisfaction Scale"* (E-GUESS), baseado em outras heurísticas, como as de jogabilidade, interface e satisfação do usuário. Embora este guia não seja uma heurística independente, ele se baseia em um conjunto consolidado de princípios para avaliar a experiência do usuário em jogos educacionais. Ele busca integrar aspectos

subjetivos da experiência, como a satisfação, com a avaliação objetiva de usabilidade e design do jogo.

Essas contribuições oferecem uma visão abrangente de como as heurísticas podem ser aplicadas para avaliar jogos educacionais e tecnologias de aprendizado. Mediante uma combinação de princípios voltados para a interface, jogabilidade, pedagogia, conteúdo e multimídia, é possível garantir que essas tecnologias não só atendam aos requisitos técnicos, mas também proporcionem uma experiência de aprendizado envolvente e eficaz.

Q8 - Como as heurísticas de usabilidade foram desenvolvidas?

De Villers, Ruth (2004) realizou uma pesquisa baseada nas heurísticas de Squires e Preece, com a intenção de investigar os princípios de usabilidade em jogos educacionais. Para isso, foi desenvolvido um questionário no qual 20 participantes responderam, oferecendo insights sobre as percepções dos usuários a respeito das características e funcionalidade dos jogos. A análise dos resultados levou à formulação de uma série de recomendações para a melhoria da usabilidade, com base nas respostas dos participantes. Esse estudo foi uma das primeiras tentativas de formalizar heurísticas aplicadas a jogos educativos, estabelecendo um ponto de partida para futuras investigações.

Yue, Wong Seng e Zin, Nor Azan Mat (2009), em sua revisão da literatura sobre metodologias de avaliação de jogos educacionais, destacam a importância de uma avaliação que combine dados qualitativos e quantitativos. Eles argumentam que os jogos educacionais devem ser avaliados tanto em termos de usabilidade quanto de eficácia. A avaliação deve incluir coleta de dados qualitativos através de entrevistas, observações, questionários e análise de documentos, e dados quantitativos obtidos por meio de testes realizados antes e após a experiência de jogo. Essa abordagem integrativa ajudou a expandir as metodologias de avaliação de usabilidade, ao incluir não apenas a interação com o jogo, mas também seu impacto no aprendizado.

Já Mohamed, Hasiah e Jaafar, Azizah (2010) propuseram o modelo PHEG (Proposed Heuristic Evaluation Guide) como uma metodologia inicial para a avaliação de usabilidade em jogos educacionais. A pesquisa seguiu um processo estruturado que envolveu uma avaliação preliminar do PHEG, revisões por especialistas e refinamento contínuo do modelo. Este estudo enfatizou a importância de revisar e testar as heurísticas com especialistas antes de aplicá-las ao público-alvo. A avaliação com o PHEG foi uma das primeiras a considerar a experiência do avaliador especializado e sua contribuição para a melhoria das heurísticas de usabilidade.

Em um estudo subsequente, Omar, Hasiah Mohamed, Ibrahim, Roslina e Jaafar, Azizah (2011) desenvolveram e testaram duas técnicas específicas para o processo de avaliação de usabilidade: o PHEG para avaliadores especialistas e o PAEG (Proposed Heuristic Evaluation Guide for real users) para usuários reais. Além disso, eles introduziram o uso de uma ferramenta online de avaliação

(AHP_HeGES), que visava automatizar e aprimorar o processo de análise da usabilidade. O estudo contribuiu para a simplificação e digitalização do processo de avaliação, facilitando a coleta de dados de uma maior diversidade de usuários.

Mtebe, J.S. e Kissaka, M.M. (2015) realizaram estudos sobre a aplicação de heurísticas em contextos educacionais, particularmente em jogos que combinam aspectos de aprendizado e diversão. Embora o estudo não tenha sido descrito com detalhes sobre os métodos exatos utilizados, a pesquisa enfatizou a necessidade de adaptar as heurísticas tradicionais às características específicas de jogos educativos. O foco estava na combinação da avaliação de usabilidade com a eficácia pedagógica dos jogos, considerando o impacto desses jogos no desempenho e aprendizado dos usuários.

Da Silveira, A.C., Martins, R.X. e Vieira, E.A.O. (2021) propuseram uma metodologia mais recente para avaliação de usabilidade de jogos educacionais, mas as informações sobre a aplicação específica de heurísticas não foram suficientemente detalhadas no estudo. A proposta incluía um framework de avaliação que combinava princípios de usabilidade com critérios pedagógicos e técnicos, buscando otimizar tanto a experiência do usuário quanto a eficácia do jogo no ensino de conceitos.

Cada um desses estudos contribuiu de forma única para o desenvolvimento das heurísticas de usabilidade, destacando a evolução do campo de avaliação de jogos educacionais. A aplicação dessas heurísticas ao longo do tempo tem permitido refinamentos nas metodologias, resultando em abordagens mais robustas e eficazes para a criação de jogos educativos mais usáveis e pedagogicamente eficazes.

3.2 Contribuições da RSL para a Proposta de Heurísticas

A Revisão Sistemática da Literatura apresentada neste capítulo, constitui a primeira etapa da metodologia adotada neste trabalho. Essa etapa foi concebida com o propósito de fornecer fundamentação teórica, mapeamento do estado da arte e identificação de lacunas que subsidiassem a proposição de um novo conjunto de heurísticas voltado à avaliação de usabilidade e experiência do usuário em tecnologias educacionais, especialmente em jogos educativos.

Os resultados obtidos por meio da RSL permitiram identificar os referenciais teóricos mais utilizados em estudos da área, destacando-se autores como Nielsen, Pinelle, Korhonen e Reeves, além de mapear os tipos de tecnologias educacionais mais frequentemente avaliadas, tais como jogos digitais, plataformas adaptadas e softwares instrucionais. Também possibilitaram o levantamento dos conjuntos de heurísticas aplicados nos estudos analisados, evidenciando suas limitações quanto à adequação ao contexto educacional. A análise revelou ainda a recorrência de problemas de usabilidade e UX não sistematizados, como dificuldades de navegação, ausência de feedback e desalinhamento com objetivos pedagógicos. Observou-se também uma lacuna

significativa quanto à existência de heurísticas especificamente voltadas à integração entre aspectos pedagógicos e elementos de jogabilidade.

A partir dessas evidências, foi possível estabelecer direcionamentos claros para a elaboração de heurísticas mais contextualizadas, levando em consideração as necessidades específicas de ambientes educacionais gamificados. A combinação entre fundamentos clássicos da usabilidade, princípios pedagógicos e critérios de engajamento lúdico emergiu como um diferencial necessário e ainda pouco explorado na literatura. Assim, concluiu-se que a RSL cumpriu com êxito sua função dentro da metodologia proposta, fornecendo subsídios conceituais e empíricos fundamentais para o desenvolvimento das heurísticas apresentadas no Capítulo 6. Os resultados aqui sistematizados contribuíram diretamente para a formulação das heurísticas propostas, demonstrando a coerência e a integração entre as etapas metodológicas do presente estudo.

4. Método - Estágios Experimental e Descritivo

Esta seção descreve as etapas 2 e 3 desenvolvidas nesta dissertação, organizadas em dois estágios complementares: experimental e descritivo.

O estágio experimental teve como objetivo a coleta de dados empíricos sobre a usabilidade de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), por meio da aplicação de métodos avaliativos. Esses dados forneceram subsídios para a identificação de padrões, limitações e oportunidades de melhoria nesses ambientes.

Com base nesses resultados, foi conduzido o estágio descritivo, voltado à proposição de um conjunto de heurísticas específicas para AVAs. Esse estágio consistiu na análise e sistematização das evidências obtidas, com o intuito de elaborar diretrizes que contribuam para a avaliação e o aprimoramento da usabilidade em contextos educacionais digitais.

4.1. Passo 2: Estágio Experimental

Conforme destacado por Quiñones e Rusu (2019), essa etapa consiste na exploração de dados oriundos de pesquisas anteriores ou na realização de experimentos próprios, com o intuito de coletar informações complementares que subsidiem a criação de um novo conjunto de heurísticas. No desenvolvimento desta dissertação, que tem como foco a proposição de heurísticas voltadas à avaliação da usabilidade e da experiência do usuário em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, foram realizadas quatro avaliações heurísticas. Essas avaliações envolveram oito grupos de estudantes concluintes da disciplina de Interação Humano Computador de um curso de graduação em Computação, os quais analisaram os seguintes sistemas: Google Classroom, Moodle, Udemy e Alura.

O objetivo principal desta etapa foi identificar potenciais violações das heurísticas de Nielsen e, consequentemente, compreender melhor os desafios enfrentados pelos usuários ao interagir com esses ambientes. Essa análise não apenas permitiu detectar problemas de usabilidade e limitações nas heurísticas existentes, mas também possibilitou a identificação de características específicas e únicas do domínio das tecnologias educacionais — aspectos que, por vezes, não são totalmente contemplados por heurísticas genéricas e, por isso, demandam atenção especial.

Como artefatos de saída dessa etapa, foram extraídas três contribuições principais: (i) características específicas dos sistemas analisados, (ii) problemas de usabilidade enfrentados pelos usuários e (iii) heurísticas propostas com base nos problemas das heurísticas existentes, contribuindo, assim, para a elaboração de um novo conjunto de heurísticas mais adaptado às particularidades dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

A análise empírica foi conduzida com a participação de oito grupos de avaliadores, cuja principal missão foi examinar a usabilidade e a experiência do usuário (UX) em quatro diferentes Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), a partir da aplicação das heurísticas de Nielsen e de atributos consolidados de usabilidade. Dentre os grupos envolvidos, cinco concentraram-se na plataforma Udemy, permitindo uma investigação mais aprofundada e comparativa sobre esse sistema. Os três grupos restantes avaliaram, individualmente, os AVAs Moodle, Alura e Google Classroom, contribuindo com diferentes perspectivas e evidências quanto à qualidade da experiência oferecida por essas plataformas.

Para cada um dos sistemas, os resultados das avaliações focavam em 4 aspectos: Principais características, identificação de atributos de UX/usabilidade, violações recorrentes às heurísticas clássicas de Nielsen, e por último, como contribuição adicional, os grupos que analisaram os sistemas propuseram um conjunto de heurísticas complementares ou emergentes específicas para AVAs, elaboradas com base nos padrões de problemas observados e nas limitações das heurísticas tradicionais frente a contextos específicos de aprendizagem online.

A análise da plataforma Udemy, realizada por cinco grupos distintos, revelou um conjunto de características percebidas pelos usuários, incluindo a interface e navegação intuitivas, a qualidade do conteúdo educacional, a presença de recursos multimídia e interativos, o suporte ao usuário e comunidade, a acessibilidade, a personalização, a avaliação e feedback, e o custo-benefício dos cursos. No que concerne às violações das heurísticas de Nielsen, observou-se uma recorrência de problemas relacionados à Visibilidade do *Status* do Sistema, manifestada na falta de *breadcrumbs*, ausência de *feedback* claro em ações e informações de *status* não atualizadas. Problemas de Controle e Liberdade do Usuário também foram frequentemente reportados, como a persistência de promoções intrusivas, a falta de opções claras para sair do sistema e a impossibilidade de apagar mensagens. Adicionalmente, inconsistências e quebras de Consistência e Padronização, Prevenção e Recuperação de Erros, e dificuldades no Reconhecimento ao invés de Recordação foram levantados. Em relação às heurísticas propostas para aprimorar a avaliação de AVAs como o Udemy, destacam-se sugestões como Engajamento e interatividade, Suporte ao desenvolvimento contínuo, Informação confiável e útil ao usuário, Acessibilidade (ao idioma e universal), Adaptação ao estilo de aprendizagem do usuário, Segurança, Privacidade, Confiança, Credibilidade, Rastreabilidade, Feedback personalizado e Visão educacional.

No que concerne ao Moodle, a avaliação conduzida identificou como características a organização de conteúdo, a personalização e as ferramentas de comunicação. No entanto, a análise também apontou diversas violações às heurísticas de Nielsen, com destaque para problemas de Visibilidade, Controle e Liberdade do Usuário e Consistência e Padronização, manifestados em inconsistências de navegação, formatação inadequada e dificuldades em retornar a páginas anteriores.

Adicionalmente, com base nas dificuldades encontradas, os avaliadores propuseram a inclusão das heurísticas de Acessibilidade e Adaptabilidade ao aluno como relevantes para a avaliação de AVAs.

A avaliação do Alura destacou como características relevantes o conteúdo educacional oferecido por instrutores qualificados, a presença de avaliações ao longo dos cursos, a existência de fóruns para interação entre alunos e a segurança dos dados acadêmicos. No entanto, a análise revelou diversas violações às heurísticas de Nielsen. Problemas de Visibilidade do status do sistema foram notados em elementos difíceis de ler ou entender devido ao baixo contraste, na falta de clareza do botão "Enviar um Ticket" na página de suporte e na inconsistência de cores do menu lateral em diferentes temas. Falhas no Reconhecimento em vez de memorização foram identificadas em ícones não intuitivos e na necessidade de reaprender a função de elementos semelhantes. Questões de Controle e liberdade do usuário emergiram na impossibilidade de cancelar a matrícula em um curso iniciado por engano e na ausência de um feedback claro para botões de ativar/desativar. Inconsistências de Consistência e padrões foram observadas na interface diferente da seção "Alura Desafios" e na identificação não intuitiva de caixas de digitação no perfil. Além disso, foram identificadas dificuldades em Recuperação de erros e na Flexibilidade e eficiência de uso, como a falta de um botão "voltar ao topo" em páginas longas e a leitura confusa da lista de vídeos no "Alura+". Diante dos problemas visuais identificados, os avaliadores propuseram a heurística de Acessibilidade visual como crucial para aprimorar a experiência do usuário na plataforma.

A análise do Google Classroom revelou características como a organização acadêmica facilitada pela criação de turmas virtuais, a eficiente atribuição de tarefas com instruções e anexos, o rápido feedback oferecido pelos professores, a disponibilidade de relatórios e análises de desempenho, e a presença de notificações e lembretes de atividades. No entanto, a avaliação também apontou diversas violações às heurísticas de Nielsen. Problemas de Consistência e padrões foram observados na localização pouco clara do botão de atividades pendentes, no ícone inadequado para "seus trabalhos", na ausência de ícones em algumas áreas da turma e no uso do mesmo ícone para funções distintas (calendário semanal e Google Agenda). A visibilidade do status do sistema foi comprometida pela falta de clareza do ícone de menu, pelo desaparecimento de opções ao passar o mouse, pela ausência de notificação de atividades pendentes e pela falta de feedback ao clicar no título da disciplina na própria página. Questões de correspondência entre o sistema e o mundo real surgiram na linguagem pouco clara sobre prazos e na falta de especificação dos ícones para diferentes tipos de materiais. A estética e design minimalista foi considerada inadequada devido à visibilidade limitada de comentários particulares em certas telas, à sublinhação enganosa do nome do professor e à má formatação do título e nome da disciplina. Problemas de Controle e liberdade do usuário foram identificados na dificuldade de fechar o sidebar em telas menores e na impossibilidade de arquivar turmas já cursadas. Finalmente, a Flexibilidade e eficiência de uso foi afetada pela localização confusa do acesso a atividades pendentes. Com base nessas observações, os

avaliadores propuseram heurísticas para aprimorar a avaliação de AVAs, incluindo a Integração de Tecnologia Emergente, Facilidade de Navegação, Acessibilidade Universal, Simplicidade na Interface e Gamificação Responsável.

Essas contribuições reforçam a necessidade de revisão contínua das heurísticas de usabilidade, considerando as especificidades dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) contemporâneos. Esta etapa da pesquisa corresponde à Etapa 2 do diagrama BPMN e teve como principal insumo a análise individual das avaliações heurísticas realizadas pelos grupos. A partir dessas análises, foram extraídos dados fundamentais que alimentaram a Etapa 3 do processo metodológico, tais como: atributos de usabilidade identificados, características recorrentes dos AVAs analisados, violações das heurísticas clássicas de Nielsen, bem como heurísticas emergentes sugeridas com base nos contextos observados. A descrição detalhada dessas avaliações, incluindo os dados coletados e as justificativas para as novas heurísticas propostas, está disponível no link https://zenodo.org/records/15848925/files/Consolidado%20_%20An%C3%A1lises%20de%20Sistemas%20Selecionados%20de%20Tecnologias%20Educacionais.docx?download=1.

4.2 Passo 3: Estágio Descritivo

Nesta etapa da pesquisa, conforme a metodologia proposta por Quiñones e Rusu (2019), o pesquisador realiza a análise e a organização das informações coletadas nos estágios 1 e 2. Esses dados são classificados em cinco categorias: (1) objetivos (gerais e específicos) relacionados ao domínio da aplicação; (2) características do domínio; (3) atributos de usabilidade e experiência do usuário (UX); (4) conjuntos existentes de heurísticas e outros elementos relevantes; e (5) problemas de usabilidade identificados — sendo este último item opcional, dependendo da realização da etapa 2.

Após essa classificação, as informações são priorizadas com base em uma escala de três níveis: 3 para informações altamente relevantes, 2 para moderadamente relevantes e 1 para aquelas com baixa ou nenhuma relevância. Com base nessa priorização, os resultados da etapa 3 foram organizados e estruturados em quatro características principais, descritas e sintetizadas nas Tabelas que serão apresentadas nesse capítulo. A primeira característica (1), apresentada na Tabela 4, refere-se à compilação de informações sobre o domínio da aplicação, incluindo definições, classificações, contexto, áreas de uso e a justificativa da investigação.

Tabela 4 – Informações Sobre Domínio de Aplicações AVA

Propósitos	Origem/Fonte	Valor
Que Educadores e Alunos tenham as ferramentas e habilidades necessárias	Google Education	3
Ensino e aprendizagem aprimorados nas escolas		3
Melhoria da Qualidade do Ensino	Google Education	3
Personalização do Ensino		3
Acessibilidade e Inclusão	Teach Udemy	3

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Ainda no contexto da primeira categoria, é importante entender os objetivos gerais e específicos dos AVAs. Sendo assim, a Tabela 5 define o objetivo geral para o tipo de sistema.

Tabela 5 – Descrição do objetivo geral para AVAs

Objetivo Geral	Origem/Fonte	Valor
Trazer para a educação – seja dentro ou fora de sala de aula – práticas inovadoras, que facilitem e potencializem o processo de ensino e aprendizagem.	Al-Nuaimi, M. N., & Al-Emran, M. (2021). Learning management systems and technology acceptance models: A systematic review. Education and information technologies, 26(5), 5499-5533.	3

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Já a Tabela 6 define os objetivos específicos para o tipo de sistema, informações estas provenientes, principalmente, do Estágio 1 desta pesquisa, e entende seu valor para os passos futuros da criação do conjunto de heurísticas.

Tabela 6 – Descrição dos objetivos específicos para AVAs

Objetivo Específico	Origem/Fonte	Valor
Personalização do Ensino	Google Classroom	3
Educação Gratuita		3
Melhoria da Qualidade do Ensino		3
Facilitação de colaboração		3
Monitoramento e Avaliação		3
Integração Curricular		3
Segurança e Privacidade de Dados		3

Fonte: (Elaborado pela Autora)

A segunda característica (2), apresentada na Tabela 7, trata das funcionalidades características desse domínio, ou seja, os elementos que definem a natureza da aplicação e sua forma de operação.

Tabela 7 – Lista das características sobre AVAs

Características	Definição	Origem/Fonte	Valor
Características distintivas e únicas	Capacidade do sistema de envolver os aprendizes e manter sua atenção.	Artigo 1: Usability Evaluation of an E-Learning Tutorial: Criteria, Questions and Case Study	2
Conveniente, confiável e utilizável	Deve ser conveniente, confiável e utilizável para que o jogador possa concentrar-se em jogar e se divertir, em vez de lutando com a interface do usuário.	Artigo 2: Usability Evaluation for History Educational Games	3
Eficácia, eficiência e satisfação.		Artigo 3: Development and Potential Analysis of Heuristic Evaluation for Educational Computer Game (PHEG)	3
Interface e navegação intuitivas	Avaliar a facilidade com que os usuários podem navegar no site, encontrar cursos e gerenciar seu aprendizado.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3
Qualidade do conteúdo educacional	Avalie a relevância, a atualidade e a profundidade do conteúdo do curso.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3
Recursos multimídia e interativos	Avaliar a presença e a qualidade de recursos como vídeos, questionários e interações em tempo real	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	2
Suporte ao usuário e comunidade	Avaliação da disponibilidade de suporte ao usuário e a presença de uma comunidade ativa que possa ajudar no processo de aprendizagem	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3
Acessibilidade	Avaliar se a plataforma é acessível a usuários com necessidades diferentes, incluindo recursos como legendas, transcrições e design responsivo.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3
Personalização	Avaliar a capacidade de personalizar a experiência de aprendizado, como recomendações de cursos com base em interesses anteriores.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	2
Avaliação e feedback	Avaliar a eficácia dos métodos de avaliação e a disponibilidade de feedback para os alunos.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3

Visualização e navegação por todas as páginas	A plataforma deve mostrar ao usuário todas as páginas disponíveis e garantir o direito de acessar qualquer uma de sua escolha.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3
Confiança	A plataforma, que é um sistema educacional, precisa transmitir confiança ao usuário que está usando a plataforma para aquisição de conhecimento.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3
Privacidade	A privacidade é um ponto crucial em sites educacionais, pois estes sites concentram muitas informações dos usuários.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3
Rastreabilidade	O usuário deve ser informado das atualizações nos processos nos quais está envolvido durante todas as etapas e ser capaz de acompanhá-los a todo momento.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3
Organização de Conteúdo	O sistema permite a fácil organização de materiais didáticos, como a criação de cursos, módulos e atividades, proporcionando uma estrutura lógica e acessível.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3
Promoção de colaboração por meio de fóruns de discussão	Plataformas de aprendizado online frequentemente oferecem fóruns e comunidades onde os alunos podem interagir, fazer perguntas e compartilhar experiências.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	2
Atribuição de Tarefas	Os professores podem criar tarefas diretamente na plataforma, incorporando instruções, prazos e anexos pertinentes. Os alunos, por sua vez, têm a facilidade de acessar as tarefas, interagir com os materiais de ensino e submeter seus trabalhos.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3
Feedback rápido	Os professores podem oferecer retorno imediato em relação às tarefas e avaliações, os estudantes podem revisar e responder aos comentários diretamente na plataforma. Essa prática proporciona uma abordagem eficaz para o desenvolvimento individual e coletivo, contribuindo para o aprimoramento constante.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3

Notificações e lembretes	Pelo fato de ser uma plataforma em que há atribuição de atividades avaliativas, é importante que o aluno visualize com facilidade as atividades recém-atribuídas, as que estão com prazo de entrega próximo e as pendentes — algo que pode ser facilmente atendido com o uso de notificações e lembretes.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3

Fonte: (Elaborado pela Autora)

A terceira (3), apresentada na Tabela 8, concentra-se nos atributos de usabilidade e UX que serão avaliados nas etapas seguintes por meio de heurísticas.

Tabela 8 – Lista de atributos sobre AVAs

Atributos	Fonte	Tipo de atributos	Valor
Autenticidade cognitiva	Artigo 1: Usability Evaluation of an E-Learning Tutorial: Criteria, Questions and Case Study	Squires e Preece	3
Autenticidade contextual			2
Sócio-construtivismo			1
Útil e envolvente	Artigo 2: Usability Evaluation for History Educational Games	Morvile	2
Jogabilidade	Artigo 3: Development and Potential Analysis of Heuristic Evaluation for Educational Computer Game (PHEG)	Phan, Keebler & Chaparro	3
Imersão e Motivação			2
Interface do Usuário			3
Clareza dos objetivos, metas e resultados.	Artigo 4: Methodology to evaluate interface of educational computer game	Ssemugabi	3
Efetividade da aprendizagem colaborativa.			3
Visibilidade do estado do sistema	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	Heurísticas de Nielsen	3
Controle e liberdade do usuário			3
Consistência e padrões			3
Prevenção de erros			3
Reconhecimento em vez de memorização			3
Flexibilidade e eficiência de uso			3
Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros			3
Ajuda e documentação			3

Eficácia	Artigo 6: E-Guess: Usability Evaluation for Educational Games [(E-Guess: Evaluación de usabilidad para juegos educativos)]	ISO 9241-11	3
Eficiência			3
Satisfação			3
Contexto de Uso			3

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Por fim, a quarta (4), apresentada na tabela 9, envolve o levantamento de conjuntos heurísticos existentes, incluindo tanto heurísticas tradicionais quanto específicas para aplicações similares, além de diretrizes e padrões pertinentes.

Tabela 9 – Lista de heurísticas sobre AVAs

Nome da heurística	Descrição	Fonte	Valor	Obs
Fidelidade de navegação (Nielsen - Consistency and standards)	Investigar a fidelidade de navegação envolve considerar a estrutura da navegação, a autenticidade cosmética e a eficácia da representação limitada do mundo, conforme fornecida por um sistema.	Artigo 1: Usability Evaluation of an E-Learning Tutorial: Criteria, Questions and Case Study	3	
Correspondência entre modelos de designer e de aprendiz (Nielsen - Match between system and the real world)	Isso é determinado ao considerar o feedback intrínseco e se ele representa tarefas cognitivas de maneiras que promovam a formação de um modelo de aprendiz consistente com o modelo do designer.		2	
Níveis adequados de controle do aprendiz (Nielsen - User control and freedom):	Isso se relaciona ao equilíbrio entre controle do aprendiz, autodireção, personalização, protocolos consistentes e responsabilidade do sistema.		3	
Prevenção de erros cognitivos (Nielsen - Error prevention and Error recovery):	Existe uma relação entre a complexidade do domínio e a prevenção de erros. Embora erros relacionados à usabilidade devam ser evitados, erros cognitivos fazem parte do processo de aprendizagem, conforme argumentado por Mayes e Fowler [1999:485], que ressaltam que, em aplicativos educacionais, uma ‘fluência de		3	

	uso perfeita não é necessariamente propícia ao aprendizado profundo... o software deve fazer os aprendizes pensarem’. Erros de usabilidade periférica devem ser previstos e evitados e, sempre que possível, versões para iniciantes poderiam ser fornecidas.			
Representação simbólica compreensível e significativa (Nielsen - Match between system and the real world and Recognition rather than recall)	Formas e símbolos representacionais devem ser considerados. As interfaces devem apresentar baixa demanda cognitiva e os aprendizes não devem ter que memorizar as formas de interação. Os símbolos, ícones e nomes usados para objetos de aprendizagem devem ser do domínio do assunto e usados de forma consistente.		2	
Suporte a formas de aprendizagem pessoalmente significativas	Existem múltiplas representações, além disso, o software será usado em conjunto com vários materiais de suporte ao aprendiz. A metacognição deve ser apoiada e o software deve indicar claramente quais estilos de aprendizagem são suportados.		2	
Características distintivas, exclusivas do ambiente que está sendo avaliado	Ao avaliar um sistema, é importante identificar e considerar características específicas únicas para aquele ambiente. Estas características podem incluir elementos inovadores de design,		2	

	funcionalidades especiais, ou qualquer outro aspecto que diferencie o sistema de outros semelhantes.			
Capacidade do sistema de envolver os alunos e prender sua atenção	O sistema deve ser avaliado com base na sua capacidade de manter os usuários interessados e engajados. Isso envolve verificar se o conteúdo é apresentado de maneira atraente, se há elementos interativos suficientes, se o design é motivador, entre outros fatores que contribuem para a manutenção da atenção do aprendiz.		3	
Gameplay	Fluidez e diversão no uso: É a estrutura da interação do jogador com o sistema do jogo e com outros jogadores no jogo. A jogabilidade também se refere ao procedimento que o usuário segue para alcançar o objetivo do jogo. O objetivo de avaliar a jogabilidade é garantir que o jogo seja o mais fluido e divertido possível. Isso também ajuda a garantir que os jogos não sejam tarefas chatas e repetitivas, que o próximo alvo seja claro e que a punição por falha possa ser considerada justa.	Artigo 2: Usability Evaluation for History Educational Games	2	

Interação	A interface do usuário envolve telas, menus, exibições e controles. O objetivo de avaliar a interface é garantir que ela seja fácil de aprender, fluida de usar e suporte às interações, o que é geral para avaliações de jogos. Isso resolverá o problema de exibições de jogo confusas e controles difíceis de aprender.		1	(Nielsen - Consistência e Padrões / Visibilidade do Status do Sistema / Controle e Liberdade do Usuário)
Jogabilidade	Engajamento e entretenimento no uso: A jogabilidade do jogo é vital para a usabilidade do jogo, focando em questões de engajamento e entretenimento. Isso é para garantir que os jogadores não se sintam frustrados ao jogar devido a gráficos ruins, efeitos sonoros, nível de dificuldade e estágios. Isso testará se o jogador jogará, se envolverá e se divertirá com o jogo com base nos recursos do jogo.		2	
Feedback sobre o progresso do ambiente de aprendizado gamificado	Significa que os jogadores devem receber feedback adequado nos momentos adequados. Os jogadores devem obter feedback sobre seu progresso e, quando perderem, o mesmo. As pontuações devem ser usadas para informar os jogadores sobre sua posição e para incentivá-los a continuar no jogo. Os jogadores devem sempre ser		2	

	capazes de identificar sua pontuação e seu status no jogo.			
Imersão	Imersão descreve a experiência de se envolver na experiência de jogar enquanto mantém alguma consciência de seus arredores. Também significa a capacidade do jogo de induzir a sensação de realmente fazer parte do ambiente do jogo. Isso é importante ser testado para garantir que os jogadores estejam realmente participando e se envolvendo no jogo. Portanto, os jogos imersivos devem envolver elementos como efeito sonoro e narrativa (introdução do jogo e enredo)		2	
Experiência de Navegação e Compreensão (Nielsen - Visibilidade do status do sistema)	Avalia a usabilidade e a experiência do usuário com a interface do software educacional. Envolve aspectos como a facilidade de navegação, a clareza das informações apresentadas e a consistência dos elementos visuais.	Artigo 3: Development and Potential Analysis of Heuristic Evaluation for Educational Computer Game (PHEG)	3	
Facilitação de Aprendizado	Avalia a eficácia didática do software em termos de alcançar objetivos educacionais. Envolve a clareza dos objetivos de aprendizagem, a relevância das atividades para a prática educacional e o suporte para a		3	Critérios de eficácia didática (baseados em estudos de Albion, Alsumait & Al-Osaimi,

	transferência de conhecimentos e habilidades.			Koulocheri et al., Reeves et al)
Qualidade do Conteúdo	Avalia a qualidade e a clareza do conteúdo apresentado no software. Envolve a representação clara e múltipla do conteúdo, a precisão e a atualização dos recursos de aprendizagem e a apresentação de materiais de referência relevantes		3	Critérios de conteúdo eficaz QMRS, 2012; Squires & Preece, 1996
Experiência de Jogabilidade	Avalia a experiência de jogo oferecida pelo software educacional. Envolve a motivação para jogar, o equilíbrio entre desafios e habilidades, a clareza das regras e objetivos do jogo e o feedback fornecido durante o jogo.		2	Heurísticas específicas para jogos - baseadas em critérios de Phan, Keebler & Chaparro, 2016
Relevância e Qualidade da Integração Multimídia	Avalia o uso de elementos multimídia (como áudio, vídeo e animações) no software. Envolve a relevância e a qualidade dos recursos multimídia, bem como sua acessibilidade e capacidade de envolver os usuários.		3	Critérios de apresentação multimídia eficaz - baseados em Albion, 1999; Alsumait & Al-Osaimi, 2010
Metas e Objetivos Claros	O software deixa claro para o aprendiz o que deve ser realizado e o que será ganho com seu uso. (Metas e objetivos claros da	Artigo 4: Methodology to evaluate interface of educational computer game	3	

	tecnologia educacional ou Metas e objetivos claros de aprendizagem)			
Contexto Significativo para o Domínio e Aprendiz	As atividades no software estão situadas na prática e irão interessar e engajar um aprendiz. (Contexto Significativo do domínio de aprendizagem)		2	
Conteúdo Claramente Representado e Navegável	A mensagem no software é inequívoca. O software suporta preferências dos aprendizes para diferentes caminhos de acesso. O aprendiz é capaz de encontrar informações relevantes enquanto está engajado em uma atividade.		3	NIELSEN - Reconhecimento em vez de lembrança
Apoio à Aprendizagem por Atividades Guiadas	O software fornece suporte para as atividades dos aprendizes, permitindo trabalhar dentro da competência existente enquanto encontra blocos significativos de conhecimento.		3	
Elicitar compreensões dos alunos	O software incentiva os alunos a explicarem, de forma clara, suas compreensões sobre os conceitos estudados. Essas explicações servem de base para um feedback mais direcionado, ajudando no aprimoramento da aprendizagem. Essa heurística é inovadora porque se concentra		2	

	em promover a articulação ativa dos pensamentos dos alunos, um aspecto que não é diretamente abordado nas heurísticas tradicionais de Nielsen			
Apresentação de Recursos em Vídeo visando Acessibilidade	Apresentação de Recursos em Vídeo visando Acessibilidade (NOVA): Avalia a relevância e a acessibilidade dos clipes de vídeo de entrevistas com professores e atividades em sala de aula. Esta heurística foca em garantir que os recursos em vídeo sejam facilmente acessíveis e pertinentes ao conteúdo. Esta heurística é nova, pois se foca na relevância e acessibilidade dos clipes de vídeo.		3	
Visibilidade do Status do Sistema (NIELSEN)	O sistema deve garantir que os aprendizes sejam informados sobre o que está acontecendo por meio de feedback apropriado dentro de um tempo razoável (Albion, 1999; Jakob Nielsen, 1994). O sistema também deve fornecer respostas visuais ou auditivas para que os aprendizes possam entender o resultado de suas ações (Squires & Preece, 1999).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	3	

Correspondência Entre o Sistema e o Mundo Real (NIELSEN):	O sistema deve garantir que o LMS utilize a linguagem do aprendiz, com palavras, frases e conceitos familiares ao aprendiz, em vez de termos orientados ao sistema (Jakob Nielsen, 1994). Além disso, as informações do sistema devem ser apresentadas e organizadas de forma natural e lógica (Jakob Nielsen, 1994; Squires & Preece, 1999).		3	
Controle e Liberdade do Usuário (NIELSEN)	O sistema deve ter facilidades que permitam ao aprendiz sair do sistema a qualquer momento por meio de sinais de saída, operações de desfazer e refazer (Jakob Nielsen, 1994).		3	
Consistência e Padrões (NIELSEN)	O sistema deve garantir que o aprendiz experimente a interface do usuário de maneira consistente em termos de menus, cores, tipografia e design de diálogo (Alsumait & Al-Osaimi, 2010). No entanto, os recursos de aprendizagem são variados.		3	
Prevenção de Erros (NIELSEN)	O sistema deve ser cuidadosamente projetado para prevenir a ocorrência de erros comuns desde o início (Jakob Nielsen, 1994). No entanto, deve ter procedimentos para permitir que os aprendizes corrijam		3	

	erros quando aparecerem. Além disso, o sistema deve evitar que os aprendizes cometam erros irreversíveis (Jakob Nielsen, 1994).			
Reconhecimento em Vez de Memorização (NIELSEN)	O sistema deve minimizar a carga de memória do aprendiz, tornando objetos, ações e opções visíveis, e o aprendiz não deve ter que lembrar informações de uma parte do diálogo para outra (Jakob Nielsen, 1994).		3	
Flexibilidade e Eficiência de Uso (NIELSEN)	O sistema deve atender a diferentes níveis de usuários, desde novatos até especialistas, oferecendo aos usuários especialistas a oportunidade de usar atalhos e outras ferramentas avançadas (Albion, 1999; Jakob Nielsen, 1994).		3	
Autenticidade e Minimalismo no Design (NIELSEN)	Os diálogos do sistema não devem consistir em informações irrelevantes ou raramente necessárias que possam distrair os aprendizes durante o processo de aprendizagem (Jakob Nielsen, 1994).		3	
Reconhecimento, Diagnóstico e Recuperação de Erros (NIELSEN)	O sistema deve expressar mensagens de erro em linguagem simples que não inclua código de programação, indicando		3	

	precisamente o problema e sugerindo de forma amigável uma solução que o aprendiz possa manejar (Alsumait & Al-Osaimi, 2010; Jakob Nielsen, 1994).			
Ajuda e Documentação (NIELSEN)	O sistema deve fornecer ajuda online e documentação apropriada, que seja facilmente acessível, fácil de pesquisar e relacionada às necessidades dos aprendizes (Albion, 1999; Alsumait & Al-Osaimi, 2010; Jakob Nielsen, 1994).		3	
Dar Controle ao Aprendiz (NIELSEN - Controle e liberdade do usuário)	A ideia é que o usuário tenha controle sobre quais materiais instrucionais aprender e como aprender (Squires & Preece, 1996) é fundamental para os estudantes alcançarem seus resultados de aprendizagem em cursos oferecidos via LMS. Os materiais instrucionais precisam ser divididos em unidades claras, lógicas e significativas do ponto de vista dos aprendizes (Nokelainen, 2006; Squires & Preece, 1996).		3	
Alinhamento dos Recursos Instrucionais aos Objetivos de Aprendizagem	Mede a conformidade dos recursos de aprendizagem com os objetivos gerais do curso declarados e se eles são suficientes para permitir que os aprendizes completem o processo de aprendizagem (Albion, 1999;		3	

	Squires & Preece, 1996). Os itens também avaliam a precisão e a atualidade dos recursos de aprendizagem (QMRS, 2012).			
Facilitação de Interações Colaborativas para Aprendizagem	Avalia a presença de ferramentas no LMS para incentivar a interação entre os aprendizes e entre os aprendizes e seus instrutores por meio de discussões ou outras atividades colaborativas (Albion, 1999). Também avalia se os materiais instrucionais são projetados com atividades e tarefas que permitem interações que apoiam a aprendizagem significativa (Reeves et al., 2002).		3	
Feedback e Avaliação	Avalia a presença de ferramentas que permitem aos aprendizes avaliar suas conquistas de aprendizagem e receber feedback suficiente e imediato (Alsumait & Al-Osaimi, 2010; Nokelainen, 2006; Reeves et al., 2002). Também avalia a disponibilidade de ferramentas que permitem aos instrutores avaliar, registrar e rastrear os relatórios dos aprendizes (Alsumait & Al-Osaimi, 2010).		3	

Acessibilidade	Avalia se o sistema pode ser facilmente acessado por meio de vários dispositivos, como telas pequenas e grandes (por exemplo, PDA, laptops) (Alsumait & Al-Osaimi, 2010; Squires & Preece, 1996), bem como diferentes plataformas e navegadores. Além disso, o atributo avalia se os recursos de aprendizagem têm alternativas equivalentes para apresentações auditivas e visuais (QMRS, 2012). Os links externos para a internet devem estar atualizados (Reeves et al., 2002).		3	
Engajamento Educacional	É amplamente aceito que a afeição faz as pessoas se comportarem da maneira que se comportam e tem impacto na aprendizagem (Nokelainen, 2006). À medida que os estudantes usam o sistema para aprender, a afeição pode influenciar grandemente sua interação com o sistema (Zaharias, 2008). Portanto, este critério avaliará como o sistema e os materiais instrucionais motivam os aprendizes a aprender usando o sistema.		3	
Eficácia Pedagógica	Avalia a qualidade do conteúdo educacional e como ele é apresentado no jogo,	Artigo 6: E-Guess: Usability Evaluation for Educational Games [(E-Guess: Evaluación	3	

	garantindo que seja adequado aos objetivos de aprendizagem.	de usabilidad para juegos educativos)]		
Qualidade e Adequação do Áudio	Avalia como os elementos de áudio do jogo são projetados e utilizados, garantindo que eles sejam de alta qualidade e adequados ao contexto educacional e ao ambiente de jogo. Essa heurística se concentra em aspectos como a clareza, o equilíbrio sonoro, a pertinência ao conteúdo e a contribuição para a imersão e a experiência geral do usuário, garantindo que o áudio seja uma parte integral e eficaz da experiência educativa.		3	
Engajamento e Imersão	Avalia a capacidade do jogo de capturar e manter a atenção do jogador, focando na experiência de envolvimento profundo. Essa heurística examina como os elementos do jogo trabalham juntos para criar um ambiente cativante e imersivo, mantendo o jogador focado, interessado e emocionalmente investido na experiência de jogo.		2	

Qualidade de Narrativa [*Storytelling*]	Avalia como a história do jogo é construída e apresentada, incluindo a coerência, a profundidade e a relevância da trama. Examina a eficácia da narrativa em engajar o jogador, promover a imersão e apoiar os objetivos do jogo, considerados aspectos como a construção de personagens, a progressão da história e a integração da narrativa com a mecânica do jogo.		1	
Jogabilidade e Experiência divertida	Avalia a facilidade de uso e a qualidade da jogabilidade do jogo, incluindo como os controles e a interface são intuitivos e eficazes, bem como o nível de diversão e prazer que o jogo proporciona. Esta heurística examina como a experiência de jogo é acessível e agradável, garantindo que o jogador possa interagir com o jogo de forma fluida e se divertir enquanto joga.		2	
Engajamento e interatividade	Ofertar recursos interativos entre alunos e professores.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	3	
Suporte ao Aprendizado e Desenvolvimento Contínuos	Facilitar o aprendizado contínuo e o desenvolvimento de habilidades		3	
Informação confiável e útil ao usuário	Garantir informações transparentes e precisas.		3	

Adaptação ao estilo de aprendizagem do usuário	Ofertar diferentes mecanismos de aprendizagem, seja vídeo, textos etc.		3	
Suporte aos alunos	Os usuários devem ter um canal próximo com os professores para tirar dúvida.		3	
Padronização das imagens de apresentação dos cursos	As imagens de anúncio dos cursos devem seguir um padrão para não ficar bagunçado.		1	
Privacidade e segurança	O usuário deve ter autonomia para tornar suas informações públicas ou não.		3	
Autonomia na Gestão de Mensagens	O software deve permitir que o usuário tenha controle sobre suas mensagens privadas, oferecendo a opção de editar ou excluir conforme necessário. Essa autonomia promove flexibilidade e controle sobre as interações pessoais.		2	
Integração de Tecnologia Emergente	Deve-se avaliar continuamente a incorporação de tecnologias emergentes, como realidade virtual, inteligência artificial e aprendizado de máquina, para melhorar a experiência de aprendizagem.		3	
Facilidade de Navegação	Certificar-se de que a estrutura de navegação seja intuitiva e fácil de usar,		3	

	facilitando o acesso rápido a materiais e atividades.			
Simplicidade na Interface	Deve ser priorizada a simplicidade na interface do usuário, minimizando elementos desnecessários e garantindo que as funções essenciais sejam facilmente compreendidas e acessadas.		3	
Gamificação Responsável	Caso sejam incorporados elementos de gamificação, certifique-se de que esses componentes incentivem positivamente a aprendizagem, evitando distrações ou desmotivações.		2	

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Durante esse processo de análise das informações sobre o domínio de aplicações AVA, foram identificados um objetivo geral e sete objetivos específicos. A análise das características da aplicação resultou na identificação de dezenove elementos, sendo quatro classificados com valor 2 (moderadamente importantes) e quinze com valor 3 (altamente importantes). No que diz respeito aos atributos de usabilidade, foram catalogados vinte e um. Quanto às heurísticas existentes, cinquenta e cinco foram levantadas. A distribuição da priorização, com base na escala mencionada, foi a seguinte: três elementos receberam valor 1, treze elementos receberam valor 2 e trinta e nove elementos foram classificados com valor 3. A Tabela 9 apresentou uma síntese consolidada dessa classificação e priorização para cada um dos aspectos analisados.

Importa destacar que os achados desta etapa foram construídos a partir dos dados obtidos nos Estágios 1 e 2 da pesquisa, os quais forneceram as informações fundamentais sobre o domínio, características das aplicações, atributos de usabilidade e heurísticas previamente existentes. Assim, os resultados organizados neste estágio analítico representam uma sistematização e priorização desses dados, constituindo a base para o próximo passo da investigação: o Estágio Descritivo, no qual será realizada a proposição do novo conjunto de heurísticas voltado à avaliação de AVAs.

5. Método - Estágios Correlacional e de Seleção

O presente capítulo aborda os estágios Correlacional e de Seleção da metodologia adotada, detalhando como as informações levantadas e organizadas nas etapas anteriores são inter-relacionadas e como as heurísticas existentes são avaliadas em relação ao domínio específico de estudo.

5.1 Passo 4: Estágio Correlacional

Conforme a metodologia definida por Quiñoes e Rusu (2018), a presente etapa da pesquisa se concentra na crucial atividade de estabelecer uma intrínseca correlação entre as características inerentes ao domínio de aplicação específico sob investigação, os atributos que definem a usabilidade e a experiência do usuário (UX) dentro desse contexto, e o conjunto de heurísticas já existentes na literatura (ou outros elementos que se revelem relevantes para a análise).

Adicionalmente, uma segunda atividade, a ser realizada se julgada pertinente para a organização e clareza dos dados, consiste no agrupamento dessas heurísticas em categorias distintas, facilitando assim a sua posterior aplicação e interpretação. A efetivação da correspondência dos dados é um processo minucioso que se fundamenta na totalidade das informações previamente compiladas e apresentadas nas tabelas descritivas do estágio 3 da metodologia. Inicialmente, o procedimento demandou a elaboração de uma lista exaustiva e abrangente de todas as características que definem e delimitam o domínio específico em estudo. Em um passo subsequente, cada uma dessas características foi cuidadosamente associada a um ou mais atributos de usabilidade e/ou experiência do usuário que se mostrem pertinentes e relevantes para a sua avaliação. A etapa final desta fase de correlação envolveu uma análise detalhada da capacidade das heurísticas selecionadas em cobrir, seja de forma total ou parcial, cada uma das características do domínio e os atributos de usabilidade/UX a elas relacionados.

É de suma importância reconhecer que, em alguns casos, certas características específicas do domínio podem não encontrar cobertura em nenhuma das heurísticas preexistentes identificadas. Essa lacuna sinaliza inequivocamente a necessidade de um esforço de desenvolvimento para a criação de novas heurísticas que sejam capazes de avaliar de maneira adequada e precisa esses aspectos particulares. A Tabela 10 apresenta a correlação entre as características *versus* Atributos de UX/Usabilidade *versus* Heurísticas, ilustrando onde as heurísticas existentes oferecem cobertura e onde lacunas podem indicar a necessidade de novas proposições.

Tabela 10 – Correlação Características x Atributos de UX/Usabilidade x Heurísticas

Correlação entre: Características x Atributos de UX/Usabilidade x Heurísticas			
ID	**Característica**	**Atributo**	**Heurística**
1	Conveniente, confiável e utilizável	Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros	- Alinhamento dos Recursos Instrucionais aos Objetivos de Aprendizagem - Suporte ao Aprendizado e Desenvolvimento Contínuos - Informação confiável e útil ao usuário - Correspondência entre o sistema e o mundo real **(Nielsen)** - Representação simbólica compreensível e significativa - Consistência e Padronização **(Nielsen)**
2	Eficácia, eficiência e satisfação.	- Eficácia - Eficiência	- Eficácia Pedagógica - Flexibilidade e eficiência de uso **(Nielsen)**
3	Interface e navegação intuitivas	Interface do Usuário	- Simplicidade na Interface - Experiência de Navegação e Compreensão - Conteúdo Claramente Representado e Navegável - Reconhecimento em Vez de Memorização **(Nielsen)** - Autenticidade e Minimalismo no Design
4	Qualidade do conteúdo educacional	Sócio-construtivismo	- Engajamento Educacional - Qualidade do Conteúdo
5	Recursos multimídia e interativos	Imersão e Motivação	- Capacidade do sistema de envolver os alunos e prender sua atenção - Imersão - Facilitação de Aprendizado - Relevância e Qualidade da Integração Multimídia
6	Suporte ao usuário e comunidade	Interface do Usuário	- Suporte a formas de aprendizagem pessoalmente significativas - Facilitação de Interações Colaborativas para Aprendizagem
7	Acessibilidade	Acessibilidade	- Acessibilidade - Apoio à Aprendizagem por Atividades Guiadas - Apresentação de Recursos em Vídeo visando Acessibilidade

8	Personalização	Interface do Usuário	- Adaptação ao estilo de aprendizagem do usuário
9	Avaliação e feedback	Visibilidade do estado do sistema	- Feedback e Avaliação - Visibilidade do status do sistema **(Nielsen)**
10	Visualização e navegação por todas as páginas	Controle e liberdade do usuário	- Facilidade de Navegação - Controle e liberdade do usuário **(Nielsen)** - Fidelidade de navegação
11	Privacidade	Controle e liberdade do usuário	- Privacidade e segurança
12	Rastreabilidade	Controle e liberdade do usuário	- Feedback sobre o progresso do ambiente de aprendizado gamificado
13	Fóruns	- Ajuda e documentação - Efetividade da aprendizagem colaborativa.	- Suporte aos alunos - Autonomia na Gestão de Mensagens - Ajuda e documentação **(Nielsen)**
14	Notificações e lembretes	Interface do Usuário	- Facilitação de Aprendizado
15	Confiança	Prevenção de erros	- Prevenção de erros cognitivos - Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros - Reconhecimento, Diagnóstico e Recuperação de Erros - Prevenção de Erros **(Nielsen)**

Fonte: (Elaborado pela Autora)

O processo de análise e organização das heurísticas resultou no agrupamento destas em categorias distintas, visando facilitar a compreensão, aplicação e apresentação no contexto do domínio de aplicação específico. As categorias identificadas são:

Categoria 01: Heurísticas de Interface e Interação:

- Simplicidade na Interface
- Flexibilidade e eficiência de uso
- Visibilidade do status do sistema (Nielsen)
- Facilidade de Navegação
- Controle e liberdade do usuário (Nielsen)
- Privacidade e segurança
- Feedback sobre o progresso do ambiente de aprendizado gamificado
- Correspondência entre o sistema e o mundo real (Nielsen)
- Representação simbólica compreensível e significativa
- Consistência e Padronização (Nielsen)
- Experiência de Navegação e Compreensão
- Reconhecimento em Vez de Memorização (Nielsen)
- Autenticidade e Minimalismo no Design
- Fidelidade de navegação

Categoria 02: Heurísticas de Qualidade e Suporte de Conteúdo:

- Informação confiável e útil ao usuário
- Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros
- Suporte aos alunos
- Autonomia na Gestão de Mensagens
- Ajuda e documentação (Nielsen)
- Apresentação de Recursos em Vídeo visando Acessibilidade
- Qualidade do Conteúdo
- Relevância e Qualidade da Integração Multimídia
- Conteúdo Claramente Representado e Navegável
- Prevenção de erros cognitivos
- Prevenção de Erros (Nielsen)

Categoria 03: Heurísticas Pedagógico/educacionais:

- Eficácia Pedagógica
- Suporte a formas de aprendizagem pessoalmente significativas
- Facilitação de Interações Colaborativas para Aprendizagem
- Acessibilidade

- Apoio à Aprendizagem por Atividades Guiadas
- Adaptação ao estilo de aprendizagem do usuário
- Facilitação de Aprendizado
- Suporte ao Aprendizado e Desenvolvimento Contínuos
- Capacidade do sistema de envolver os alunos e prender sua atenção
- Imersão
- Engajamento Educacional
- Alinhamento dos Recursos Instrucionais aos Objetivos de Aprendizagem
- Feedback e Avaliação

Os resultados da correlação estabelecida no passo anterior fornecem os subsídios necessários para a próxima etapa da metodologia: o Estágio de Seleção. Nele, o foco se volta para a análise da relevância e da cobertura das heurísticas existentes em relação às características e aos atributos identificados no domínio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, preparando espaço para a possível proposição de novas heurísticas.

5.2 Passo 5: Estágio de Seleção

Em consonância com a metodologia, o estágio de seleção assume um papel central e estratégico no processo de desenvolvimento de um conjunto de heurísticas otimizado para a avaliação da usabilidade e da experiência do usuário (UX) em um domínio de aplicação específico.

Nesta fase, conduziu-se uma análise detalhada e abrangente dos conjuntos de heurísticas levantados e categorizados nos estágios anteriores da pesquisa, considerados relevantes para a avaliação de usabilidade e UX em AVAs. Cada heurística foi submetida a um processo criterioso de análise, no qual diversas opções de ação foram consideradas, cada uma com o potencial de gerar um impacto específico e significativo na subsequente avaliação e aprimoramento da usabilidade e da experiência proporcionada ao usuário. Ressalta-se que, nas etapas de revisão e refinamento dessas heurísticas, contou-se com a colaboração ativa do orientador da pesquisa, que atuou também como especialista nesse processo, contribuindo de forma significativa para a qualificação técnica e metodológica das decisões tomadas.

Ao avaliar cada heurística individualmente, devem ser cuidadosamente ponderadas as seguintes alternativas estratégicas:

(1) Manter a heurística existente sem quaisquer modificações: Esta opção é considerada como a mais adequada nos casos em que a heurística demonstra a capacidade de avaliar de forma clara, concisa e precisa um aspecto intrinsecamente relevante da aplicação em análise e um atributo específico de usabilidade ou experiência do usuário, sem se identificar qualquer necessidade de alterações ou refinamentos significativos.

(2) Eliminar a heurística existente do conjunto: Esta medida drástica é adotada em situações onde a heurística em questão aborda aspectos que se revelam não pertinentes ou tangenciais à aplicação específica que está sendo investigada, tornando-a um elemento irrelevante para o processo de avaliação da usabilidade e da experiência do usuário no contexto particular do domínio.

(3) Adaptar a heurística existente para melhor adequação: Em cenários onde se torna evidente a necessidade de ajustar o escopo, a redação ou o foco de uma heurística para que ela possa realizar uma avaliação mais precisa e adequada de um aspecto específico da aplicação e de um atributo de usabilidade ou experiência do usuário que se deseja analisar, a opção de realizar adaptações se apresenta como a mais pertinente.

Além dessas ações individuais sobre cada heurística, o processo de revisão também contemplou a possibilidade de identificar sobreposições ou sinergias entre diferentes conjuntos de heurísticas. Assim, torna-se viável e, por vezes, altamente vantajoso combinar duas ou mais heurísticas provenientes de conjuntos distintos em uma única heurística unificada e mais abrangente, especialmente nos casos em que essa fusão se mostra pertinente para aprimorar a clareza, a precisão e a eficácia da avaliação em questão, evitando redundâncias e complementando as informações relevantes. Todas essas considerações e as decisões tomadas para cada heurística são sistematicamente registradas e refletidas no procedimento detalhado, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Artefato Final do Estágio de Seleção

E5 | Estágio de Seleção							
ID	**Nome da Heurística**	**Descrição**	**Fonte**	**Valor**	**Status**	**Motivo ou Observação**	**Categoria**
HTE01	Design Centrado na Simplicidade	Deve ser priorizada a simplicidade na interface do usuário, minimizando elementos desnecessários e garantindo que as funções essenciais sejam facilmente compreendidas e acessadas.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	**3**	**Mantida**	Nome "Simplicidade na Interface" foi alterado em vista da mesclagem de HTE01 e HTE02	[1] Heurísticas de Interface e Interação
HTE02	Autenticidade e Minimalismo no Design	Os diálogos do sistema não devem consistir em informações irrelevantes ou raramente necessárias que possam distrair os aprendizes durante o processo de aprendizagem (Jakob Nielsen, 1994).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Adaptada**	Mesclado com **HTE01 - Design Centrado na Simplicidade e Autenticidade** por ser mais abrangente	
HTE03	Flexibilidade e eficiência de uso (Nielsen)	O sistema deve atender a diferentes níveis de usuários, desde novatos até especialistas, oferecendo aos usuários especialistas a oportunidade de usar atalhos e outras ferramentas avançadas (Albion, 1999; Jakob Nielsen, 1994).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Mantida**		[1] Heurísticas de Interface e Interação
HTE04	Feedback e Visibilidade do Progresso no Aprendizado	O sistema deve garantir que os aprendizes sejam informados sobre o que está acontecendo por meio de feedback apropriado dentro de um tempo razoável (Albion, 1999; Jakob Nielsen, 1994). O sistema também deve fornecer respostas visuais ou auditivas para que os aprendizes possam entender	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Mantida**	Nome "Visibilidade do status do sistema" foi alterado em vista da mesclagem de HTE05 e HTE06	[1] Heurísticas de Interface e Interação

		o resultado de suas ações (Squires & Preece, 1999).					
HTE05	Feedback e Avaliação	Avalia a presença de ferramentas que permitem aos aprendizes avaliar suas conquistas de aprendizagem e receber feedback suficiente e imediato (Alsumait & Al-Osaimi, 2010; Nokelainen, 2006; Reeves et al., 2002). Também avalia a disponibilidade de ferramentas que permitem aos instrutores avaliar, registrar e rastrear os relatórios dos aprendizes (Alsumait & Al-Osaimi, 2010).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Adaptada**	Mesclado com HTE04 - **Feedback e Visibilidade do Progresso no Aprendizado** por ser mais abrangente	
HTE06	Feedback sobre o progresso do ambiente de aprendizado gamificado	Significa que os jogadores devem receber feedback adequado nos momentos adequados. Os jogadores devem obter feedback sobre seu progresso e, quando perderem, o mesmo. As pontuações devem ser usadas para informar os jogadores sobre sua posição e para incentivá-los a continuar no jogo. Os jogadores devem sempre ser capazes de identificar sua pontuação e seu status no jogo.	Artigo 2: Usability Evaluation for History Educational Games	**2**	**Adaptada**		
HTE07	Privacidade e segurança	O usuário deve ter autonomia para tornar suas informações públicas ou não.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	**3**	**Mantida**		[1] Heurísticas de Interface e Interação
HTE08	Navegação Intuitiva e Experiência Compreensível	Certificar-se de que a estrutura de navegação seja intuitiva e fácil de usar, facilitando o acesso rápido a materiais e	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	**3**	**Mantida**	Nome "Facilidade de Navegação" foi alterado em vista da mesclagem de	[1] Heurísticas de Interface e Interação

		atividades.				HTE09, HTE10 e HTE11	
HTE09	Reconhecimento em Vez de Memorização (Nielsen)	O sistema deve minimizar a carga de memória do aprendiz, tornando objetos, ações e opções visíveis, e o aprendiz não deve ter que lembrar informações de uma parte do diálogo para outra (Jakob Nielsen, 1994).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Adaptada**	Mesclado com **HTE08 - Facilidade de Navegação** por ser mais abrangente	
HTE10	Experiência de Navegação e Compreensão	Avalia a usabilidade e a experiência do usuário com a interface do software educacional. Envolve aspectos como a facilidade de navegação, a clareza das informações apresentadas e a consistência dos elementos visuais.	Artigo 3: Development and Potential Analysis of Heuristic Evaluation for Educational Computer Game (PHEG)	**3**	**Adaptada**		
HTE11	Fidelidade de navegação	Investigar a fidelidade de navegação envolve considerar a estrutura da navegação, a autenticidade cosmética e a eficácia da representação limitada do mundo, conforme fornecida por um sistema.	Artigo 1: Usability Evaluation of an E-Learning Tutorial: Criteria, Questions and Case Study	**3**	**Adaptada**		
HTE12	Consistência e Padronização (Nielsen)	O sistema deve garantir que o aprendiz experimente a interface do usuário de maneira consistente em termos de menus, cores, tipografia e design de diálogo (Alsumait & Al-Osaimi, 2010). No entanto, os recursos de aprendizagem são variados.	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Mantida**		[1] Heurísticas de Interface e Interação
HTE13	Informação confiável e útil ao usuário	Garantir informações transparentes e precisas.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	**3**	**Mantida**		[2] Heurísticas de Qualidade e Suporte de Conteúdo

HTE14	Suporte aos alunos	Os usuários devem ter um canal próximo com os professores para tirar dúvida.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	**3**	**Mantida**		[2] Heurísticas de Qualidade e Suporte de Conteúdo
HTE15	Ajuda e documentação (Nielsen)	O sistema deve fornecer ajuda online e documentação apropriada, que seja facilmente acessível, fácil de pesquisar e relacionada às necessidades dos aprendizes (Albion, 1999; Alsumait & Al-Osaimi, 2010; Jakob Nielsen, 1994).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Adaptada**	Mesclado com **HT13 - Suporte aos alunos** por ser mais abrangente	
HTE16	Controle e liberdade do usuário (Nielsen)	O sistema deve ter facilidades que permitam ao aprendiz sair do sistema a qualquer momento por meio de sinais de saída, operações de desfazer e refazer (Jakob Nielsen, 1994).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Mantida**		[1] Heurísticas de Interface e Interação
HTE17	Autonomia na Gestão de Mensagens	O software deve permitir que o usuário tenha controle sobre suas mensagens privadas, oferecendo a opção de editar ou excluir conforme necessário. Essa autonomia promove flexibilidade e controle sobre as interações pessoais.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	**2**	**Adaptada**	Mesclado com **HTE15 - Controle e liberdade do usuário** por ser mais abrangente	
HTE18	Qualidade e Clareza do Conteúdo Educacional	Avalia a qualidade e a clareza do conteúdo apresentado no software. Envolve a representação clara e múltipla do conteúdo, a precisão e a atualização dos recursos de aprendizagem e a apresentação de materiais de referência relevantes	Artigo 3: Development and Potential Analysis of Heuristic Evaluation for Educational Computer Game (PHEG)	**3**	**Mantida**	Nome "Qualidade do Contéudo" foi alterado em vista da mesclagem de HTE18 e HTE19	[2] Heurísticas de Qualidade e Suporte de Conteúdo

HTE19	Relevância e Qualidade da Integração Multimídia	Avalia o uso de elementos multimídia (como áudio, vídeo e animações) no software. Envolve a relevância e a qualidade dos recursos multimídia, bem como sua acessibilidade e capacidade de envolver os usuários.	Artigo 3: Development and Potential Analysis of Heuristic Evaluation for Educational Computer Game (PHEG)	**3**	**Adaptada**	Mesclado com **HTE17 - Qualidade do contéudo** por ser mais abrangente	
HTE20	Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros	O sistema deve expressar mensagens de erro em linguagem simples que não inclua código de programação, indicando precisamente o problema e sugerindo de forma amigável uma solução que o aprendiz possa manejar (Alsumait & Al-Osaimi, 2010; Jakob Nielsen, 1994).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Mantida**		[2] Heurísticas de Qualidade e Suporte de Conteúdo
HTE21	Prevenção de erros cognitivos	Existe uma relação entre a complexidade do domínio e a prevenção de erros. Embora erros relacionados à usabilidade devam ser evitados, erros cognitivos fazem parte do processo de aprendizagem, conforme argumentado por Mayes e Fowler [1999:485], que ressaltam que, em aplicativos educacionais, uma ‘fluência de uso perfeita não é necessariamente propícia ao aprendizado profundo... o software deve fazer os aprendizes pensarem’. Erros de usabilidade periférica devem ser previstos e evitados e, sempre que possível, versões para iniciantes poderiam ser fornecidas.	Artigo 1: Usability Evaluation of an E-Learning Tutorial: Criteria, Questions and Case Study	**3**	**Adaptada**	Mesclado com **HTE19 - Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros** por ter um titulo mais abrangente. Definições serão mescladas	

HTE22	Prevenção de Erros (Nielsen)	O sistema deve ser cuidadosamente projetado para prevenir a ocorrência de erros comuns desde o início (Jakob Nielsen, 1994). No entanto, deve ter procedimentos para permitir que os aprendizes corrijam erros quando aparecerem. Além disso, o sistema deve evitar que os aprendizes cometam erros irreversíveis (Jakob Nielsen, 1994).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Mantida**		[2] Heurísticas de Qualidade e Suporte de Conteúdo
HTE23	Eficácia Pedagógica	Avalia a qualidade do conteúdo educacional e como ele é apresentado no jogo, garantindo que seja adequado aos objetivos de aprendizagem.	Artigo 6: E-Guess: Usability Evaluation for Educational Games [(E-Guess: Evaluación de usabilidad para juegos educativos)]	**3**	**Mantida**		[3] Heurísticas Pedagógico/educacionais
HTE24	Acessibilidade	Avalia se o sistema pode ser facilmente acessado por meio de vários dispositivos, como telas pequenas e grandes (por exemplo, PDA, laptops) (Alsumait & Al-Osaimi, 2010; Squires & Preece, 1996), bem como diferentes plataformas e navegadores. Além disso, o atributo avalia se os recursos de aprendizagem têm alternativas equivalentes para apresentações auditivas e visuais (QMRS, 2012). Os links externos para a internet devem estar atualizados (Reeves et al., 2002).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa e Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	**3**	**Mantida**		[3] Heurísticas Pedagógico/educacionais

HTE25	Apresentação de Recursos em Vídeo visando Acessibilidade	Apresentação de Recursos em Vídeo visando Acessibilidade (NOVA): Avalia a relevância e a acessibilidade dos clipes de vídeo de entrevistas com professores e atividades em sala de aula. Esta heurística foca em garantir que os recursos em vídeo sejam facilmente acessíveis e pertinentes ao conteúdo. Esta heurística é nova, pois se foca na relevância e acessibilidade dos clipes de vídeo.	Artigo 4: Methodology to evaluate interface of educational computer game	**3**	**Adaptada**	Mesclado com **HTE243-Acessibilidade** por ser mais abrangente	
HTE26	Adaptação ao estilo de aprendizagem do usuário	Ofertar diferentes mecanismos de aprendizagem, seja vídeo, textos etc.	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	**3**	**Adaptada**	Mesclado com **HTE23 - Acessibilidade** por ser mais abrangente e pela ideia na descrição ser parecida com questões ofertadas em acesibilidade	
HTE27	Facilitação e Suporte ao Aprendizado Contínuo e Colaborativo	Facilitar o aprendizado contínuo e o desenvolvimento de habilidades	Avaliação na Etapa 2 (Estágio Experimental)	**3**	**Mantida**	Nome "Suporte ao Aprendizado e Desenvolvimento Contínuos" foi alterado em vista da mesclagem de HTE28, HTE29 E HTE30	[3] Heurísticas Pedagógico/educacionais
HTE28	Apoio à Aprendizagem por Atividades Guiadas	O software fornece suporte para as atividades dos aprendizes, permitindo trabalhar dentro da competência existente enquanto encontra blocos significativos de conhecimento.	Artigo 4: Methodology to evaluate interface of educational computer game	**3**	**Adaptada**	Mesclado com **HTE27 - Facilitação e Suporte ao Aprendizado Contínuo e Colaborativo**	

HTE29	Facilitação de Aprendizado	Avalia a eficácia didática do software em termos de alcançar objetivos educacionais. Envolve a clareza dos objetivos de aprendizagem, a relevância das atividades para a prática educacional e o suporte para a transferência de conhecimentos e habilidades.	Artigo 3: Development and Potential Analysis of Heuristic Evaluation for Educational Computer Game (PHEG)	**3**	**Adaptada**		
HTE30	Facilitação de Interações Colaborativas para Aprendizagem	Avalia a presença de ferramentas no LMS para incentivar a interação entre os aprendizes e entre os aprendizes e seus instrutores por meio de discussões ou outras atividades colaborativas (Albion, 1999). Também avalia se os materiais instrucionais são projetados com atividades e tarefas que permitem interações que apoiam a aprendizagem significativa (Reeves et al., 2002).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Adaptada**		
HTE31	Capacidade de Envolver, Engajar e Promover Imersão nos Estudantes	É amplamente aceito que a afeição faz as pessoas se comportarem da maneira que se comportam e tem impacto na aprendizagem (Nokelainen, 2006). À medida que os estudantes usam o sistema para aprender, a afeição pode influenciar grandemente sua interação com o sistema (Zaharias, 2008). Portanto, este critério avaliará como o sistema e os materiais instrucionais motivam os aprendizes a aprender usando o sistema.	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Mantida**		[3] Heurísticas Pedagógico/educacionais

HTE32	Suporte a formas de aprendizagem pessoalmente significativas	Existem múltiplas representações, além disso, o software será usado em conjunto com vários materiais de suporte ao aprendiz. A metacognição deve ser apoiada e o software deve indicar claramente quais estilos de aprendizagem são suportados.	Artigo 1: Usability Evaluation of an E-Learning Tutorial: Criteria, Questions and Case Study	**2**	**Adaptada**	Mesclado com **HTE31 - Engajamento Educacional** por ser mais abrangente num sentido de envolvimento e ambientação.	
HTE33	Capacidade do sistema de envolver os alunos e prender sua atenção	O sistema deve ser avaliado com base na sua capacidade de manter os usuários interessados e engajados. Isso envolve verificar se o conteúdo é apresentado de maneira atraente, se há elementos interativos suficientes, se o design é motivador, entre outros fatores que contribuem para a manutenção da atenção do aprendiz.	Artigo 1: Usability Evaluation of an E-Learning Tutorial: Criteria, Questions and Case Study	**3**	**Adaptada**		
HTE34	Imersão	Imersão descreve a experiência de se envolver na experiência de jogar enquanto mantém alguma consciência de seus arredores. Também significa a capacidade do jogo de induzir a sensação de realmente fazer parte do ambiente do jogo. Isso é importante ser testado para garantir que os jogadores estejam realmente participando e se envolvendo no jogo. Portanto, os jogos imersivos devem envolver elementos como efeito sonoro e narrativa (introdução do jogo e enredo)	Artigo 2: Usability Evaluation for History Educational Games	**2**	**Adaptada**		

HTE35	Correspondência entre o sistema e o mundo real e Simbolismo Significativo	O sistema deve garantir que o LMS utilize a linguagem do aprendiz, com palavras, frases e conceitos familiares ao aprendiz, em vez de termos orientados ao sistema (Jakob Nielsen, 1994). Além disso, as informações do sistema devem ser apresentadas e organizadas de forma natural e lógica (Jakob Nielsen, 1994; Squires & Preece, 1999).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Mantida**	Nome "Correspondência entre o sistema e o mundo real" foi alterado em vista da mesclagem de HTE36	[1] Heurísticas de Interface e Interação
HTE36	Representação simbólica compreensível e significativa	Formas e símbolos representacionais devem ser considerados. As interfaces devem apresentar baixa demanda cognitiva e os aprendizes não devem ter que memorizar as formas de interação. Os símbolos, ícones e nomes usados para objetos de aprendizagem devem ser do domínio do assunto e usados de forma consistente.	Artigo 1: Usability Evaluation of an E-Learning Tutorial: Criteria, Questions and Case Study	**2**	**Adaptada**	Mesclado com **HT35 - Interface Alinhada ao Mundo Real e Simbolismo Significativo** por ser mais abrangente e tratar dos assuntos da heurística adaptada	
HTE37	Recursos Instrucionais Alinhados aos de Objetivos de Aprendizagem	Mede a conformidade dos recursos de aprendizagem com os objetivos gerais do curso declarados e se eles são suficientes para permitir que os aprendizes completem o processo de aprendizagem (Albion, 1999; Squires & Preece, 1996). Os itens também avaliam a precisão e a atualidade dos recursos de aprendizagem (QMRS, 2012).	Artigo 5: Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa	**3**	**Mantida**	Nome "Alinhamento dos Recursos Instrucionais aos Objetivos de Aprendizagem " foi alterado em vista da mesclagem de HTE38	[3] Heurísticas Pedagógico/educacionais
HTE38	Conteúdo Claramente Representado e Navegável	A mensagem no software é inequívoca. O software suporta preferências dos aprendizes para diferentes caminhos de acesso. O aprendiz é capaz de encontrar	Artigo 4: Methodology to evaluate interface of educational computer game	**3**	**Adaptada**	Mesclado com **HTE37 - Alinhamento dos Recursos Instrucionais aos Objetivos de Apredizagem** por ser mais	

		informações relevantes enquanto está engajado em uma atividade.				abrangente	

Fonte: (Elaborado pela Autora)

A análise apresentada na Tabela 11 não apenas evidenciou as correspondências entre características do domínio, atributos de usabilidade/UX e heurísticas existentes, como também permitiu identificar pontos de fragilidade na cobertura oferecida pelas heurísticas atuais. A partir dessas lacunas, iniciou-se a proposição de heurísticas complementares e adaptações necessárias, alinhadas às especificidades dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Assim, esta etapa marca a transição entre a análise correlacional e o início do processo de seleção e refinamento heurístico, aprofundado na próxima seção.

6. Método - Estágios de Especificação, validação e Refinamento

Este capítulo detalha a metodologia empregada na elaboração e aprimoramento do conjunto de heurísticas proposto. A abordagem metodológica compreendeu diversas etapas, das quais três se destacam por sua contribuição ao desenvolvimento final das heurísticas: Especificação, Validação e Refinamento. Estes três estágios, abordados a seguir, complementam as etapas anteriores e representam momentos-chave no processo de formalização, verificação e ajuste das heurísticas propostas. O primeiro deles, a Especificação, é discutido na próxima seção e se concentra na estruturação detalhada de cada heurística desenvolvida.

6.1 Passo 6: Estágio de Especificação

Este estágio foca na formalização do novo conjunto de heurísticas de usabilidade/UX. Cada heurística foi estruturada de maneira a incluir vários elementos essenciais para uma compreensão clara e efetiva. Isso é fundamental para assegurar que as heurísticas sejam bem definidas e facilmente comunicadas.

A estrutura de cada heurística desenvolvida contempla múltiplos elementos para garantir sua clareza e aplicabilidade. Inicialmente, cada heurística recebe um identificador único (ID), facilitando sua distinção e referência. Adicionalmente, é definida uma prioridade ("Crítica", "Importante" ou "Útil") que sinaliza seu nível de relevância na avaliação de um aspecto ou recurso específico. Cada heurística possui também um nome descritivo e intuitivo, acompanhado de uma definição concisa que explicita seu propósito. Uma explanação detalhada complementa essa definição, oferecendo uma compreensão aprofundada da heurística e de sua aplicação prática.

Além disso, cada heurística é associada a um recurso ou aspecto particular do domínio de aplicação em análise. Para ilustrar seu uso, são apresentados exemplos de conformidade e violação. Os benefícios esperados em termos de usabilidade e experiência do usuário são explicitados, assim como potenciais dificuldades de interpretação da heurística. Uma lista de verificação estabelece critérios objetivos para a avaliação, e o atributo de usabilidade/UX avaliado é especificado. Por fim, são indicadas heurísticas relacionadas e informações sobre os conjuntos de heurísticas que serviram de base, incluindo autores e referências, quando pertinente.

Cada elemento da heurística foi projetado para garantir clareza, utilidade e eficácia no processo de avaliação e é conectado a uma das categorias definidas anteriormente. No caso do Conjunto de Heurísticas do presente trabalho, relacionadas às tecnologias educacionais, ficaram definidas três categorias as quais poderiam ser inseridas, sendo elas Categoria 01: Heurísticas de Interface e Interação, Categoria 02: Heurísticas de Qualidade e Suporte de Conteúdo ou Categoria 03:

Heurísticas Pedagógico/educacionais. As atividades específicas desse estágio serão exibidas abaixo nas tabelas que mostram cada uma das heurísticas desenvolvidas.

A primeira heurística apresentada na Tabela 12 (HTE01) enfatiza a importância de um design centrado na simplicidade e autenticidade, buscando minimizar elementos desnecessários e garantir clareza na apresentação das funções essenciais. Essa abordagem visa reduzir a carga cognitiva dos usuários, promovendo uma experiência de aprendizagem mais direta e eficaz. A segunda heurística apresentada na Tabela 13 (HTE02) trata da flexibilidade e eficiência de uso, destacando a necessidade de o sistema atender tanto usuários iniciantes quanto experientes. Para isso, recomenda-se a oferta de recursos intuitivos para novatos e de ferramentas avançadas, como atalhos, para usuários mais especializados, assegurando uma navegação adaptável e eficiente.

Tabela 12 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE01)

ID	**HTE01**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Design Centrado na Simplicidade e Autenticidade**
Definição	A interface do usuário deve priorizar a simplicidade, minimizando elementos desnecessários e garantindo que as funções essenciais sejam facilmente compreendidas e acessadas. Além disso, os diálogos do sistema devem evitar informações irrelevantes ou raramente necessárias, que possam distrair os aprendizes durante o processo de aprendizagem
Explanação	Nas tecnologias educacionais, a simplicidade na interface é essencial para garantir que os usuários possam acessar e compreender facilmente as funções principais, sem a interferência de elementos desnecessários. Da mesma forma, os diálogos e mensagens do sistema devem ser objetivos, evitando informações irrelevantes ou raramente necessárias que possam desviar a atenção dos aprendizes e comprometer a eficácia do processo de aprendizagem.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	O usuário teria maior facilitação no aprendizado e menor carga cognitiva.
Checklist	• A interface minimiza elementos desnecessários, priorizando a clareza e a simplicidade no design • As funções essenciais são apresentadas de forma direta, sem necessidade de esforço excessivo para compreensão • Os diálogos do sistema e mensagens evitam informações supérfluas que possam distrair os aprendizes • O design direciona a atenção do usuário para o conteúdo principal e evita interferências desnecessárias • A interface reduz a carga cognitiva, apresentando informações e ações de forma clara e sem excessos visuais ou textuais.

Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Interface e Interação

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Tabela 13 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE02)

ID	**HTE02**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Flexibilidade e eficiência de uso**
Definição	O sistema deve atender a diferentes níveis de usuários, desde novatos até especialistas, oferecendo aos usuários especialistas a oportunidade de usar atalhos e outras ferramentas avançadas (Albion, 1999; Jakob Nielsen, 1994).
Explanação	Nas tecnologias educacionais, é fundamental que o sistema seja inclusivo, atendendo a diferentes níveis de experiência dos usuários, desde iniciantes até especialistas. Isso garante que os novatos possam navegar e utilizar as funcionalidades de forma intuitiva, enquanto usuários mais experientes têm acesso a ferramentas avançadas, como atalhos e configurações personalizáveis, para aumentar sua eficiência e produtividade. Esse equilíbrio promove acessibilidade, flexibilidade e uma experiência adaptada às necessidades individuais de cada aprendiz.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	O usuário obteria flexibilidade para diferentes contextos educacionais e facilitação da curva de aprendizado.
Checklist	• Há recursos avançados, como atalhos ou ferramentas personalizáveis, disponíveis para usuários especialistas • Existe suporte ou tutoriais para ajudar usuários iniciantes a se familiarizarem com o sistema • Os recursos avançados são acessíveis sem prejudicar a experiência dos usuários menos experientes • O design promove uma curva de aprendizado que permite aos usuários evoluírem em sua interação com o sistema • Ferramentas de busca ou filtros estão disponíveis para localizar materiais de maneira eficiente.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Interface e Interação

Fonte: (Elaborado pela Autora)

A Tabela 14 apresenta a heurística HTE03, que trata do Feedback e Visibilidade do Progresso no Aprendizado. Essa heurística ressalta a importância de o sistema fornecer respostas imediatas e compreensíveis às ações dos usuários, por meio de recursos visuais, auditivos ou textuais. Além disso, destaca a necessidade de indicadores claros de desempenho, como pontuações, rankings ou barras de progresso, que favorecem o engajamento, a autonomia e a motivação dos aprendizes. A Tabela 15, por sua vez, descreve a heurística HTE04, relacionada à Privacidade e Segurança. Essa heurística enfatiza que os usuários devem ter controle sobre suas informações pessoais, podendo decidir o que desejam tornar público ou manter privado. Para isso, o sistema deve oferecer configurações acessíveis de privacidade, notificações sobre o uso dos dados e mecanismos eficazes de proteção contra acessos não autorizados.

Tabela 14 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE03)

ID	**HTE03**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Feedback e Visibilidade do Progresso no Aprendizado**
Definição	O sistema deve garantir que os aprendizes sejam informados sobre o que está acontecendo por meio de feedback apropriado num tempo razoável (Albion, 1999; Jakob Nielsen, 1994). O sistema também deve fornecer respostas visuais ou auditivas para que os aprendizes possam entender o resultado de suas ações (Squires & Preece, 1999).
Explanação	O feedback e a visibilidade do progresso no aprendizado são elementos essenciais em tecnologias educacionais, pois permitem que os aprendizes compreendam o impacto de suas ações, ajustem suas estratégias de estudo e se mantenham motivados. Sistemas que fornecem respostas visuais, auditivas ou textuais imediatas ajudam os usuários a interpretar os resultados de suas interações. Além disso, ferramentas de avaliação contínua possibilitam que aprendizes e instrutores monitorem o desempenho e identifiquem áreas de melhoria. Esse tipo de abordagem é especialmente relevante em ambientes gamificados, onde os aprendizes devem saber constantemente como estão se saindo, seja por meio de pontuações, rankings ou notificações. Isso promove um engajamento contínuo e fortalece a confiança no uso da tecnologia como suporte educacional.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam maior engajamento, clareza sobre seu progresso e autonomia para ajustar suas estratégias de aprendizado.
Checklist	• O sistema fornece feedback visual, auditivo ou textual imediatamente após ações dos usuários. • Existem indicadores claros do progresso do aprendizado, como gráficos, barras de progresso ou pontuações, tempo estimado restante para concluir o curso, comparação entre desempenho atual e metas definidas, se aplicável. • Ferramentas permitem que os aprendizes avaliem suas conquistas de maneira clara e compreensível. • Há recursos que permitem instrutores avaliar, registrar e rastrear o desempenho dos aprendizes. • Em ambientes gamificados, as pontuações são atualizadas em tempo real e visíveis aos usuários.

	• Há suporte para notificar aprendizes sobre metas atingidas e etapas futuras do processo de aprendizado. • O sistema oferece feedback construtivo quando o usuário comete erros, sugerindo formas de melhoria.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Interface e Interação

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Tabela 15 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE04)

ID	**HTE04**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Privacidade e segurança**
Definição	O usuário deve ter autonomia para tornar suas informações públicas ou não.
Explanação	A privacidade e a segurança são fundamentais em sistemas educacionais para proteger os dados dos usuários e garantir que eles tenham controle sobre suas informações pessoais. É essencial que o sistema permita aos usuários decidir quais dados desejam tornar públicos e quais preferem manter privados. Isso inclui opções claras e acessíveis para configurar a visibilidade de suas informações, bem como mecanismos que assegurem a proteção contra acessos não autorizados.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam maior controle sobre suas informações e proteção contra acessos não autorizados.
Checklist	• O sistema oferece configurações claras para que os usuários decidam quais informações serão públicas ou privadas. • Há notificações sobre como os dados serão utilizados e quem terá acesso a eles. • As configurações de privacidade são fáceis de localizar e ajustar. • O sistema informa os usuários em caso de violações de segurança ou alterações na política de privacidade, se aplicável. • É possível ocultar ou limitar informações pessoais em relatórios, perfis ou rankings, se aplicável.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Interface e Interação

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Conforme exposto na Tabela 16, a heurística HTE05 aborda a Navegação Intuitiva e Experiência Compreensível. Essa diretriz enfatiza a necessidade de uma estrutura de navegação clara e lógica, que permita aos usuários localizar materiais e realizar tarefas de forma fluida e sem confusão. A organização dos elementos, a coerência nas informações e o suporte visual são fundamentais para garantir uma experiência de uso eficiente e alinhada aos objetivos educacionais. Já a Tabela 17 apresenta a heurística HTE06, relacionada à Consistência e Padronização. Essa heurística destaca a importância de manter uniformidade nos elementos da interface — como menus, cores, tipografia e mensagens — promovendo uma navegação mais previsível e amigável. Ao mesmo tempo, ressalta-se a importância da variedade nos recursos de aprendizagem, desde que essa diversidade não comprometa a harmonia e coesão visual do sistema.

Tabela 16 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE05)

ID	**HTE05**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Navegação Intuitiva e Experiência Compreensível**
Definição	A estrutura de navegação deve ser intuitiva, permitindo que os usuários encontrem materiais e atividades de forma rápida e sem confusão. A experiência deve ser fluida, com clareza nas informações e consistência na apresentação das opções.
Explanação	A navegação deve ser lógica e bem organizada, facilitando a localização de conteúdos e a realização de ações. O design precisa refletir a estrutura do conteúdo educacional de forma autêntica, com elementos visuais e textuais que ajudem os usuários a se orientarem facilmente no sistema.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam acesso facilitado a conteúdos e atividades, promovendo uma experiência de aprendizado eficiente e agradável.
Checklist	• Menus e opções de navegação são organizados de forma clara e lógica. • Ações e conteúdos são visíveis e compreensíveis, sem a necessidade de memorização. • É fácil retornar ou acessar conteúdos relacionados de maneira rápida. • A navegação flui sem interrupções, promovendo uma experiência contínua. • A estrutura de navegação é fiel ao propósito educacional e ao conteúdo do sistema. • Elementos visuais (como barras de progresso, breadcrumbs) ajudam a orientar o usuário dentro do sistema.

Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Interface e Interação

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Tabela 17 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE06)

ID	**HTE06**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Consistência e Padronização**
Definição	O sistema deve garantir que o aprendiz experimente a interface do usuário de maneira consistente em termos de menus, cores, tipografia e design de diálogo (Alsumait & Al-Osaimi, 2010). No entanto, os recursos de aprendizagem são variados.
Explanação	Consistência e padronização são princípios fundamentais para garantir uma experiência de usuário coesa e intuitiva em sistemas educacionais. A interface deve apresentar elementos como menus, cores, tipografia e design de diálogo de forma uniforme, reduzindo a curva de aprendizado e promovendo familiaridade ao navegar pelo sistema. Ao mesmo tempo, é importante que os recursos de aprendizagem sejam variados, oferecendo diferentes formatos e abordagens para atender às diversas necessidades e estilos de aprendizado dos usuários, sem comprometer a harmonia visual e funcional do sistema.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam uma navegação intuitiva e uma experiência consistente, com recursos variados que enriquecem o aprendizado sem causar confusão.
Checklist	• Os menus, botões e elementos visuais são consistentes em todas as telas do sistema. • Cores e tipografia seguem um padrão definido, promovendo uma identidade visual coesa. • As mensagens de erro e feedback seguem um mesmo estilo e tom de comunicação.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Interface e Interação

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Na Tabela 18, a heurística HTE07 destaca a importância de oferecer Informação confiável e útil ao Usuário. Esta diretriz ressalta que os sistemas educacionais devem garantir conteúdos transparentes, precisos e atualizados, organizados de forma clara para facilitar a compreensão e a tomada de decisões informadas pelos aprendizes. A confiabilidade da informação fortalece a confiança dos usuários na plataforma e contribui para uma experiência educativa eficiente. Por sua vez, o conteúdo da Tabela 19 apresenta a heurística HTE08, que enfatiza o Suporte aos Alunos como um elemento essencial para a aprendizagem. Esta heurística defende que os sistemas devem disponibilizar canais de comunicação acessíveis e eficazes entre alunos e professores, facilitando a resolução de dúvidas e promovendo uma interação dinâmica e colaborativa.

Tabela 18 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE07)

ID	**HTE07**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Informação confiável e útil ao usuário**
Definição	Garantir informações transparentes e precisas.
Explanação	A informação confiável e útil é um pilar essencial para sistemas educacionais, pois garante que os usuários tenham acesso a dados precisos, claros e transparentes. O sistema deve fornecer conteúdos atualizados, verificáveis e apresentados de forma objetiva, permitindo que os aprendizes tomem decisões informadas e confiem nas ferramentas educacionais que utilizam. Além disso, a organização e a clareza das informações contribuem para uma experiência mais eficiente e satisfatória.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam acesso a conteúdos confiáveis e claros, promovendo decisões informadas e confiança no sistema.
Checklist	• As informações fornecidas pelo sistema são verificáveis e baseadas em fontes confiáveis. • Os dados são apresentados de forma objetiva e sem ambiguidades. • Existe um canal para que os usuários reportem erros ou inconsistências no conteúdo. • A organização do conteúdo facilita a localização de informações relevantes. • O sistema informa a data da última atualização dos conteúdos ou dados. • São fornecidos links ou referências a fontes confiáveis para consulta adicional, se aplicável. • O design e a disposição das informações priorizam a transparência e a clareza. • Avaliações e depoimentos de cursos são permitidos apenas para usuários que concluíram o curso, garantindo autenticidade e relevância dos feedbacks.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Qualidade e Suporte de Conteúdo

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Tabela 19 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE08)

ID	**HTE08**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Suporte aos alunos**
Definição	Os usuários devem ter um canal próximo com os professores para tirar dúvida.
Explanação	O suporte aos alunos é uma funcionalidade essencial em sistemas educacionais, permitindo que os usuários mantenham um canal próximo e acessível com os professores para esclarecer dúvidas e obter orientação. Esse recurso fortalece a interação entre alunos e professores, promovendo um aprendizado mais dinâmico e colaborativo. Além disso, canais de suporte claros e ágeis ajudam a reduzir a frustração dos alunos, garantindo que suas dúvidas sejam solucionadas rapidamente e de maneira eficiente.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam orientação direta e ágil, promovendo confiança e eficiência no aprendizado.
Checklist	• O sistema oferece canais de comunicação diretos, como chats, fóruns ou mensagens, para interação entre alunos e professores. • Há notificações ou alertas para respostas às dúvidas enviadas pelos alunos. • Os canais de suporte são fáceis de localizar e usar dentro do sistema. • Existe um histórico de conversas ou dúvidas enviadas, ou até FAQ, para referência futura. • O sistema permite anexar arquivos ou recursos adicionais nas interações para facilitar o suporte, se aplicável. • Os canais de suporte são facilmente acessíveis a partir de qualquer tela do sistema.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Qualidade e Suporte de Conteúdo

Fonte: (Elaborado pela Autora)

A heurística descrita na Tabela 20 (HTE09) aborda o princípio do Controle e Liberdade do Usuário, ressaltando a importância de proporcionar ao aprendiz autonomia para interromper ou desfazer ações a qualquer momento. Esse aspecto contribui para uma experiência de uso mais flexível, permitindo que o usuário tenha controle total sobre suas interações e atividades dentro do sistema, evitando frustrações e promovendo conforto e eficiência. Já no conteúdo da Tabela 21 (HTE10), a ênfase está na Qualidade e Clareza do Conteúdo Educacional. A heurística destaca a necessidade de apresentar materiais claros, atualizados e precisos, enriquecidos com recursos multimídia relevantes e acessíveis que favoreçam a compreensão e o engajamento dos aprendizes. Esse equilíbrio entre texto e mídia garante uma aprendizagem dinâmica e inclusiva, alinhada aos objetivos educacionais da plataforma.

Tabela 20 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE09)

ID	**HTE09**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Controle e liberdade do usuário**
Definição	O sistema deve ter facilidades que permitam ao aprendiz sair do sistema a qualquer momento por meio de sinais de saída, operações de desfazer e refazer (Jakob Nielsen, 1994).
Explanação	O controle e a liberdade do usuário são princípios cruciais para promover uma experiência de aprendizado flexível e sem frustrações. O sistema deve permitir que o usuário saia ou interrompa suas atividades a qualquer momento, seja por meio de sinais claros de saída ou operações de desfazer e refazer. Além disso, a autonomia na gestão de mensagens garante que os aprendizes possam controlar suas interações pessoais, permitindo editar ou excluir mensagens conforme necessário. Isso proporciona maior liberdade e controle sobre as ações dentro do sistema, assegurando uma experiência personalizada e adaptada às necessidades de cada usuário.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam maior flexibilidade e controle sobre suas ações e interações, promovendo uma experiência mais confortável e eficiente.
Checklist	• O sistema oferece opções claras e acessíveis para sair ou interromper atividades a qualquer momento. • Há funções de desfazer e refazer para permitir que os usuários corrijam ações de forma simples. • Existe a possibilidade de controlar o fluxo de mensagens, permitindo ações como arquivar ou deletar para todos. • As operações de saída e edição de mensagens são intuitivas e não requerem passos complexos. • O sistema não força os usuários a continuar ações ou interações sem a possibilidade de interromper.

Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Interface e Interação

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Tabela 21 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE10)

ID	**HTE10**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Qualidade e Clareza do Conteúdo Educacional**
Definição	Avalia a qualidade e a clareza do conteúdo apresentado no software. Envolve a representação clara e múltipla do conteúdo, a precisão e a atualização dos recursos de aprendizagem e a apresentação de materiais de referência relevantes
Explanação	A qualidade e a clareza do conteúdo educacional são fundamentais para garantir que os aprendizes compreendam e assimilem as informações de maneira eficiente. O conteúdo deve ser apresentado de forma clara, precisa e atualizado, com materiais de referência relevantes para reforçar o aprendizado. Quando combinado com a integração de elementos multimídia, como vídeos, áudios e animações, o sistema pode aumentar o engajamento e tornar o aprendizado mais dinâmico. A relevância e a acessibilidade desses recursos multimídia são igualmente importantes para garantir que eles complementem o conteúdo educacional e sejam inclusivos para todos os usuários.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam uma experiência de aprendizado mais clara, envolvente e enriquecida por recursos multimídia de qualidade.
Checklist	• Os elementos multimídia, como vídeos, áudios e animações, são de qualidade e complementam o conteúdo educacional. • Os recursos multimídia são acessíveis para diferentes perfis de usuários, incluindo pessoas com deficiência. • A integração multimídia está alinhada aos objetivos educacionais e não causa distrações desnecessárias. • Há opções de legendas, transcrições ou controles de reprodução para elementos audiovisuais. • O design prioriza a combinação de conteúdo textual e multimídia de maneira equilibrada e compreensível.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Qualidade e Suporte de Conteúdo

Fonte: (Elaborado pela Autora)

A heurística apresentada na Tabela 22 (HTE11) enfatiza a importância da Prevenção e Correção de Erros em sistemas educacionais. Seu foco principal é minimizar a ocorrência de erros comuns, evitar que sejam irreversíveis e oferecer mecanismos claros e amigáveis para que os aprendizes possam corrigir equívocos facilmente. Essa abordagem aumenta a segurança do usuário, reduzindo frustrações e promovendo maior confiança na utilização da plataforma. Por sua vez, o conteúdo da Tabela 23 (HTE12) trata do Engajamento e Eficácia no Aprendizado, ressaltando que o material educacional deve ser apresentado de forma clara, adaptada aos diferentes perfis dos usuários e alinhada aos objetivos pedagógicos. A heurística destaca a relevância de utilizar métodos interativos e estratégias que mantenham a motivação, promovam a retenção do conhecimento e possibilitem o desenvolvimento contínuo e personalizado das habilidades dos aprendizes, criando um ambiente educativo dinâmico e colaborativo.

Tabela 22 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE11)

ID	**HTE11**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Prevenção e Correção de Erros**
Definição	O sistema deve ser cuidadosamente projetado para prevenir a ocorrência de erros comuns desde o início (Jakob Nielsen, 1994). No entanto, deve ter procedimentos para permitir que os aprendizes corrijam erros quando aparecerem. Além disso, o sistema deve evitar que os aprendizes cometam erros irreversíveis (Jakob Nielsen, 1994).
Explanação	A prevenção de erros é um princípio fundamental em sistemas educacionais, garantindo que o design minimize a ocorrência de erros comuns e que os aprendizes possam interagir com o sistema de forma confiável e tranquila. O sistema deve evitar situações que levem a erros irreversíveis, oferecendo feedback preventivo e indicando possíveis consequências antes que ações críticas sejam tomadas. Quando erros ocorrem, o sistema deve fornecer ferramentas para corrigi-los de maneira intuitiva, promovendo confiança e autonomia no uso. Esse equilíbrio entre prevenção e correção aprimora a experiência do usuário e reduz frustrações.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam maior segurança ao interagir com o sistema, com menor risco de cometer erros irreversíveis e maior facilidade para corrigir equívocos.
Checklist	• O sistema oferece ajudas de preenchimento e feedback em tempo real para evitar erros. • Mensagens de erro são claras, em linguagem simples, indicando o problema e oferecendo soluções práticas. • Antes de ações críticas ou irreversíveis, há avisos claros e detalhados. • O design evita situações que levem os usuários a cometer erros irreversíveis. • Controles e opções são organizados para evitar cliques acidentais ou comandos confusos.

	• O sistema permite desfazer ações ou reverter mudanças feitas erroneamente, quando possível. • A interface usa elementos visuais para orientar os usuários a tomar decisões corretas. • Mensagens de erro evitam culpabilizar o usuário e focam em orientar a solução. • As mensagens de erro são exibidas em um local visível e de fácil leitura na tela.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Qualidade e Suporte de Conteúdo

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Tabela 23 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE12)

ID	**HTE12**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Engajamento e Eficácia no Aprendizado**
Definição	Avalia a qualidade do conteúdo educacional e sua apresentação no jogo, garantindo que estejam alinhados aos objetivos de aprendizagem e contribuam para o aprendizado contínuo e o desenvolvimento de habilidades.
Explanação	A eficácia pedagógica é um aspecto essencial em sistemas e jogos educacionais, pois garante que o conteúdo seja relevante, claro e alinhado aos objetivos de aprendizagem. Para isso, o material deve ser apresentado de forma envolvente e didática, utilizando métodos que favoreçam tanto a retenção do conhecimento quanto o desenvolvimento de habilidades. Além disso, é fundamental que o sistema promova o aprendizado contínuo e colaborativo, oferecendo um ambiente que estimule o desenvolvimento constante de competências por meio de interações significativas entre aprendizes e instrutores. A complexidade e a apresentação dos materiais devem ser adaptadas aos diferentes perfis de usuários, permitindo que cada um avance em seu próprio ritmo. Atividades guiadas, ferramentas de colaboração – como fóruns, discussões e tarefas em grupo – e conteúdos aplicáveis à prática contribuem para uma experiência educativa mais significativa, eficaz e conectada com a realidade.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam uma experiência de aprendizado mais eficiente, personalizada e alinhada aos seus objetivos educacionais, com conteúdos apresentados de forma clara e envolvente, que estimulam a curiosidade, mantém o engajamento e promovem maior retenção do conhecimento.
Checklist	• A apresentação do conteúdo utiliza métodos e estratégias que facilitam a compreensão do conhecimento. • Os materiais educacionais são adaptados a diferentes níveis de conhecimento e perfis de aprendizado. • O sistema utiliza elementos interativos e envolventes para motivar os usuários. • O conteúdo é claro, objetivo e livre de ambiguidades. • A complexidade do conteúdo aumenta gradualmente, conforme o desenvolvimento do aprendiz. • O sistema oferece feedback pedagógico que reforça o aprendizado e corrige equívocos educacionais.

Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas Pedagógico/educacionais

Fonte: (Elaborado pela Autora)

A heurística descrita na Tabela 22 (HTE11) destaca a relevância da Prevenção e Correção de Erros em sistemas educacionais. O principal objetivo é reduzir a ocorrência de falhas comuns, impedir que erros se tornem irreversíveis e disponibilizar mecanismos intuitivos para que os usuários possam corrigir seus enganos de maneira simples. Tal estratégia contribui para uma maior segurança na interação, diminuindo a frustração e fortalecendo a confiança dos aprendizes na plataforma. Já a Tabela 23 (HTE12) aborda o tema do Engajamento e da Eficácia no Aprendizado, evidenciando que o conteúdo deve ser apresentado de modo claro e adaptado às diversas necessidades dos usuários, sempre alinhado aos objetivos pedagógicos. Essa heurística valoriza o uso de recursos interativos e estratégias que fomentem a motivação, favoreçam a retenção do conhecimento e permitam o desenvolvimento contínuo e personalizado das competências, promovendo uma experiência educativa envolvente e colaborativa.

Tabela 24 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE13)

ID	**HTE13**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Acessibilidade**
Definição	Avalia se o sistema pode ser facilmente acessado por meio de vários dispositivos, como telas pequenas e grandes (por exemplo, PDA, laptops) (Alsumait & Al-Osaimi, 2010; Squires & Preece, 1996), bem como diferentes plataformas e navegadores. Além disso, o atributo avalia se os recursos de aprendizagem têm alternativas equivalentes para apresentações auditivas e visuais (QMRS, 2012). Os links externos para a internet devem estar atualizados (Reeves et al., 2002).
Explanação	A acessibilidade em sistemas educacionais vai além do suporte a múltiplos dispositivos e plataformas. Envolve a garantia de que os recursos, como vídeos, textos e outros formatos, sejam apresentados de forma inclusiva e adaptável aos diferentes estilos de aprendizagem dos usuários. Clipes de vídeo, por exemplo, devem ser relevantes ao conteúdo e incluir legendas, transcrições ou descrições para atender às necessidades de todos os aprendizes. Adicionalmente, o sistema deve assegurar que links externos estejam atualizados e que os recursos possam ser acessados de maneira eficaz, independentemente do dispositivo ou tecnologia utilizada, promovendo uma experiência educacional equitativa e adaptável.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam uma experiência educacional inclusiva, personalizada e acessível em diferentes dispositivos e formatos, promovendo maior engajamento e equidade no aprendizado.
Checklist	• O sistema está em conformidade com as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG), garantindo compatibilidade com tecnologias assistivas como leitores de tela, navegação por teclado e descrições alternativas para conteúdo visual. • O sistema é responsivo e funciona bem em dispositivos de diferentes tamanhos, como smartphones, tablets e laptops. • Os recursos educacionais oferecem alternativas acessíveis, como legendas para vídeos e transcrições de áudios. • Clipes de vídeo são relevantes, acessíveis e incluem opções de acessibilidade, como descrições e controles personalizáveis. • Há diversidade nos formatos de conteúdo, como vídeos, textos e atividades interativas, para atender a diferentes estilos de aprendizagem. • Links externos e materiais estão atualizados e acessíveis. • A interface segue padrões de acessibilidade, como contraste adequado, fontes legíveis e navegação intuitiva. • O sistema suporta tecnologias assistivas, como leitores de tela e navegação por teclado. • Os usuários podem personalizar a interface de acordo com suas preferências de aprendizado. • Recursos multimídia são leves e otimizados para acesso em dispositivos com baixa conectividade ou desempenho. • Há suporte técnico para resolver questões relacionadas à acessibilidade e inclusão.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas Pedagógico/educacionais

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Tabela 25 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE14)

ID	**HTE14**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Capacidade de Envolver, Engajar e Promover Imersão nos Estudantes**
Definição	Facilitar o aprendizado contínuo e o desenvolvimento de habilidades
Explanação	Engajar, envolver e promover a imersão dos estudantes são aspectos fundamentais para o sucesso de sistemas educacionais. A afeição e a motivação influenciam diretamente o comportamento e o desempenho dos aprendizes. Sistemas eficazes devem oferecer conteúdo atrativo e interativo, proporcionando uma experiência envolvente por meio de narrativas, elementos visuais e sonoros que criam um ambiente imersivo. Além disso, é importante que o sistema suporte diferentes estilos de aprendizagem, incentivando formas de aprendizado pessoalmente significativas e promovendo a metacognição. Essas características garantem que os usuários se sintam conectados ao processo educacional, aumentando o interesse e a retenção do conhecimento.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam uma experiência de aprendizado envolvente e personalizada, que estimula a curiosidade, mantém o engajamento e promove maior retenção do conhecimento.
Checklist	• O sistema apresenta conteúdo de maneira atrativa, com narrativas, elementos visuais e sonoros que capturam a atenção do usuário. • Há suporte para diferentes estilos de aprendizagem, com múltiplas representações de conteúdo (ex.: texto, vídeo, áudio, jogos interativos). • Elementos interativos, como quizzes, desafios e simulações, são utilizados para promover a participação ativa. • O design do sistema é motivador e inclui feedback positivo que incentiva a continuidade do aprendizado. • A interface e os materiais instrucionais são projetados para criar uma sensação de imersão, reduzindo distrações e aumentando o foco no conteúdo. • Efeitos sonoros e narrativas são integrados para enriquecer a experiência educacional, sem causar sobrecarga cognitiva, se aplicável. • Ferramentas e recursos permitem que os usuários personalizem sua experiência de aprendizado, tornando-a mais significativa, se aplicável.. • O design do jogo ou ambiente de aprendizado é inclusivo e garante que os aprendizes se sintam parte do contexto educacional.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas Pedagógico/educacionais

Fonte: (Elaborado pela Autora)

A heurística HTE15 (Tabela 26) enfatiza a importância de que o sistema utilize uma linguagem acessível e familiar ao aprendiz, evitando jargões técnicos, bem como que apresente as informações de maneira lógica e organizada. Tal abordagem facilita a navegação, reduz a carga cognitiva e promove uma experiência de aprendizado mais natural e eficiente, por meio do uso de símbolos e metáforas intuitivas. Por sua vez, a heurística HTE16 destaca que os recursos instrucionais devem estar alinhados aos objetivos de aprendizagem, sendo claros, atualizados e suficientes para apoiar o processo educativo. Ademais, o sistema deve oferecer flexibilidade para que os aprendizes possam escolher caminhos que atendam aos seus estilos e necessidades, promovendo assim uma experiência personalizada e eficaz (Tabela 27).

Tabela 26 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE15)

ID	**HTE15**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Correspondência entre o sistema e o mundo real e Simbolismo Significativo**
Definição	O sistema deve garantir que o LMS utilize a linguagem do aprendiz, com palavras, frases e conceitos familiares ao aprendiz, em vez de termos orientados ao sistema (Jakob Nielsen, 1994). Além disso, as informações do sistema devem ser apresentadas e organizadas de forma natural e lógica (Jakob Nielsen, 1994; Squires & Preece, 1999).
Explanação	A correspondência entre o sistema e o mundo real, aliada a um simbolismo significativo, é essencial para criar uma experiência de usuário intuitiva e natural. O sistema deve adotar a linguagem, os conceitos e as representações familiares ao aprendiz, evitando termos técnicos ou específicos do sistema que possam gerar confusão. Os símbolos, ícones e nomes usados devem ser relevantes ao contexto educacional, compreensíveis e consistentes, minimizando a demanda cognitiva. Além disso, as informações devem ser organizadas de forma lógica e natural, facilitando a navegação e a interação sem exigir memorização complexa.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam uma experiência intuitiva e acessível, com uma interface que reduz a complexidade e promove um aprendizado mais eficiente e natural.
Checklist	• A linguagem utilizada no sistema é clara, familiar e voltada para o público-alvo, evitando jargões técnicos desnecessários e os elementos visuais, como botões e menus, têm significados evidentes e são fáceis de localizar e interpretar. • Os ícones, símbolos e representações visuais são consistentes, compreensíveis e relacionados ao conteúdo educacional. • As informações são organizadas de forma lógica, facilitando o acesso e a compreensão sem esforço excessivo. • O sistema utiliza metáforas e representações que refletem o mundo real, tornando as interações mais intuitivas. • Os nomes dos objetos de aprendizagem refletem o domínio do assunto, sendo

	relevantes e facilmente reconhecíveis. • As mensagens do sistema são claras e fornecem contexto suficiente para evitar ambiguidades. • Os ícones utilizados na interface são familiares e representam claramente suas funções.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas de Interface e Interação

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Tabela 27 – Detalhes da Heurística para Tecnologia Educacional (HTE16)

ID	**HTE16**
Prioridade	3 (Altamente Importante)
Nome	**Recursos Instrucionais Alinhados aos de Objetivos de Aprendizagem**
Definição	Mede a conformidade dos recursos de aprendizagem com os objetivos gerais do curso declarados e se eles são suficientes para permitir que os aprendizes completem o processo de aprendizagem (Albion, 1999; Squires & Preece, 1996). Os itens também avaliam a precisão e a atualidade dos recursos de aprendizagem (QMRS, 2012).
Explanação	Os recursos instrucionais devem estar alinhados aos objetivos de aprendizagem, garantindo que o conteúdo apresentado no sistema educacional seja relevante, atualizado e suficiente para apoiar o processo de aprendizado dos usuários. O conteúdo deve ser representado de forma clara, permitindo que os aprendizes naveguem facilmente entre diferentes seções e acessem informações relevantes conforme necessário. Além disso, o sistema deve oferecer flexibilidade para que os aprendizes escolham caminhos de acesso que se adaptem às suas preferências e estilos de aprendizado, promovendo uma experiência mais personalizada e eficiente.
Exemplos	Exemplos principais: https://docs.google.com/document/d/1hQEwbd89iXEa2SFjuUmHKSv_CWFswPtfcALW8AObJak/edit?usp=drive_link Exemplos Extras: https://docs.google.com/document/d/1vV8T8pdsN6mM7_ODGd0-wpWFvxzbMea_MDtbViCxJiY/edit?usp=drive_link
Benefícios	Os usuários obteriam uma experiência de aprendizado direcionada e eficiente, com acesso a recursos claros, navegáveis e alinhados aos objetivos educacionais.
Checklist	• Os recursos de aprendizagem são consistentes com os objetivos gerais do curso e apoiam o alcance das metas educacionais. • O conteúdo é apresentado de forma clara, sem ambiguidades, para facilitar a compreensão dos aprendizes. • O sistema permite que os aprendizes escolham diferentes caminhos de acesso ao conteúdo, respeitando suas preferências e estilos de aprendizado. • As informações são organizadas de maneira lógica e são fáceis de localizar durante as atividades. • Os recursos de aprendizagem são precisos, atualizados e pertinentes ao contexto educacional. • O sistema oferece suporte para que os aprendizes revisem conteúdos anteriores ou explorem materiais complementares conforme necessário. • A navegação é fluida e intuitiva, permitindo que os aprendizes se concentrem no aprendizado sem distrações ou dificuldades técnicas. • Há mecanismos que garantem a atualização periódica dos recursos instrucionais para refletir avanços e mudanças no campo de estudo.

	• O sistema fornece feedback claro sobre o progresso em relação aos objetivos de aprendizagem estabelecidos.
Atributo de Usabilidade/UX	Heurísticas Pedagógico/educacionais

Fonte: (Elaborado pela Autora)

6.2 Passo 7: Estágio de Validação

A fase de validação do conjunto de heurísticas desenvolvidas representou um momento crucial do presente trabalho, direcionado à avaliação da eficácia, aplicabilidade e valor agregado dessas heurísticas no contexto específico das tecnologias educacionais digitais.

Considerando que o conjunto proposto foi concebido a partir de lacunas identificadas nas heurísticas clássicas de Nielsen - as quais são amplamente utilizadas, mas não foram originalmente pensadas para ambientes de aprendizagem, tornou-se fundamental submeter as novas heurísticas a um processo sistemático de validação com usuários reais. Para isso, optou-se por envolver estudantes concluintes de uma disciplina de Introdução Humano Computador (IHC) de um curso de graduação em Computação, por serem usuários com conhecimentos técnicos em desenvolvimento de sistemas e com experiência prática no uso de diversas plataformas educacionais. Essa escolha não apenas contribuiu para uma análise mais criteriosa e fundamentada das interfaces, como também assegurou uma participação crítica e qualificada dos avaliadores, que puderam considerar tanto aspectos técnicos quanto pedagógicos das interações avaliadas.

6.2.1 Detalhamento do Estudo Comparativo

Visando validar o conjunto de heurísticas desenvolvido especificamente para a avaliação de tecnologias educacionais, optou-se pela condução de um estudo comparativo com abordagem mista, estruturado de forma a possibilitar uma análise sistemática entre esse novo conjunto e as heurísticas clássicas de Nielsen. O objetivo central foi examinar não apenas a aplicabilidade prática das heurísticas propostas, mas também sua eficácia na identificação de problemas de usabilidade e, sobretudo, sua capacidade diagnóstica no contexto de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), onde os aspectos pedagógicos são fundamentais para a qualidade da experiência do usuário.

A escolha por um estudo comparativo se justifica pela natureza do problema investigado e pelas condições empíricas disponíveis, que não permitiram o controle total das variáveis característico de experimentos puros. Ainda assim, buscou-se preservar a validade interna e a comparabilidade dos dados por meio de estratégias de controle parcial, como a seleção de grupos com perfis acadêmicos semelhantes e a aplicação de análises estatísticas compensatórias. A abordagem mista adotada combina métodos quantitativos — voltados à mensuração e categorização de violações de usabilidade — com elementos qualitativos, responsáveis por capturar nuances interpretativas associadas à natureza das falhas identificadas.

O estudo foi conduzido em dois momentos distintos, correspondentes a semestres letivos consecutivos, com a participação de estudantes de graduação concluintes na disciplina de Interação Humano-Computador (IHC). No primeiro momento, durante o semestre 2024.2, os estudantes

realizaram avaliações heurísticas de duas plataformas amplamente utilizadas no contexto educacional: Google Classroom e Udemy. Nessa etapa, utilizou-se o conjunto tradicional de heurísticas de Nielsen, amplamente consolidado na literatura de usabilidade. No segundo momento, no semestre 2025.1, um novo grupo de estudantes — com características formativas comparáveis ao do grupo anterior — avaliou essas mesmas plataformas com base no novo conjunto de heurísticas elaborado neste projeto, concebido especificamente para lidar com as especificidades das tecnologias educacionais. O tempo proposto para avaliação, os instrumentos aos quais os estudantes avaliadores tiveram acesso e o suporte por parte do professor da disciplina, foram os mesmos, de modo a manter a isonomia no processo experimental.

Embora tenha havido variações na distribuição das equipes avaliadoras entre os dois semestres — com 1 equipe para o Google Classroom e 5 para a Udemy em 2024.2, e 2 equipes para cada plataforma em 2025.1 —, essa assimetria foi mitigada por meio de análises baseadas em médias e proporções, assegurando a coerência e a comparabilidade dos resultados. Essa escolha metodológica permitiu que se mantivesse a consistência analítica do estudo, mesmo diante da ausência de isonomia perfeita entre os grupos comparados.

Durante as avaliações, não se buscou apenas quantificar o número de violações identificadas, mas também compreendê-las em profundidade. Cada violação foi categorizada a partir de dois eixos analíticos: (1) o grau de severidade — classificado em cinco níveis (cosmética, pequena, média, grave e crítica), conforme a tipologia estabelecida por Nielsen; e (2) a natureza da violação, classificada como geral (relacionada a aspectos clássicos de usabilidade) ou pedagógica (relacionada a fatores que impactam direta ou indiretamente os processos de ensino e aprendizagem). A inclusão desta última categoria representa uma das principais inovações metodológicas do estudo, permitindo identificar falhas que extrapolam os limites técnicos da interface e afetam diretamente a função educacional das plataformas avaliadas.

Essa estrutura analítica possibilitou o teste de três hipóteses principais formuladas no decorrer da pesquisa: (1) o novo conjunto de heurísticas seria capaz de identificar um número significativamente diferente de violações em relação ao conjunto de Nielsen, demonstrando sua adequação ao domínio educacional; (2) apresentaria maior sensibilidade na detecção de falhas graves e críticas, especialmente aquelas com alto impacto na experiência do usuário; e (3) teria melhor desempenho na identificação de problemas pedagógicos específicos de AVAs, captando limitações que poderiam passar despercebidas por heurísticas genéricas.

A categorização das violações segundo esses critérios contribuiu para uma análise quantitativa consistente e, ao mesmo tempo, para uma interpretação qualitativa mais aprofundada dos dados. Ao distinguir falhas meramente estéticas ou funcionais daquelas que comprometem a interação didática e os objetivos pedagógicos da plataforma, o estudo forneceu evidências empíricas robustas acerca

da relevância e da efetividade do novo conjunto de heurísticas proposto. Os resultados derivados dessa investigação são apresentados e discutidos nos capítulos seguintes, com ênfase nos padrões observados, nas diferenças entre os dois conjuntos avaliativos e nas implicações práticas para o desenvolvimento e a avaliação de tecnologias voltadas à educação. A Tabela 28 apresenta a contagem de violações encontradas no Google Classroom e Udemy no Semestre 2024.2 utilizando as Heurísticas de Nielsen.

Tabela 28 – Contagem de Violações Encontradas Google Classroom e Udemy (Semestre 2024.2)

Contagem de Violações Encontradas									
Sistema Avaliado: Google Classroom					**Sistema Avaliado: Udemy**				
Grupo Avaliação: Aluno 01, Aluno 02 e Aluno 03					**Grupo Avaliação: Aluno 04, Aluno 05, Aluno 06 e Aluno 07**				
Contagem Total					**Contagem Total**				
Cosmética	**Pequena**	**Média**	**Grave**	**Crítica**	**Cosmética**	**Pequena**	**Média**	**Grave**	**Crítica**
6	**6**	**0**	**3**	**0**	**1**	**5**	**1**	**10**	**1**
Contagem Pedagógicas					**Contagem Pedagógicas**				
Cosmética	**Pequena**	**Média**	**Grave**	**Crítica**	**Cosmética**	**Pequena**	**Média**	**Grave**	**Crítica**
1	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**2**	**0**
Total de Violações Encontradas: 15			**Total de Violações Pedagógicas: 2**		**Total de Violações Encontradas: 18**			**Total de Violações Pedagógicas: 3**	
Sistema Avaliado: Udemy					**Sistema Avaliado: Udemy**				
Grupo Avaliação: Aluno 08, Aluno 09, Aluno 10, Aluno 11 e Aluno 12					**Grupo Avaliação: Aluno 13, Aluno 14 e Aluno 15**				
Contagem Total					**Contagem Total**				

Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
5	3	2	0	0
Contagem Pedagógicas				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
0	1	1	0	0
Total de Violações Encontradas: 10			**Total de Violações Pedagógicas: 2**	

Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
0	2	2	3	0
Contagem Pedagógicas				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
0	0	0	1	0
Total de Violações Encontradas: 7			**Total de Violações Pedagógicas: 1**	

Sistema Avaliado: Udemy				
Grupo Avaliação: Aluno 16, Aluno 17 e Aluno 18				
Contagem Total				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
3	3	0	4	1
Contagem Pedagógicas				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
1	0	0	0	1

Sistema Avaliado: Udemy				
Grupo Avaliação: Aluno 19, Aluno 20, Aluno 21 e Aluno 22				
Contagem Total				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
2	10	0	3	0
Contagem Pedagógicas				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
1	1	0	1	0

Total de Violações Encontradas: 11	**Total de Violações Pedagógicas: 2**	**Total de Violações Encontradas: 15**	**Total de Violações Pedagógicas: 3**

Fonte: (Elaborado pela Autora)

As Tabela 29 e 30 apresentam as contagens de violações encontradas nas avaliações do Google Classroom e Udemy no Semestre 2025.1 utilizando as heurísticas desenvolvidas neste trabalho.

Tabela 29 – Contagem de Violações Encontradas Google Classroom (Semestre 2025.1)

Sistema Avaliado: Google Classroom				
Grupo Avaliação: Aluno 01, Aluno 02, Aluno 03, Aluno 04 e Aluno 05				
Contagem Total				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
1	8	0	11	5
Contagem Pedagógicas				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
1	4	0	5	3
Total de Violações Encontradas: 25			**Total de Violações Pedagógicas: 13**	
Sistema Avaliado: Google Classroom				
Grupo Avaliação: Aluno 06, Aluno 07, Aluno 08, Aluno 09 e Aluno 10				
Contagem Total				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
4	5	0	17	3
Contagem Pedagógicas				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
1	3	0	5	2
Total de Violações Encontradas: 29			**Total de Violações Pedagógicas: 11**	

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Tabela 30 – Contagem de Violações Encontradas Udemy (Semestre 2025.1)

Sistema Avaliado: Udemy				
Grupo Avaliação: Aluno 11, Aluno 12, Aluno 13 e Aluno 14				
Contagem Total				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
2	0	5	14	5
Contagem Pedagógicas				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
0	0	1	6	1
Total de Violações Encontradas: 26			**Total de Violações Pedagógicas: 8**	

Sistema Avaliado: Udemy				
Grupo Avaliação: Aluno 15, Aluno 16, Aluno 17 e Aluno 18				
Contagem Total				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
1	3	0	7	12
Contagem Pedagógicas				
Cosmética	Pequena	Média	Grave	Crítica
0	0	0	4	3
Total de Violações Encontradas: 23			**Total de Violações Pedagógicas: 7**	

Fonte: (Elaborado pela Autora)

Com a condução do estudo comparativo, a validação do novo conjunto de heurísticas foi além da simples contagem de violações, incorporando uma análise qualitativa voltada à natureza dos problemas identificados, à sua gravidade e à sua relevância no contexto educacional. Esse processo possibilitou avaliar em que medida as falhas detectadas se alinhavam aos objetivos pedagógicos das plataformas analisadas, além de examinar a utilidade das recomendações geradas para o aprimoramento dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

A decisão de concentrar a análise em duas plataformas com características bastante distintas — Google Classroom, com forte mediação docente, e Udemy, com estrutura mais autônoma — visou garantir um recorte metodológico mais controlado e comparável. Apesar de uma leve assimetria na distribuição das equipes avaliadoras entre os semestres — com uma equipe para o Google Classroom e cinco para a Udemy em 2024.2, e duas equipes para cada plataforma em 2025.1 —, a utilização de análises baseadas em médias e proporções permitiu compensar essa variação e assegurar a consistência dos dados.

Essa configuração possibilitou a observação dos resultados em momentos distintos e sob condições semelhantes, enriquecendo a compreensão da eficácia e do alcance do novo conjunto de heurísticas. Os dados obtidos ofereceram evidências relevantes sobre sua capacidade diagnóstica, especialmente no que diz respeito à detecção de falhas com impacto pedagógico e à sensibilidade em relação às particularidades do contexto educacional. Os resultados comparativos das avaliações utilizando os dois conjuntos de heurísticas são apresentados no Capítulo 7 de Resultados.

Dessa forma, os resultados desta etapa não apenas demonstram o potencial das heurísticas propostas, como também reforçam a importância de considerar o domínio de aplicação na definição de critérios de usabilidade. No caso de tecnologias voltadas ao ensino, a avaliação deve abranger não apenas aspectos técnicos da interface, mas também dimensões cognitivas, motivacionais e didáticas. As análises detalhadas, bem como as discussões e implicações desses achados, são apresentadas no capítulo seguinte.

6.3. Passo 8: Estágio de Refinamento

Após as avaliações por estudantes especialistas das plataformas Google Classroom e Udemy utilizando as heurísticas propostas neste trabalho, recomendou-se que fossem sugeridas mudanças nas heurísticas e nos exemplos apresentados. Tal procedimento foi essencial para assegurar a transparência e a coerência do processo avaliativo, possibilitando a construção de um arcabouço teórico e prático sólido que suporte as modificações propostas.

Devido à aplicação criteriosa das heurísticas propostas em plataformas específicas, realizando uma avaliação minuciosa que permitiu identificar, de forma precisa, tanto os pontos fortes quanto as fragilidades existentes em cada heurística analisada, percebeu-se o valor das sugestões para revisão do conjunto das heurísticas propostas. A participação prática desses alunos enriqueceu o processo ao proporcionar uma perspectiva realista e orientada pela experiência direta, resultando em contribuições valiosas para o aprimoramento das ferramentas avaliativas.

Este trabalho de análise e refinamento não se restringiu a uma simples revisão pontual, mas constituiu uma etapa fundamental que visa garantir a eficácia e a adequação das heurísticas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. A partir das evidências coletadas, foi possível detectar lacunas, inconsistências e oportunidades de melhoria que, ao serem devidamente tratadas, elevam a qualidade do instrumento avaliativo, alinhando-o de maneira mais precisa às necessidades e expectativas dos usuários finais.

Além disso, esse processo implicou na necessidade de revisitar e reconsiderar etapas anteriores da metodologia adotada. As sugestões de melhorias e ajustes, fruto do trabalho prático e do engajamento dos estudantes especialistas, estão organizadas e detalhadas nos Apêndices A, B, C e D. Estas propostas foram elaboradas pelos estudantes, cuja participação agregou conhecimento técnico e prático essencial, contribuindo de forma decisiva para o desenvolvimento e o aprimoramento das heurísticas apresentadas.

Assim, o processo de refinamento das heurísticas representou um esforço colaborativo e fundamentado, que valorizou o envolvimento dos usuários na formação e promoveu a construção de um instrumento de avaliação robusto, confiável e alinhado às demandas contemporâneas dos ambientes virtuais educacionais.

7. Resultados, Ameaças a Validade e Discussão

Este capítulo apresenta os resultados da aplicação do novo conjunto de heurísticas proposto para a avaliação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), comparando-os com os resultados obtidos pela aplicação das heurísticas de Nielsen. A análise se concentra na validação das hipóteses formuladas, buscando evidenciar as vantagens e a adequação do novo conjunto ao domínio educacional. Adicionalmente, serão discutidas as limitações da pesquisa e as considerações sobre a validade das conclusões alcançadas.

7.1 Validação das Hipóteses

A análise dos dados coletados nos semestres 2024.2 e 2025.1 possibilitou a validação das três hipóteses formuladas acerca do novo conjunto de heurísticas desenvolvido para a avaliação de sistemas educacionais. Considerando a variação no número de grupos avaliadores entre os semestres e plataformas, foram calculadas as médias de violações por grupo, o que permitiu uma comparação mais justa e precisa entre os dois períodos analisados.

A primeira hipótese previa que o novo conjunto de heurísticas seria capaz de identificar um número maior de violações totais em comparação ao conjunto clássico de Nielsen. No Google Classroom, observou-se que em 2024.2, com apenas um grupo avaliador, foram registradas 15 violações, resultando em uma média de 15 violações por grupo. Já em 2025.1, com dois grupos, o total de violações aumentou para 54, gerando uma média de 27 violações por grupo, o que representa um incremento de 80% na média por grupo. Na plataforma Udemy, em 2024.2, com quatro grupos avaliadores, houve um total de 43 violações, com média de 10,75 por grupo. No semestre seguinte, com apenas dois grupos, o total de violações subiu para 49, o que equivale a uma média de 24,5 violações por grupo, um aumento aproximado de 128%. Esses dados indicam que, mesmo ao considerar o número de grupos participantes, houve um crescimento significativo na média de violações detectadas, confirmando a primeira hipótese.

A segunda hipótese sugeria que o novo conjunto de heurísticas apresentaria maior sensibilidade à gravidade das falhas, identificando mais ocorrências graves ou críticas. No Google Classroom, em 2024.2, foram registradas três violações graves por um grupo avaliador, sem ocorrências críticas. Em 2025.1, com dois grupos, a média de violações graves aumentou para 14 por grupo, e surgiram quatro violações críticas por grupo. Isso corresponde a um aumento de 367% nas violações graves e à detecção de falhas críticas onde antes não haviam sido identificadas. Na Udemy, em 2024.2, foram identificadas em média cinco violações graves e 0,5 críticas por grupo, enquanto em 2025.1 esses valores aumentaram para 10,5 violações graves e 8,5 críticas por grupo, representando um crescimento de 110% nas graves e 1.600% nas críticas. O aumento expressivo nas violações mais severas, especialmente as críticas na plataforma Udemy, confirma a segunda hipótese.

A terceira hipótese propunha que o novo conjunto de heurísticas evidenciaria melhor os aspectos pedagógicos dos sistemas, identificando um maior número de violações relacionadas a falhas pedagógicas. No Google Classroom, em 2024.2, houve uma média de duas violações pedagógicas por grupo, enquanto em 2025.1 essa média aumentou para 12 violações por grupo, o que representa um crescimento de 500%. Na Udemy, a média passou de duas violações pedagógicas por grupo em 2024.2 para 7,5 em 2025.1, um aumento de 275%. Essa diferença expressiva nas médias por grupo demonstra que o novo conjunto de heurísticas foi mais eficaz na identificação de falhas pedagógicas, corroborando a terceira hipótese.

Dessa forma, as três hipóteses foram confirmadas com base nos dados analisados. O conjunto de heurísticas aplicado no semestre 2025.1 demonstrou maior capacidade de detecção de violações totais, maior sensibilidade à severidade das falhas e melhor alinhamento com os aspectos pedagógicos, evidenciando sua superioridade em relação ao modelo anterior.

7.2 Ameaças a Validade e Considerações

Apesar dos resultados promissores, algumas limitações da presente pesquisa merecem ser consideradas. Primeiramente, a avaliação heurística é inerentemente subjetiva, dependendo da especialização e da perspectiva dos avaliadores. Embora tenham sido utilizados grupos de estudantes com formação em IHC, variações na interpretação das heurísticas e na identificação dos problemas são possíveis. Adicionalmente, a amostra de sistemas avaliados (Google Classroom e Udemy) e o número de grupos de avaliadores, especialmente no ano de 2024, podem limitar a generalização dos resultados para todos os tipos de AVAs. Outra limitação reside no fato de que a validação se concentrou na comparação do número e da severidade das violações detectadas, sem aprofundar qualitativamente a natureza específica de cada violação e seu impacto na experiência do usuário.

Em relação à validade interna, buscou-se minimizar vieses através da aplicação consistente das heurísticas pelo mesmo perfil de avaliadores (estudantes de IHC) nos diferentes sistemas e anos. A comparação direta entre os resultados da aplicação das heurísticas de Nielsen e do novo conjunto nos mesmos sistemas fortalece a validade das conclusões sobre a maior sensibilidade do novo conjunto. No entanto, a variação no número de grupos entre os anos para alguns sistemas pode influenciar a comparação direta do número total de violações.

Quanto à validade externa, a generalização dos resultados deve ser feita com cautela. Os quatro AVAs analisados representam diferentes tipos de plataformas de aprendizagem online, o que oferece alguma diversidade. Contudo, outros tipos de sistemas educacionais virtuais podem apresentar características distintas que não foram totalmente capturadas nesta amostra. Futuras pesquisas com uma gama mais ampla de AVAs e com a participação de usuários finais (e não apenas avaliadores

com conhecimento em IHC) poderiam contribuir para aumentar a validade externa das heurísticas propostas.

8. Considerações Finais

Esta dissertação teve como objetivo desenvolver e validar um novo conjunto de heurísticas direcionado à avaliação de sistemas educacionais, considerando as especificidades do contexto pedagógico que não são plenamente contempladas por modelos tradicionais de avaliação de usabilidade, como as heurísticas de Nielsen. A proposta partiu da necessidade de ampliar a capacidade diagnóstica das avaliações heurísticas, incorporando dimensões educacionais que influenciam diretamente a experiência dos usuários em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

A condução deste estudo envolveu a aplicação prática das heurísticas desenvolvidas em dois sistemas educacionais amplamente utilizados, com a participação de diferentes grupos de avaliadores ao longo de dois anos consecutivos. A comparação entre os dados coletados permitiu identificar diferenças substanciais nos resultados obtidos com o novo modelo, demonstrando sua eficácia em aspectos essenciais para o contexto educacional.

Os resultados apontaram que o conjunto proposto favoreceu a identificação de um maior número de problemas de usabilidade, revelou sensibilidade acentuada à gravidade das falhas detectadas e destacou de forma mais evidente questões pedagógicas relevantes. Essa combinação de fatores sugere que o modelo desenvolvido promove uma avaliação mais abrangente e profunda, capaz de capturar não apenas aspectos superficiais da interação, mas também elementos estruturais que afetam diretamente a aprendizagem e o engajamento do usuário.

A capacidade do novo conjunto de heurísticas em tornar visíveis aspectos críticos do processo educacional indica um avanço em relação aos modelos tradicionalmente empregados. Ao incorporar critérios que consideram, por exemplo, o suporte à autonomia do estudante, a clareza na organização dos conteúdos, o fornecimento de feedback significativo e o incentivo à participação ativa, o modelo propõe uma abordagem avaliativa mais alinhada às demandas contemporâneas de ensino mediado por tecnologias digitais.

Adicionalmente, os dados sugerem que o uso dessas heurísticas pode beneficiar tanto o processo de concepção quanto o de reavaliação de plataformas educacionais, oferecendo subsídios concretos para o aprimoramento da experiência do usuário com foco na eficácia pedagógica. Nesse sentido, a proposta se destaca não apenas como uma ferramenta de análise, mas também como uma referência conceitual para o desenvolvimento de soluções educacionais centradas no usuário.

Como possibilidades para trabalhos futuros, recomenda-se expandir a aplicação do modelo a outras plataformas e contextos, inclusive em modalidades híbridas ou presenciais com suporte digital, de modo a investigar sua adaptabilidade e potencial de generalização. Estudos longitudinais também podem contribuir para avaliar a estabilidade dos diagnósticos gerados ao longo do tempo e diante de diferentes intervenções. Além disso, há espaço para integrar essa abordagem com outras

metodologias, tanto qualitativas quanto quantitativas, ampliando a robustez dos processos avaliativos em educação digital.

Em síntese, os resultados obtidos validam a proposta desta pesquisa e apontam para a relevância de modelos avaliativos que dialoguem diretamente com as especificidades do campo educacional. O novo conjunto de heurísticas representa, assim, uma contribuição significativa para o avanço das práticas de avaliação de usabilidade em sistemas educacionais, ao oferecer um olhar mais sensível, crítico e alinhado aos desafios contemporâneos da educação mediada por tecnologias.

Referência Bibliográficas

ALONSO-MARTÍNEZ, M.; ALMARAZ-MENÉNDEZ, F.; TRABAJOS, D. Usability evaluation methods for e-learning platforms: A systematic literature review. International Journal of Educational Technology in Higher Education, v. 16, n. 1, p. 1-19, 2019.

BAUTISTA, R.; MARTINEZ, & R.; HIRACHETA. El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico. Cienc. y Tecnol., p. 183–19, 2014.

BORGES, F. F.; SILVA, R. M. da; SILVA, M. R. da. Avaliação de usabilidade em ambientes virtuais de aprendizagem: um mapeamento sistemático da literatura. Research, Society and Development, v. 10, n. 11, p. e15101119469-e15101119469, 2021.

CALÉS, P.; MORILLO, R.; ROBLES, S. Heuristic evaluation of virtual learning environments for people with disabilities. Universal Access in the Information Society, v. 20, n. 4, p. 735-749, 2021.

CETIC.br. Tecnologias digitais, tendências atuais e o futuro da educação. 2022. Disponível em: https://cetic.br/media/docs/publicacoes/6/20220725145804/psi-ano-14-n-2-tecnologias-digitais-tendencias-atuais-futuro-educacao.pdf. Acesso em: [Inserir data de acesso].

CHEN, W.; DAVIS, D.; JONES, P. Usability Matters: Impact of User-Centered Design on Student Learning and Satisfaction in Educational Systems. International Journal of Educational Technology, v. 15, n. 2, p. 112-128, 2022.

SILVA, J. B. da; OLIVEIRA, L. B. de; SILVA, M. V. da. Heuristic evaluation of online learning environments: A systematic mapping study. Education and Information Technologies, v. 27, n. 1, p. 1-31, 2022.

SILVA, L. F. da, et al. Usabilidade e experiência do usuário de sistemas de informação: em busca de limites e relações. Ciência da Informação em Revista, v. 6, n. 3, p. 34–48, 2023.

SILVEIRA, M. R. da; MARTINS, V. F.; VIEIRA, M. A. E-Guess: Usability Evaluation for Educational Games, 2011.

VILLIERS, R. De. Usability Evaluation of an E-Learning Tutorial: Criteria, Questions and Case Study, 2005.

DELAY, D.; ZHANG, L.; HAN, J. Student perceptions of quiz question quality in a computer-based assessment system. Computers & Education, v. 131, p. 77-91, 2019.

DILLENBOURG, P.; SCHNEIDER, D.; SYNTETA, P. Virtual Learning Environments. In: Proceedings of the 3rd Hellenic Conference Information & Communication Technologies in Education. 2002.

FIDALGO, P.; THORMANN, J.; CASTAÑO, J. Assessment in online and blended learning environments. Routledge, 2017.

FILHO, R. A. P. S. Modelo de Integração de Ambientes Virtuais de Aprendizagem de Sistemas de Gestão Acadêmica, 2020.

FLORES, H.A.; GUERRERO, J. J.; LUNHA, L.G. Innovación educativa en el aula mediante Design Thinking y Game Thinking. Hamut ay, v. 6, n. 1, p. 82-95, 2019.

GARRISON, D. R.; VAUGHAN, N. D. Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines. John Wiley & Sons, 2018.

GARZOTTO, F. Investigating the educational effectiveness of multiplayer online games for children. Proceedings of the 6th international conference on Interaction design and children, Aalborg, Denmark, 2007.

GEE, J. P. Learning in video game-affinity spaces. In: JOHNSTON, J. H. (Ed.). Game-Based Learning Across the Lifespan: Cross-Generational and Age-Oriented Topics, p. 33-49. Springer, 2018.

HWANG, G. J.; XIE, H.; ZENG, Q.; ABELSON, S. Investigating the impact of a gamified mobile learning app on students' learning achievements and behavioral patterns in a mathematics course. Educational Technology Research and Development, v. 68, n. 4, p. 1853-1869, 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9241-11: Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts. Geneva, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9241-11:2018. Ergonomics of human-system interaction - Part 11: Usability: Definitions and concepts, 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9241-210: Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems. Geneva, 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9241-210 (2019). Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centred design for interactive systems, 2019.

JOHNSON, C. M.; HENDERSON, L. Exploring the impact of technology on student engagement in an introductory undergraduate course. Computers & Education, v. 147, p. 103791, 2020.

JOHNSON, H.; LEE, M.; MARTINEZ, C.; THOMPSON, K. The Role of Usability in Successful Adoption of Educational Technologies. Journal of Educational Technology and Design, v. 5, n. 1, p. 45-58, 2018.

JOSHI, A., ARORA, M., DAI, L., PRICE, K., & VIZER, L., & SEARS, A. Usability of a patient education and motivation tool using heuristic evaluation. Journal of Medical Internet Research, 11(4), e47, 2009

KIRCHNER, C.; IFENTHALER, D.; HOADLEY, C. Expert roles in usability evaluations of technology-enhanced learning environments. Computers in Human Behavior, v. 63, p. 703-713, 2016.

KORHONEN, Hannu; OLLILA, Elina. Playability heuristics for mobile games. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION WITH MOBILE DEVICES AND SERVICES (Mobile HCI), 8., 2006.

MAYER, R. E. Multimedia Learning. Cambridge University Press, 2019.

MAYES, Terry; FOWLER, Chris. Learners, learning literacy and the pedagogy of e-learning. In: _____. Literacies in the digital age. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

MIRANDA, M. S. M. de S. A aplicação da avaliação heurística de Nielsen no LMS Amadeus (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade de Pernambuco, 2019.

MOHAMED, H.; JAAFAR, A. Development and potential analysis of Heuristic Evaluation for Educational Computer Game (PHEG), 2011.

MORAIS, J.; SANTOS, L.; SILVA, R.; OLIVEIRA, T. Improving E-Learning Platforms through User Experience Design: Insights from User Studies. Interactive Learning Environments, v. 25, n. 4, p. 498-515, 2019.

MTEBE, J. S.; KISSAKA, M. M. Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa, 2014.

NIELSEN, J. Heuristic evaluation. In: NIELSEN, J.; MACK, R. L. (Eds.). Usability inspection methods, p. 25-62. John Wiley & Sons, 1994.

NIELSEN, J. Heuristic evaluation. In: Readings in Human-Computer Interaction: Toward the Year 2000, p. 203-208. Morgan Kaufmann, 1994.

NIELSEN, J. Usability Engineering. Elsevier, 1994.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: CHI'90 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, p. 249-256, 1990.

OLIVEIRA, G. S.; SILVA, M. B. Ambientes Virtuais de Aprendizagem Inovadores: Tendências e Desafios na Educação do Século XXI. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 32, n. 1, p. 150-165, 2024.

PINELLE, D., Wong, N. & Stach, T. Heuristic evaluation for games: usability principles for video games design. Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems, 2008.

DOI=http://doi.acm.org/10.1145/1357054.1357282.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction. John Wiley & Sons, 2019.

QUIÑONES, D.; RUSU, C. Applying a methodology to develop user eXperience heuristics. Computer Standards & Interfaces, v. 66, p. 103345, 2019.

QUIÑONES, D.; RUSU, C. How to develop usability heuristics: A systematic literature review. Computer standards & interfaces, v. 53, p. 89-122, 2017.

QUIÑONES, D.; RUSU, C.; RONCAGLIOLO, S. Redefining usability heuristics for transactional web applications. In: 2014 11th International Conference on Information Technology: New Generations, p. 260-265. IEEE, 2014.

QUIÑONES, D.; RUSU, C.; RONCAGLIOLO, S.; RUSU, V.; COLLAZOS, C. A. Developing usability heuristics: a formal or informal process?. IEEE Latin America Transactions, v. 14, n. 7, p. 3400-3409, 2016.

QUIÑONES, D.; RUSU, C.; RUSU, V. A methodology to develop usability/user experience heuristics. Computer standards & interfaces, v. 59, p. 109-129, 2018.

REEVES, Thomas C.; HEDBERG, John G. Interactive Learning Systems Evaluation. Educational Technology, 2003.

RODAS, J. E. S.; VIDOTTI, S. A. B. G.; MONTEIRO, M. S. A experiência do usuário (UX) em ambientes informacionais digitais. RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação, v. 16, n. 3, p. 159-177, 2018.

RUSU, C.; RONCAGLIOLO, S.; RUSU, V.; COLLAZOS, C. A Methodology to establish usability heuristics., 2011.

SHARIF, N. S.; SHARIF, J. S. Evaluation of Learning Management Systems (LMSs): A review. International Journal of Information Management, v. 49, p. 262-272, 2019.

SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C.; COHEN, M.; JACOBS, S.; ELMQVIST, N.; FREESE, M. Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction. 6. ed. Boston: Pearson Addison-Wesley, 2016.

SILVA, R.S.; GREGÓRIO, J.L. User Experience Design aplicado a ambientes virtuais de aprendizagem: um novo jeito de aprender. [Trabalho de Graduação, Faculdade de Tecnologia Prof. José Camargo, 2022.

SQUIRES, D., & PREECE, J. Usability and learning: evaluating the potential of educationalsoftware. Computers & Education, 27(1), 15–22, 1996.

SQUIRES, D., & PREECE, J. Predicting quality in educational software. Interacting withComputers, 11(5), 467–48, 1999.

YUE, W.; ZIN, M. M. Usability Evaluation for History Educational Games, 2013.

APÊNDICE A - SUGESTÕES DE REFINAMENTO DA EQUIPE 1

Sugestões levantadas sobre as heurísticas de Dynnah

Equipe: Andrey Vasconcelos, João Pedro Marques, Letícia Lopes, Lucas Emanuel e Suetone Carneiro

Heurística(s)	Sugestões
HTE15 - Capacidade de Envolver, Engajar e Promover Imersão nos Estudantes HTE13 - Acessibilidade HTE06 - Consistência e Padronização	HTE15, Tópico 2: “Há suporte para diferentes estilos de aprendizagem, com múltiplas representações de conteúdo (ex.: texto, vídeo, áudio, jogos interativos)” HTE13, Tópico 4: “Há diversidade nos formatos de conteúdo, como vídeos, textos e atividades interativas, para atender a diferentes estilos de aprendizagem”; HTE06, Tópico 3: “Os recursos de aprendizagem são variados, como vídeos, textos e atividades interativas, mas mantêm um padrão de qualidade e apresentação”; Na nossa visão, há uma redundância nos tópicos citados. Nesse sentido, talvez fosse interessante enxugar as informações em um único
HTE16 - Correspondência entre o sistema e o mundo real e Simbolismo Significativo	Tópico 2: “Os ícones, símbolos e representações visuais são consistentes, compreensíveis e relacionados ao conteúdo educacional” Isso já não estaria englobado na heurística que lida com consistência(HTE06)?
HTE02 - Flexibilidade e eficiência de uso	Tópico 1: “O sistema oferece uma interface simples e intuitiva para usuários novatos” Esse tópico não poderia ser englobado na HTE01, que trata sobre o design centrado na simplicidade?
Sobre a apresentação das heurísticas	Além de Exemplos positivos nos slides, seria interessante ter exemplos de heurísticas quebradas para ter como parâmetro
HTE14 - Facilitação e Suporte ao Aprendizado Colaborativo	Tópico 1: “Os objetivos de aprendizagem são claramente definidos e integrados ao design das atividades,

	se aplicável” O primeiro item do checklist da heurística 14 é meio vago. Talvez fizesse mais sentido em outra heurística, já que esta é focada para atividades colaborativas
HTE02 - Flexibilidade e eficiência de uso	Questão de nomenclatura: seu nome não é intuitivo para indicar que seu tema é sobre o sistema ser amigável para iniciantes. À primeira vista, a heurística 1, por exemplo, parecia ter um nome que representava mais tópicos sobre sistema para iniciantes.
HTE09 - Controle e liberdade do usuário HTE10 - Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros	HTE09, Tópico 2: “Há funções de desfazer e refazer para permitir que os usuários corrijam ações de forma simples” HTE10, Tópico 5: “O sistema permite desfazer ações ou reverter mudanças feitas erroneamente, quando couber” Os tópicos são muito parecidos. Não poderiam estar apenas em uma das heurísticas?
HTE12 - Eficácia Pedagógica	HTE12, Tópico 3: “O sistema utiliza elementos interativos e envolventes para motivar os usuários” Esse tópico poderia entrar na HTE15 -Capacidade de Envolver, Engajar e Promover Imersão nos Estudantes.
HTE07 - Informação confiável e útil ao usuário HTE16 - Correspondência entre o sistema e o mundo real e Simbolismo Significativo HTE17 - Recursos Instrucionais Alinhados aos de Objetivos de Aprendizagem	HTE07, Tópico 4: “A organização do conteúdo facilita a localização de informações relevantes” HTE16, Tópico 3: “As informações são organizadas de forma lógica, facilitando o acesso e a compreensão sem esforço excessivo” HTE17, Tópico 3: “As informações são organizadas de maneira lógica e são fáceis de localizar durante as atividades” Os 3 tópicos falam sobre a organização das informações e como isso facilita o acesso e a localização das informações. Não poderiam ser resumidos e deixados apenas em uma

	heurística?
HTE04 - Privacidade e Segurança HTE01 - Design Centrado na Simplicidade e Autenticidade HTE08 - Suporte aos alunos	HTE04, Tópico 3: As configurações de privacidade são fáceis de localizar e ajustar. HTE01, Tópico 2: As funções essenciais são apresentadas de forma direta, sem necessidade de esforço excessivo para compreensão. HTE08, Tópico 3: Os canais de suporte são fáceis de localizar e usar dentro do sistema. Acredito que a parte de localização da HTE08 e HTE04 poderiam ser colocadas tanto na HTE01 tópico 2, citando de forma direta modificando para ficar desse jeito : As funções essenciais como configuração de privacidade, ajuda entre outras são apresentadas de forma direta , sem necessidade de esforço excessivo para compreensão. E tirando a parte de localizar dos tópicos da HTE04 e 08
HTE05 - Navegação Intuitiva e Experiência Compreensível HTE02 - Flexibilidade e eficiência de uso	HTE05, Tópico 6: Ferramentas de busca ou filtros estão disponíveis para localizar materiais de maneira eficiente. Apesar de filtros serem algo geralmente atrelados à navegação , como cita o objetivo de eficiência, deveria ser movido para o HTE02
HTE07 - Informação confiável e útil ao usuário HTE16 - Correspondência entre o sistema e o mundo real e Simbolismo Significativo	HTE07, Tópico 2 : Os dados são apresentados de forma objetiva e sem ambiguidades. HTE16, Tópico 5: As mensagens do sistema são claras e fornecem contexto suficiente para evitar ambiguidades. Acredito que o Checklist do HTE16 pode ser acoplado ao Checklist do HTE07 , como: Os dados e são mensagens do sistema apresentados de forma objetiva,clara e evitando ao maximo ambiguidades.
HTE14 - Facilitação e Suporte ao Aprendizado Colaborativo HTE12 - Eficácia Pedagógica	Os checklists desses dois podem se relacionar, então sinto que eles podem de alguma forma se juntando

HTE12 - Eficácia Pedagógica HTE10 - Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros	HTE12, Tópico 4: O sistema oferece feedback pedagógico que reforça o aprendizado e corrige equívocos HTE12, Tópico 4 , deveria modificar a última parte para: corrige equívocos educacionais, pois pode ser ambíguo com o HTE10
HTE09 - Controle e liberdade do usuário.	Tópico 3: Existe a possibilidade de controlar o fluxo de mensagens, permitindo ações como arquivar ou deletar. Deveria explicitar se ações de editar estariam incluídas no checklist, pois pode facilmente ser confundido
No documento em geral	O arquivo usa dois termos quando couber e se aplicável, mas não fica clara a diferença entre eles e se existe alguma razão para a variação no uso dos termos.

APÊNDICE B - SUGESTÕES DE REFINAMENTO DA EQUIPE 2

1. HTE03 - Feedback e Visibilidade do Progresso no Aprendizado

Acrescentar no checklist: O sistema oferece feedback construtivo quando o usuário comete erros, sugerindo formas de melhoria.

2. União das seguintes heurísticas:

HTE12 - Eficácia Pedagógica;

HTE15 - Capacidade de Envolver, Engajar e Promover Imersão nos Estudantes

Ambas focam no engajamento dos estudantes e na eficácia do aprendizado.

➢ Similaridades:

Conteúdo de forma clara e acessível;

Importância de métodos interativos;

Feedback como parte essencial do aprendizado;

Tornar o aprendizado mais envolvente e motivador.

➔ Proposta de nova heurística:

ENGAJAMENTO E EFICÁCIA NO APRENDIZADO

com foco em três pontos:

clareza e acessibilidade no aprendizado;

elementos atrativos e motivadores;

feedback e acompanhamento do progresso.

3. União das seguintes heurísticas:

HTE10 - Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros;

HTE11 - Prevenção de Erros

Ambas têm o objetivo de melhorar a experiência do usuário, minimizando erros e facilitando a correção quando eles ocorrem.

➔ Proposta de nova heurística:

PREVENÇÃO E CORREÇÃO DE ERROS

Com o seguinte checklist:

O sistema oferece ajudas de preenchimento e feedback em tempo real para evitar erros.

Mensagens de erro são claras, em linguagem simples, indicando o problema e oferecendo soluções práticas.

Antes de ações críticas ou irreversíveis, há avisos claros e detalhados.

O design evita situações que levem os usuários a cometer erros irreversíveis.

Controles e opções são organizados para evitar cliques acidentais ou

comandos confusos.

O sistema permite desfazer ações ou reverter mudanças feitas

erroneamente, quando possível.

A interface usa elementos visuais para orientar os usuários a tomar decisões

corretas.

Mensagens de erro evitam culpabilizar o usuário e focam em orientar a

solução.

4. HTE03 - Feedback e Visibilidade do Progresso no Aprendizado

Remover algumas repetições como os tipos de feedback e a visibilidade do progresso sendo possível combinar itens para deixar mais claros e evitar redundâncias.

Exemplos:

‘O sistema fornece feedback claro e imediato após as ações dos usuários, utilizando diversos formatos, como visual, auditivo ou textual.’

‘Indicadores de progresso, como barras de progresso ou gráficos, são facilmente compreensíveis e ajudam a visualizar o avanço no aprendizado.’

5. Adicionar uma heurística sobre "Personalização"

Sistema deve permitir que o usuário personalize a experiência (ex.: tema, layout, trilhas de aprendizado), o que não é abordado claramente nas heurísticas existentes.

6. HTE13 - Acessibilidade

Remover: "Clipes de vídeo são relevantes, acessíveis e incluem opções de acessibilidade, como descrições e controles personalizáveis."

Motivo: Esse ponto já está contemplado no item sobre legendas, transcrições e descrições.

APÊNDICE C - SUGESTÕES DE REFINAMENTO DA EQUIPE 3

- Juntar o primeiro checklist de "HTE12 - Eficácia Pedagógica" e "HTE15 - Capacidade de Engajar" pois são muito semelhantes

- Adicionar um item ao checklist da "HTE07 - Informação Confiável e Útil ao Usuário" para garantir que avaliações e depoimentos de cursos sejam feitos por pessoas que concluíram o curso
- Melhorar o segundo checklist de "HTE03 - Feedback e Visibilidade do Progresso", incluindo métricas mais detalhadas, como tempo estimado para terminar o curso e desempenho em quizzes como obrigatório , se aplicavel.
- Expandir o primeiro checklist de "HTE08 - Suporte aos Alunos", deixando claro que não basta ter um suporte técnico, mas sim que ele seja acessível e ágil

APÊNDICE D - SUGESTÕES DE REFINAMENTO DA EQUIPE 4

Sugestões de Melhoria

Consistência e Padronização (HTE06): Uma sugestão de melhoria é adicionar um checklist que verifique a consistência na nomenclatura de elementos da interface. O novo checklist poderia ser: "A nomenclatura de botões, menus e outros elementos da interface é consistente em todas as telas do sistema." Isso porque a consistência na nomenclatura facilita a compreensão e a memorização dos elementos da interface, o que, por sua vez, melhora a usabilidade do sistema.

Suporte aos Alunos (HTE08): Outra sugestão é incluir um checklist que avalie a facilidade de acesso aos canais de suporte, como chat, fórum e FAQ. O checklist poderia ser: "Os canais de suporte são facilmente acessíveis a partir de qualquer tela do sistema." Isso é importante, pois garantir que os usuários possam acessar rapidamente os canais de suporte é fundamental para proporcionar uma experiência mais tranquila e eficaz ao buscar ajuda.

Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros (HTE10): A recomendação aqui seria adicionar um checklist para garantir que as mensagens de erro sejam exibidas em um local visível e fácil de ler. O novo checklist seria: "As mensagens de erro são exibidas em um local visível e de fácil leitura na tela." A visibilidade dessas mensagens é essencial para que os usuários possam identificar rapidamente os problemas e tomar as devidas ações para corrigi-los.

Prevenção de Erros (HTE11): A sugestão para essa heurística seria adicionar um checklist que verifique se o sistema exibe avisos de confirmação antes de ações irreversíveis, como exclusão de dados ou envio de formulários. O novo checklist poderia ser: "O sistema exibe avisos de confirmação antes de ações irreversíveis." Isso ajuda a prevenir erros acidentais e garante que os usuários estejam conscientes das consequências de suas ações.

Correspondência entre o sistema e o mundo real e Simbolismo Significativo (HTE16): Por fim, uma melhoria seria incluir um checklist para garantir que os ícones utilizados na interface sejam familiares e representem claramente suas funções. O checklist poderia ser: "Os ícones utilizados na interface são familiares e representam claramente suas funções." Usar ícones que os usuários reconhecem e associam facilmente com suas funções torna a interação com a interface mais intuitiva e eficiente.

Acessibilidade (HTE13): adicionar o checklist - Adicionar um item que exija a conformidade com as diretrizes WCAG e a compatibilidade com tecnologias assistivas (como leitores de tela e navegação por teclado).

Controle e liberdade do usuário (HTE09): alteração no checklist.

a. De: Existe a possibilidade de controlar o fluxo de mensagens, permitindo ações como arquivar ou deletar.
b. Para: Existe a possibilidade de controlar o fluxo de mensagens, permitindo ações como arquivar ou deletar para todos.

Eficácia Pedagógica (HTE12): adicionar ao cheklist - As metodologias de ensino utilizadas no sistema são fundamentadas em artigos científicos revisados por pares.

Recursos Instrucionais Alinhados aos de Objetivos de Aprendizagem (HTE17): adicionar ao checklist - O sistema oferece recursos extras para o aprendizado, como timer para foco e criação de flashcards, quando aplicável.