

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM MÍDIA E TECNOLOGIA**

RENATA PIRES QUARESMA

**DIRETRIZES DE USABILIDADE PEDAGÓGICA PARA EXPERIÊNCIAS
DIGITAIS DE APRENDIZAGEM: um *Framework* de suporte ao projeto de aplicações
educacionais centradas no “usuário-aprendiz”**

Bauru
2023

RENATA PIRES QUARESMA

**DIRETRIZES DE USABILIDADE PEDAGÓGICA PARA EXPERIÊNCIAS
DIGITAIS DE APRENDIZAGEM: um *Framework* de suporte ao projeto de aplicações
educacionais centradas no “usuário-aprendiz”**

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Mídia e Tecnologia, da Faculdade de Artes, Arquitetura, Comunicação e Design da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do título de Mestre em Mídia e Tecnologia, sob a orientação da Profa. Associada Dra. Vânia Cristina Pires Nogueira Valente. **Área de Concentração:** Ambientes Midiáticos e Tecnológicos. **Linha de Pesquisa:** Tecnologias midiáticas

Bauru

2023

Quaresma, Renata Pires

Diretrizes de usabilidade pedagógica para experiências digitais de aprendizagem: um framework de suporte ao projeto de aplicações educacionais centradas no “usuário-aprendiz” / Renata Pires

Quaresma. -- Bauru, 2023

76 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru

Orientadora: Vânia Cristina Pires Nogueira Valente

1. Design centrado no usuário. 2. Experiência do usuário. 3. Usabilidade pedagógica. 4. Aprendizagem digital. I. Título.

Esta pesquisa tem potencial impacto em três principais vertentes: científica, econômica e social. No aspecto científico, contribui para a ampliação do conhecimento na temática estudada. No viés econômico, sabe-se que a experiência do usuário é um fator determinante para o sucesso de um produto. Nesse sentido, a pesquisa oferece subsidio para a criação de softwares e aplicativos educacionais que proporcionem boa experiência de uso e estejam conectados aos objetivos do usuário, favorecendo, dessa forma, a aceitação desses produtos no mercado. Na dimensão social, vislumbra-se um potencial impacto na área da educação, no sentido de elevar a qualidade das aplicações digitais, contribuindo para melhores resultados de aprendizagem nesses ambientes.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE RENATA PIRES QUARESMA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÍDIA E TECNOLOGIA, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN.

Aos 24 dias do mês de março do ano de 2023, às 13:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de RENATA PIRES QUARESMA, intitulada **Usabilidade Pedagógica: diretrizes para aplicações educacionais centradas no usuário-aprendiz**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Professora Associada VÂNIA CRISTINA PIRES NOGUEIRA VALENTE (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Artes e Representação Gráfica da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design / Universidade Estadual Paulista, Professora Doutora DANIELA MELARÉ VIEIRA BARROS (Participação Virtual) do(a) Área de Ensino e Educação a Distância / Universidade Aberta - Portugal, Professor Associado JOÃO PEDRO ALBINO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Computação / Unesp/ Câmpus de Bauru. Após a exposição pela mestrandia e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Professora Associada VÂNIA CRISTINA PIRES NOGUEIRA VALENTE

Documento assinado digitalmente
 VÂNIA CRISTINA PIRES NOGUEIRA VALENTE
Data: 25/03/2023 11:23:37 -0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DEDICATÓRIA

*Dedico a todos àqueles que ousaram não desistir dos seus sonhos e especialmente ao meu
amigo Bentinho, exemplo de perseverança e luta!*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me permitiu chegar até aqui e realizar um dos maiores desejos do meu coração.

À Minha irmã, *Mayara*, por todo seu apoio e por ser tão importante na minha vida.

À minha orientadora, *Profa. Dra. Vânia Cristina Pires Nogueira Valente*, por ter acreditado em meu potencial, pelo significativo apoio e por ser parte dessa realização.

À Agência Unesp de Inovação, pela experiência e pela bolsa concedida.

Aos meus “meninos” de quatro patas, *Aquiles, Bartolomeu, Bento, Nico e Bil* (*in memoriam*), pelo suporte emocional e amor incondicional.

Aos amigos que torceram para que tudo desse certo.

“Cada sonho que você deixa pra trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir”

Steve Jobs

QUARESMA, R. P. Diretrizes de usabilidade pedagógica para experiências digitais de aprendizagem: um framework de suporte ao projeto de aplicações educacionais centradas no “usuário-aprendiz”. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Mídia e Tecnologia) - FAAC - UNESP, sob a orientação da Profª Assoc. Drª Vânia Cristina Pires Nogueira Valente, Bauru, 2023, 76 p.

RESUMO

Um aspecto fundamental para se garantir a boa experiência do usuário em aplicações de software é a usabilidade. No entanto, a literatura sobre usabilidade em aplicações educacionais aponta que os critérios convencionais utilizados para avaliar a usabilidade de sistemas digitais não são suficientes para atender aos requisitos de um sistema voltado para o ensino e aprendizagem. Assim surgiu o conceito de usabilidade pedagógica, para tratar de questões que podem afetar a qualidade da experiência de uso nesse contexto específico.

Este trabalho teve como objetivo sintetizar um conjunto de diretrizes de usabilidade pedagógica que possam contribuir de forma significativa para experiências digitais de aprendizagem centradas no usuário. Para o desenvolvimento desse conjunto, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, a fim de identificar princípios, atributos, diretrizes ou recomendações, considerados relevantes para o projeto de aplicações voltadas à aprendizagem digital. Os resultados deste estudo poderão servir como ferramenta de apoio ao diagnóstico de problemas de usabilidade pedagógica em aplicações educacionais, subsidiando o desenvolvimento de futuras aplicações, bem como contribuir para a ampliação do conhecimento existente sobre o tema.

PALAVRAS-CHAVE: Usabilidade Pedagógica. Experiência do usuário. Aprendizagem digital. Framework.

QUARESMA, R.P. **Diretrizes de usabilidade pedagógica para experiências digitais de aprendizagem: um framework de suporte ao projeto de aplicações educacionais centradas no “usuário-aprendiz”**. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Mídia e Tecnologia) - FAAC - UNESP, sob a orientação da Prof^a Assoc. Dr^a Vânia Cristina Pires Nogueira Valente, Bauru, 2023, 76 p.

ABSTRACT

A fundamental aspect to ensure a good user experience in software applications is usability. However, the literature on usability in educational applications points out that the conventional criteria used to evaluate the usability of digital systems are insufficient to meet the requirements of a system focused on teaching and learning. Thus, the concept of pedagogical usability emerged to address issues affecting the quality of the user experience in this specific context.

This study aimed to synthesize a set of pedagogical usability guidelines that can contribute significantly to user-centered digital learning experiences. To develop this set, a systematic literature review was conducted to identify principles, attributes, guidelines, or recommendations considered relevant for the design of applications aimed at digital learning. The results of this study can serve as a tool to support the diagnosis of pedagogical usability problems in educational applications, supporting the development of future applications, as well as contributing to the expansion of existing knowledge on the subject.

Keywords: Pedagogical usability. User experience. Digital learning. Framework.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FUGURAS

Figura 1. Enquadramento metodológico da pesquisa.....	10
Figura 2. Etapas da Pesquisa.....	11
Figura 3. As cinco gerações da Educação a distância.....	14
Figura 4. Relação entre <i>d-learning</i> , <i>e-learning</i> e <i>m-learning</i>	18
Figura 5. Os três níveis da experiência do usuário.....	20
Figura 6. Tipo de experiência do usuário, períodos de tempo e o processo interno.....	21
Figura 7. As três camadas do design de interfaces para aprendizagem.....	22
Figura 8. Etapas da Revisão Sistemática.....	33
Figura 9. Aplicação do protocolo de Revisão.....	38
Figura 10: Framework de NAVARRO et al., (2016).....	40
Figura 11: Processo de obtenção das diretrizes de usabilidade.....	52
Figura 12: Processo de obtenção das diretrizes de usabilidade.....	53
Figura 13: Convergência das diretrizes de usabilidade pedagógica e metas de experiência do usuário	58

QUADROS

Quadro 1: Caracterização da 4ª geração de Educação a Distância.....	16
Quadro 2 – Informações a serem extraídas dos estudos selecionados.....	34
Quadro 3 – Palavras-chave definidas para busca nas bases de dados.....	35
Quadro 4 – Critérios de Inclusão e Exclusão.....	36
Quadro 5 – Resultados das buscas por palavra-chave.....	37
Quadro 6 – Trabalhos Selecionados.....	39
Quadro 7 – Dimensões e critérios de Usabilidade Pedagógica.....	40
Quadro 7.1 – Critérios de Usabilidade Pedagógica	41
Quadro 8 – Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (JAHNKE et al., 2021).....	43
Quadro 9 – Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (ARROYO et al., 2021).....	44
Quadro 10 – Recomendações de Design para a Usabilidade Pedagógica.....	45
Quadro 11 – Critérios de Usabilidade Pedagógica.....	46
Quadro 12– Síntese das recomendações de Usabilidade Pedagógica encontradas na Literatura.....	47
Quadro 13 - Diretrizes de Usabilidade Pedagógica.....	55

TERMOS E SIGLAS

SIGLAS

EaD	Educação a distância
ISO	International Organization for Standardization / Organização Internacional de Normalização
LX	Learning Experience / experiência de aprendizagem
LXD	Learning Experience Design / Design da Experiência de aprendizagem
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UX	User Experience / Experiência do Usuário

TERMOS

d-learning (*digital learning*) - aprendizagem, ou aprendizado digital

e-learning (*electronic learning*) - aprendizagem eletrônica ou aprendizado on-line

m-learning (*mobile learning*) - aprendizagem móvel

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
1.2 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA	7
1.3 OBJETIVOS	9
1.3.1 Objetivo Geral	9
1.3.2 Objetivos Específicos	9
1.4 METODOLOGIA	10
1.4.1 Etapas do desenvolvimento da pesquisa	11
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 APRENDIZAGEM DIGITAL	13
2.2 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO, DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO E USABILIDADE	19
2.2.1 Experiência do Usuário	19
2.2.2 Design Centrado No Usuário	23
2.2.3 Usabilidade	24
2.3 USABILIDADE PEDAGÓGICA	30
3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	32
3.1 PLANEJAMENTO DA REVISÃO SISTEMÁTICA	33
3.1.1 Questão de Pesquisa	33
3.1.2 Protocolo de Revisão	34
3.2 CONDUÇÃO DA REVISÃO	37
3.3 RESULTADOS	38
3.3.1 Análise dos trabalhos selecionados	39
3.3.2 Resposta à questão de pesquisa	46
4 CONJUNTO DE DIRETRIZES DE USABILIDADE PEDAGÓGICA	52
4.1.1 ETAPA 1 - Agrupamento de Similares	53
4.1.2 ETAPA 2 - Convergência	54
4.1.2 ETAPA 3 - Síntese das recomendações	54
4.2 Aplicação do conjunto de diretrizes	57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
5.1 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

No século 21, a tecnologia desempenha um papel crucial no cotidiano das pessoas, integrando-se aos mais diversos contextos da atividade humana. Um contexto onde a tecnologia tem se integrado de maneira fundamental é a educação. Com os avanços tecnológicos alcançados nas últimas décadas, especialmente com o advento da internet e a evolução das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), muitas mudanças puderam ser observadas no contexto educacional. A comunicação por redes sem fio e ascensão dos dispositivos móveis aceleraram esse processo de transformação do ambiente educacional, ampliando o alcance dos espaços de aprendizagem que antes eram tipicamente físicos e, com a evolução tecnológica, foram gradualmente se modificando e emergindo em ambiente digital.

A digitalização dos processos de aprendizagem tornou-se necessária diante da pandemia da COVID-19¹. Uma das principais medidas sanitárias empregadas durante a pandemia foi o isolamento social, que resultou no fechamento repentino das instituições de ensino, interrompendo as atividades escolares presenciais de mais de 1,5 bilhão de alunos em todo o mundo, segundo dados da UNESCO (2022). Com o fechamento das escolas e universidades, as atividades acadêmicas precisaram ser adaptadas muito rapidamente, fazendo emergir “uma variedade de formatos de aprendizagem diferentes do ambiente de aprendizagem tradicional em sala de aula” (BÖRNERT-RINGLEB; CASALE; HILLENBRAND, 2021, p. 80).

A adaptação dos processos educacionais é inerente ao avanço social e vem sendo observada ao longo de décadas. Nos últimos, no entanto, as mudanças têm se mostrado mais aceleradas, impulsionadas pelo rápido desenvolvimento tecnológico. Da incorporação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação na educação surgiu o conceito de *d-learning* (aprendizagem, ou aprendizado digital), em referência à integração das ferramentas digitais ao processo educacional. O conceito de aprendizado digital cresceu em popularidade significativamente nas últimas décadas, especialmente nos últimos anos, quando se mostrou como uma alternativa para a educação em períodos de isolamento social e

¹ A COVID-19 é uma doença infecciosa causada pelo coronavírus SARS-CoV-2. Fonte: Organização Pan-Americana da Saúde. <https://www.paho.org/pt/covid19>

uma abordagem promissora para além da pandemia (BÖRNERT-RINGLEB; CASALE; HILLENBRAND, 2021).

A crescente popularização da educação digital trouxe algumas questões relacionadas às possibilidades e barreiras para condução dos processos de ensino-aprendizagem em sistemas digitais. Um dos tópicos emergentes está relacionado ao design de aplicações educacionais (aplicações de software projetadas especificamente para auxiliar no processo de aprendizagem e educação), que devem considerar, além dos fatores técnicos, fatores pedagógicos e a experiência do usuário no contexto da aprendizagem.

Embora, de forma geral, o desenvolvimento de aplicações de *software* seja apoiado em um design centrado no usuário, quando se trata de aplicativos educacionais abordam-se atributos mais complexos que vão além das diretrizes já consagradas referentes à usabilidade e experiência do usuário. “Existem grandes diferenças entre o design da Experiência do Usuário (UX) e o design da experiência do aprendiz, uma vez que as metas de quem aprende geralmente são mais complexas do que a dos usuários” (FILATRO et al., 2019, p.42) .

Nesse sentido, o presente trabalho busca trazer contribuições para o aprimoramento da experiência do usuário em aplicações voltadas à aprendizagem digital, identificando aspectos que possam contribuir de forma significativa para experiências digitais de aprendizagem centradas no usuário-aprendiz. Um conceito que se mostra promissor nesse campo é o da usabilidade pedagógica, que difere dos parâmetros usuais para avaliação da usabilidade de software, preocupando-se essencialmente com o fato da aplicação, sua interface, seu conteúdo e tarefas apoiarem os alunos na aprendizagem em um determinado contexto de acordo com objetivos pedagógicos selecionados (ZURITA et al., 2019).

A relevância deste trabalho se justifica, pois, embora exista um número considerável de pesquisas abordando aspectos relacionados à experiência do usuário em aplicativos e softwares para fins diversos, no contexto educacional o número de pesquisas abordando essa temática ainda é escasso.

1.2 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA

Quando se trata de aplicações digitais para fins educacionais, o desafio de projetá-las com foco na experiência de usuário ganha novos contornos, em função do contexto e do objetivo do usuário. De acordo com Schmidt et al.(2022), enquanto o design da experiência do usuário se concentra em usuários gerais envolvidos em tarefas gerais, o design da

experiência de aprendizagem se concentra em uma classe específica de usuário - o aluno - envolvido em uma atividade específica - aprendizado mediado digitalmente. Dessa forma, o projeto de uma aplicação educacional deve levar em consideração os resultados de aprendizagem esperados e a qualidade da experiência de aprendizagem, de forma a apoiar e aprimorar os processos cognitivos e afetivos envolvidos na aprendizagem (PETERS, 2014). Em outras palavras, uma aplicação educacional (aplicação de software projetada especificamente para auxiliar no processo de aprendizagem e educação) deve ser concebida levando-se em consideração, além dos aspectos técnicos, a experiência de aprendizagem que o usuário terá ao utilizá-la, buscando atender suas necessidades, objetivos de aprendizagem, além de processos cognitivos e afetivos envolvidos na aprendizagem.

Um aspecto fundamental para se garantir a boa experiência do usuário em aplicações de software é a usabilidade. No entanto, a literatura sobre usabilidade em aplicações educacionais aponta que os critérios convencionais utilizados para avaliar a usabilidade de sistemas digitais não são suficientes para atender aos requisitos de um sistema voltado para o ensino e aprendizagem, sendo necessários, então, critérios específicos, voltados para a usabilidade nesse contexto. Assim surgiu o conceito de usabilidade pedagógica, para tratar da análise da forma como uma aplicação educativa (ferramentas, conteúdos, tarefas e interface) apoia os alunos no seu processo de aprendizagem em vários contextos e de acordo com os objetivos de aprendizagem (IVANC; VASIU; ONITA, 2012).

Muito se discute sobre a usabilidade pedagógica em ambientes de execução específicos, ora abordando aprendizagem móvel (m-learning), ora recursos e materiais educacionais específicos, ora usabilidade em cursos online. Algumas diretrizes para avaliar a usabilidade pedagógica nesses contextos são propostas na literatura, mas ainda existe uma lacuna com relação às diretrizes mínimas aplicáveis ao contexto da aprendizagem digital como um todo.

Nesse sentido, o presente trabalho de mestrado visa responder a seguinte questão:

Quais recomendações de usabilidade pedagógica podem compor um conjunto geral de diretrizes para apoiar o design de aplicações "d-learning" e contribuir para experiências digitais de aprendizagem centradas no usuário-aprendiz?

Compreendendo que o objetivo final do uso de uma aplicação educacional é, sobretudo, a aprendizagem e que aspectos de usabilidade tem papel fundamental na experiência do usuário, que por consequência podem impactar o aprendizado, essa pesquisa

busca um aprofundamento teórico na literatura científica referente à usabilidade em aplicativos educacionais, com vistas a atingir os objetivos especificados a seguir:

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é sintetizar um conjunto de diretrizes de usabilidade pedagógica que possam contribuir de forma significativa para experiências digitais de aprendizagem centradas no usuário-aprendiz.

No escopo do presente trabalho, o termo “usuário-aprendiz” refere-se ao usuário de uma aplicação educacional (aplicação de software projetada especificamente para auxiliar no processo de aprendizagem e educação), que possui necessidades e objetivos específicos relacionados à sua aprendizagem, objetivos esses, que devem ser considerados no design da aplicação educacional, de modo a contribuir para experiências de aprendizagem digitais eficazes e relevantes para esse tipo de usuário.

1.3.2 Objetivos Específicos

Com o intuito de alcançar o objetivo geral da pesquisa, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com objetivo de identificar princípios, atributos, diretrizes ou recomendações de usabilidade pedagógica, considerados relevantes para o projeto de aplicações voltadas à aprendizagem digital;
- b) sintetizar um conjunto geral de diretrizes de usabilidade pedagógica, que possam ser aplicadas em diferentes ambientes de aprendizagem digital (*e-learning* e *m-learning*), com base na convergência das abordagens encontradas na literatura;
- c) Oferecer um *framework* norteador, que possa facilitar a incorporação das diretrizes de usabilidade pedagógica ao projeto de aplicações *d-learning*, com foco na experiência do usuário.

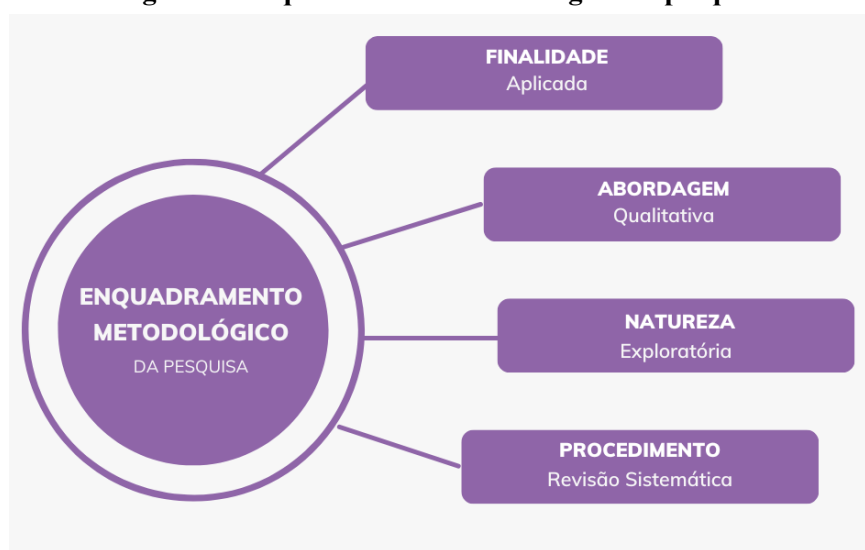
1.4 METODOLOGIA

A presente pesquisa possui finalidade aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos (GIL, 2002). De acordo com Marconi e Lakatos (2002, p. 20) a pesquisa aplicada caracteriza-se por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados ou utilizados, imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade. Essa pesquisa visa colaborar para desenvolvimento de aplicações educacionais que promovam boa experiência de aprendizagem, nesse sentido, apresenta um conjunto de recomendações de usabilidade pedagógica que podem ser incorporadas ao projeto dessas aplicações.

Quanto a abordagem do problema, esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, visto que possui caráter descritivo, utilizando enfoque indutivo na análise de seus dados. Dessa forma, não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise de dados (GODOY, 1995).

Do ponto de vista dos objetivos, essa pesquisa possui caráter exploratório. De acordo com Gil (2002), a pesquisa exploratória proporciona maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições e na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem levantamento bibliográfico, como o procedimento adotado no presente trabalho. Na Figura 1 é esquematizado o enquadramento metodológico desta pesquisa.

Figura 1: Enquadramento metodológico da pesquisa



Fonte: elaborado pela autora (2023)

1.4.1 Etapas do desenvolvimento da pesquisa

A condução desta pesquisa consistiu de três etapas (1) Exploratória; (2) Análise (3) Síntese, detalhadas a seguir:

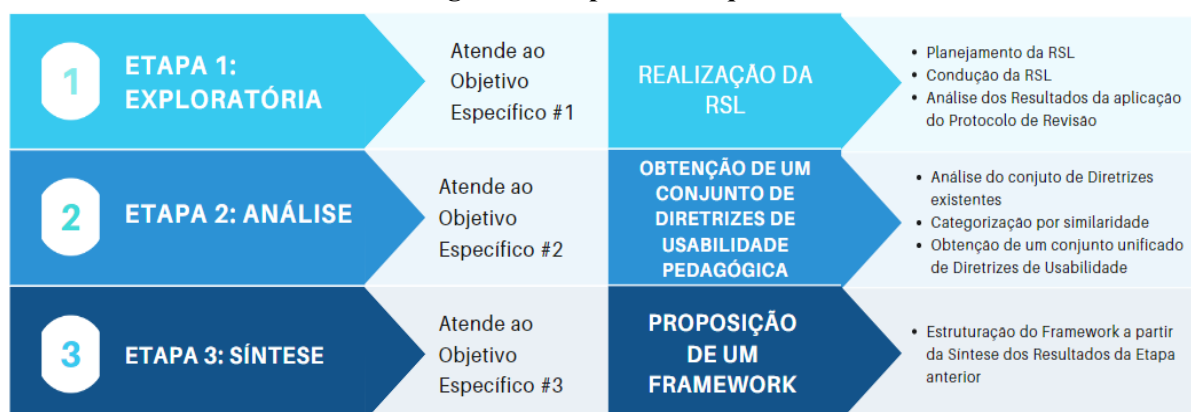
Etapa 1 - Exploratória: A primeira etapa da pesquisa consistiu na condução de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com objetivo de identificar princípios, atributos, diretrizes ou recomendações de usabilidade pedagógica, considerados relevantes para o projeto de aplicações educacionais. A pesquisa envolveu a seleção e análise de trabalhos publicados em periódicos científicos, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2022, encontradas nas bases de dados *scopus* e *web of science*.

Etapa 2 - Análise: Uma vez que a etapa de revisão da literatura foi concluída, inicio-se a etapa de análise, que teve por objetivo definir um conjunto geral de diretrizes de usabilidade pedagógica, que possam ser aplicadas em diferentes ambientes de aprendizagem digital (*e-learning* e *m-learning*), com base na convergência das abordagens encontradas na literatura.

Etapa 3 - Síntese: Por fim, a terceira etapa consistiu na apresentação dos resultados consolidados por meio da elaboração de um *Framework* de modo a estabelecer um estrutura orientativa para a incorporação de recomendações de usabilidade pedagógica ao projeto de aplicações voltadas à aprendizagem digital.

As etapas que compreendem a metodologia empregada nesta pesquisa são apresentadas de forma resumida na Figura 1.1:

Figura 2: Etapas da Pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este documento foi estruturado a partir das fases cronológicas do desenvolvimento da pesquisa, de modo a representar, de forma lógica e organizada, os estágios do trabalho desenvolvido. No capítulo 1 encontra-se a caracterização do trabalho que consiste nas informações primárias da pesquisa como a introdução, a justificativa e o problema de pesquisa, os objetivos e o plano metodológico. No capítulo 2, é apresentada a fundamentação teórica que embasou a realização deste trabalho. O capítulo 3 apresenta a Revisão sistemática de literatura realizada com o objetivo de identificar as principais diretrizes ou recomendações de usabilidade pedagógica existentes, bem como a análise dos dados obtidos a partir da aplicação do protocolo de revisão sistemática. O capítulo 4 apresenta um conjunto de diretrizes de usabilidade pedagógica, sintetizadas em um *framework*, estruturado a partir dos dados obtidos como resultado da revisão sistemática da literatura, discutida no capítulo 3. Por fim, no capítulo 5, foram apresentadas as considerações finais a cerca do trabalho desenvolvido, bem como as conclusões e perspectivas para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 APRENDIZAGEM DIGITAL

Os avanços tecnológicos alcançados nas últimas décadas, especialmente com o advento da internet e a evolução das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), trouxeram novas possibilidades para o ambiente educacional, dentre elas, a ampliação do alcance dos espaços de aprendizagem que antes eram tipicamente físicos e, com a evolução tecnológica, foram gradualmente se modificando e emergindo em ambiente digital.

Esse cenário tornou-se ainda mais evidente diante da crise sanitária causada pela COVID-19², quando mais de 1,5 bilhão de alunos em todo o mundo tiveram suas atividades escolares presenciais interrompidas em razão da pandemia, de acordo com um levantamento realizado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO (2022). Com o fechamento das escolas e universidades, devido a necessidade de distanciamento social, as atividades acadêmicas precisaram ser adaptadas muito rapidamente, fazendo emergir “uma variedade de formatos de aprendizagem diferentes do ambiente de aprendizagem tradicional em sala de aula” (BÖRNERT-RINGLEB; CASALE; HILLENBRAND, 2021, p. 80).

Ao longo de décadas, os processos de ensino e aprendizagem foram se transformando e se adaptando ao contexto social e tecnológico da época. O surgimento da educação a distância (EaD), caracterizou-se como um reflexo dessa adaptação, despontando como uma alternativa para universalização e democratização do ensino e em resposta às necessidades educacionais da sociedade moderna. Essa modalidade de educação possui um longo histórico de evolução e, com o desenvolvimento da tecnologia, tornou-se cada vez mais importante.

De acordo com Moore e Kearsley (2007), a história e evolução da EaD pode ser estruturada ao longo de cinco gerações, sendo a 1ª geração marcada pelo ensino por correspondência, onde o material instrucional impresso era entregue por serviços postais; a 2ª geração, cujo conteúdo educacional era transmitido em programas de rádio e/ou televisão aberta, além da utilização de algumas outras mídias como fitas de áudio ou vídeo; a 3ª geração, marcada pelo surgimento das Universidades Abertas, com o propósito de oferecer ensino de qualidade com custo reduzido para alunos não universitários, onde o conteúdo

² A COVID-19 é uma doença infecciosa causada pelo coronavírus SARS-CoV-2. Fonte: Organização Pan-Americana da Saúde. <https://www.paho.org/pt/covid19>

educacional era entregue em uma variedade de formatos, utilizando-se de recursos midiáticos diversos; a 4ª geração, denominada geração das teleconferências por áudio, vídeo e computador, sendo baseada no uso do computador e da internet, direcionado a pessoas que aprendem sozinhas, geralmente estudando em casa; e por fim, a 5ª geração, que ocorre nos dias atuais, sendo a entrega do conteúdo educacional, principalmente baseada na internet.

Figura 3: As cinco gerações da Educação a distância



Fonte: Moore e Kearsley (2007, p. 26)

Da incorporação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação na educação surgiu o conceito de *d-learning* (aprendizagem, ou aprendizado digital), em referência à integração das ferramentas digitais ao processo educacional. O conceito de aprendizado digital cresceu em popularidade significativamente nas últimas décadas, especialmente nos últimos anos devido à covid-19 (VAICONDAM et al., 2022). Durante o fechamento de instituições de ensino, a aprendizagem digital se mostrou como uma alternativa para a continuidade dos processos educacionais, no entanto, hoje também se mostra uma abordagem promissora para aprender além da pandemia (BÖRNERT-RINGLEB; CASALE; HILLENBRAND, 2021, p. 80).

De acordo com Vaicondam et al. (2022, p. 4) a aprendizagem digital (*Digital learning, ou d-learning*) é definida como “qualquer tipo de aprendizagem que integrou a tecnologia da informação e comunicação em sua condução” e além disso, “permite que os alunos tenham algum controle sobre o tempo, local, caminhos e ritmo de aprendizagem”. Para Pratiwi (2020), tem-se a *d-learning* quando o processo de aprendizagem ocorre digitalmente, de forma que as interações entre educadores, alunos e ambientes de aprendizagem (materiais de ensino, recursos de aprendizagem, mídia de aprendizagem) são

mediadas por dispositivos de comunicação comumente usados, especificamente projetados para essa finalidade, ou não.

Para que a *d-learning* ocorra, é necessária uma combinação de três elementos fundamentais: tecnologia, conteúdo digital e instrução (GEÓRGIA, 2018?; KUMAR-BASAK; WOTTO e BÉLANGER, 2018, PRATIWI, 2020), sendo (i) Teconologia: um mecanismo que entrega o conteúdo e permite que os alunos recebam tal conteúdo, também incorporando o acesso à internet e qualquer dispositivo que permita o acesso - (ii) Conteúdo digital: um material acadêmico, em formato digital, relacionado a conhecimentos e habilidades que serão ensinados aos alunos, que é entregue por meio da tecnologia - (iii) Instrução: a orientação fornecida por educadores visando a aprendizagem.

Embora o conceito de *d-learning* seja relativamente novo (VAICONDAM et al., 2022), pesquisas tratando da incorporação da tecnologia aos processos de aprendizagem vem sendo realizadas há bastante tempo. A literatura utiliza os termos *e-learning*, para tratar da “aprendizagem apoiada por meios e ferramentas eletrônicas digitais” e *m-learning*, quando o processo ocorre “utilizando dispositivos móveis e transmissão sem fios” (Hoppe et al., 2003, p.255).

A partir da década de 1990, o termo *e-learning* (do inglês *electronic learning*), foi adotado para se referir ao uso da tecnologia para fornecer programas de treinamento e aprendizagem (BLEZU; POPA, 2008) e, devido à utilização do meio eletrônico para a entrega do conteúdo educacional, o termo *e-learning* também é conhecido como aprendizagem eletrônica ou aprendizado on-line (BOUCHRIKA, 2020). O termo *e-learning* é abrangente, e tem sido empregado na literatura de diversas formas. Em alguns casos, se refere à aprendizagem na qual o conteúdo ou atividade é entregue via computador de alguma forma, em outros casos, quando o conteúdo de aprendizagem é entregue via web, ou ainda, por meio do uso de ambientes virtuais de aprendizagem (RICE; MCKENDREE, 2013). Contudo, é necessário que se considere que a mídia eletrônica deve fornecer suporte específico ao próprio processo de aprendizagem (TAVANGARIAN et al., 2004), dessa forma, Clark (2002) argumenta que o e-learning constitui-se de "Conteúdo e métodos instrucionais entregues em um computador (seja em CD-ROM, na Internet, ou em uma intranet) e projetado para construir conhecimentos e habilidades relacionadas a objetivos individuais ou organizacionais” (CLARK 2002, p. 2).

Para Wang et al. (2010), “*e-learning* refere-se ao uso de tecnologia de rede de computadores, principalmente através da internet, para fornecer informações e instruções aos indivíduos”, o que pode ocorrer de forma síncrona - facilitada por um instrutor em tempo real, ainda que de forma online, ou de forma assíncrona - de maneira autodirigida e em tempo flexível. O desenvolvimento do *e-learning* enquanto modalidade de EaD também foi acompanhado pelo desenvolvimento de ambientes constituídos para atender as necessidades de comunicação e gerenciamento das atividades. Dessa forma, as práticas de *e-learning* são frequentemente apoiadas por Sistemas de Gestão de Aprendizagem (*Learning Management Systems - LMS*), “os quais oferecem um conjunto de potencialidades em termos de publicação de informação, comunicação, avaliação online, monitoramento e gestão pedagógica adequados” (GOMES, 2008).

O *e-learning* representa a 4ª geração do Ensino a Distância, que desenvolveu-se com a expansão da web como interface de publicação e comunicação em rede (GOMES, 2008). O surgimento de novas demandas formativas, próprias da sociedade da informação, bem como a ampliação do uso das TDIC no âmbito educacional, possibilitaram o desenvolvimento e a popularização dessa modalidade educativa, que caracteriza-se pela comunicação direta e frequente entre professores e alunos, possibilidade de formação de comunidades, flexibilidade na entrega do conteúdo e estímulo à autonomia do estudante.

O quadro 1 sintetiza os principais aspectos característicos da 4ª geração do EaD, ora designada como geração do “e-learning”.

Quadro 1: Caracterização da 4ª geração de Educação a Distância

Aspectos descritivos	4ª Geração
	e-learning
Cronologia	(A partir de) 1994...
Mediatização de conteúdos	Multimídia (hipermídia) colaborativo em páginas web
Distribuição de conteúdos	Páginas Web distribuídas em redes telemáticas. Arquivos em rede para “download”. Learning Management Systems e Content Management Systems
Comunicação professor/aluno	Muito frequente
Comunicação aluno/aluno	Existente e significativa

Modalidades de comunicação mais comuns	Assíncrona (individual ou de grupo) com pequeno desfasamento temporal e síncrona (individual ou de grupo) e com registo electrónico.
Tecnologias (predominantes) de suporte à comunicação	Correio electrónico, fóruns electrónicos, “chats”, videoconferências, blogues, wikis...

Fonte: Na senda da inovação tecnológica (GOMES, 2008). Adaptado.

Como uma evolução do *e-learning* surgiu o conceito de *m-learning*, ou aprendizagem móvel, que pode ser entendida como o processo de ensino e aprendizagem mediada por Tecnologias de Informação e Comunicação Móveis e Sem Fio (TIMS), como por exemplo, *smartphones* e *tablets*. Segundo Saccol et al. (2007):

“*m-learning* se refere a processos de ensino e de aprendizagem que ocorrem, necessariamente, apoiados pelo uso de TIMS, envolvendo a mobilidade de atores humanos que podem estar fisicamente/geograficamente distante de outros atores e também de espaços físicos formais de educação, tais como salas de aula, salas de treinamento/formação/qualificação ou local de trabalho (SACCOL et al., 2007)”.

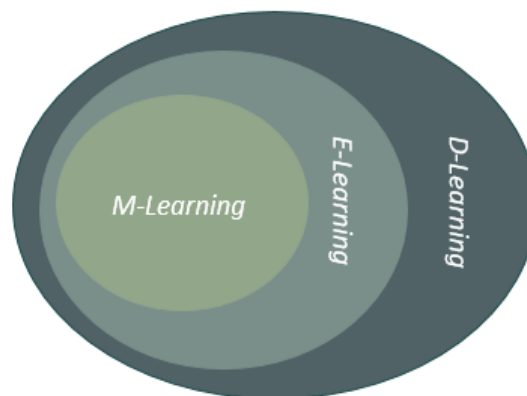
Nos últimos anos, o *m-learning* tem despontado como tópico de interesse em diversas pesquisas, dado seu potencial revolucionário e tendência crescente. Essa forma de ensino e aprendizagem está mudando o ambiente educacional, “oferecendo aos alunos a oportunidade de se envolver em instrução assíncrona e onipresente” (HYMAN; MOSER; SEGALA, 2014), tendo sido reconhecida pela UNESCO como um excelente meio para expandir o alcance e a equidade da educação (WEST; VOSLOO, 2014).

O *m-learning* representa a 5ª geração da educação a distância, que se desenvolveu a partir do surgimento dos dispositivos móveis de telecomunicações, estes cada vez mais equipados com recursos multimídia, que incorporam áudio, vídeo, fotografias, conectividade e comunicação (GOMES, 2008). Possui grande destaque pela flexibilidade em termos de locais e momentos de acesso, bem como em termos de formatos para a disponibilização dos conteúdos educacionais, tornando o processo de aprendizagem bastante adaptável às necessidades do aprendiz.

De acordo com Brown (2005), o *m-learning* pode ser entendido como um subconjunto do *e-learning*, sendo esse último um conceito macro que inclui ambientes de aprendizagem online e móveis. O *d-learning*, por outro lado, é o *e-learning* aprimorado que abrange todos os métodos e técnicas de aprendizado on-line (VAICONDAM et al., 2022).

Dessa forma, a aprendizagem digital (*d-learning*) é usada como um termo genérico que descreve uma gama de práticas instrucionais que são apoiadas por métodos baseados em tecnologia para fortalecer a experiência de aprendizagem e a instrução (BÖRNERT-RINGLEB; CASALE; HILLENBRAND, 2021), caracterizando-se assim como um termo mais amplo, onde o *e-learning* e o *m-learning* são subconjuntos da aprendizagem digital (KUMAR-BASAK; WOTTO e BÉLANGER, 2018). A figura 4 ilustra a relação entre os termos *e-learning*, *m-learning* e *d-learning*.

Figura 4: Relação entre *d-learning*, *e-learning* e *m-learning*



Fonte: Elaborado pela autora. Adaptado de Kumar-Basak; Wotto e Bélanger (2018)

Uma vez que temos a crescente integração entre tecnologia e educação, e o consequente crescimento da *d-learning* no cenário educacional atual, surge também a necessidade de considerar o papel dos sistemas digitais como provedores de ambientes de aprendizagem, sejam esses sistemas aplicações para a web, ou aplicativos para dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*), de forma que as questões envolvendo a experiência do usuário e a facilidade de uso (usabilidade) tornam-se primordiais no planejamento e desenvolvimento dos sistemas digitais para educação. Segundo Hassan e Galal-Edeen (2018):

“A usabilidade e a experiência do usuário (UX) são consideradas determinantes-chave da qualidade de qualquer produto, sistema ou serviço destinado ao uso humano, que por sua vez podem ser considerados indicadores de sucesso ou falha do produto, sistema ou serviço” (HASSAN; GALAL-EDEEN, 2018, p. 216).

Em se tratando de sistemas digitais com a finalidade de promover aprendizagem, alguns cuidados adicionais devem ser considerados em suas etapas de design e desenvolvimento, visando contemplar não apenas os aspectos técnicos relacionados à

usabilidade e à experiência de uso, mas que também atendam aos objetivos pedagógicos para os quais foram projetados.

2.2 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO, DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO E USABILIDADE

2.2.1 Experiência do Usuário

A Internet e as tecnologias digitais levaram ao surgimento de um novo paradigma social. A tecnologia está presente em diversos aspectos da vida moderna e tem, cada vez mais, intensificado a importância e a onipresença do mundo digital. Como reflexo da expansão acelerada dos ambientes digitais, conceber produtos que atendam as necessidades específicas da interação nesses meios tornou-se um grande desafio. É necessário considerar, além dos aspectos funcionais, atributos que levem ao atendimento das expectativas e necessidades dos usuários, a fim de permitir que a interação do usuário com o produto seja satisfatória.

Nos anos 90, o cientista cognitivo e então vice-presidente da empresa “Apple”, Donald Norman, foi o principal responsável por popularizar o termo *User Experience* (Experiência do Usuário), também frequentemente nomeada pelo seu acrônimo - UX, para se referir às percepções resultantes da interação do usuário com determinado produto ou serviço. De acordo com Norman e Nielsen (1998?), a experiência do usuário tem caráter multidisciplinar e requer o esforço conjunto de pessoas de áreas como engenharia, marketing, design gráfico, design industrial e design de interfaces, para a criação de produtos que atendam as exatas necessidades do usuário. Nesse sentido, a norma ABNT NBR ISO 9241-11, conceitua a experiência do usuário como:

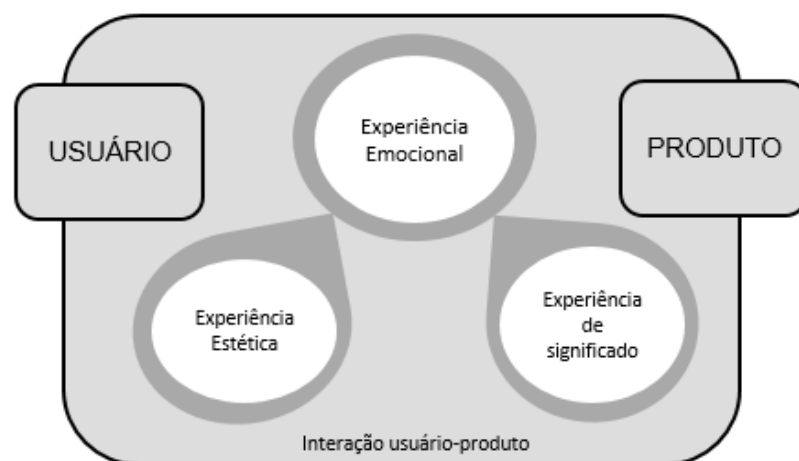
“uma consequência da imagem da marca, da apresentação, da funcionalidade, do desempenho do sistema, do comportamento interativo e das capacidades assistivas do sistema interativo, dos estados interno e físico do usuário, resultantes de experiências anteriores, atitudes, habilidades e personalidade, e do contexto de uso” (ABNT, 2011).

Ainda, de acordo com a NBR ISO 9241-11, a UX “inclui todas as emoções, crenças, preferências, percepções, respostas físicas e psicológicas, comportamentos e realizações do usuário que ocorrem antes, durante e depois do uso” (ABNT, 2011).

Para Desmet e Hekkert (2007) a experiência do usuário com um produto possui três níveis distintos: a experiência estética, a experiência de significado e a experiência

emocional. O nível estético envolve a capacidade de um produto de ser agradável aos sentidos, de modo a encantar o usuário. O nível de significado se relaciona com a capacidade do usuário de atribuir características e avaliar o significado pessoal ou simbólico dos produtos, como por exemplo, se um produto é luxuoso. Já o nível emocional envolve as emoções do usuário. Os três níveis da experiência do usuário estão representados na figura 3.

Figura 5: Os três níveis da experiência do usuário

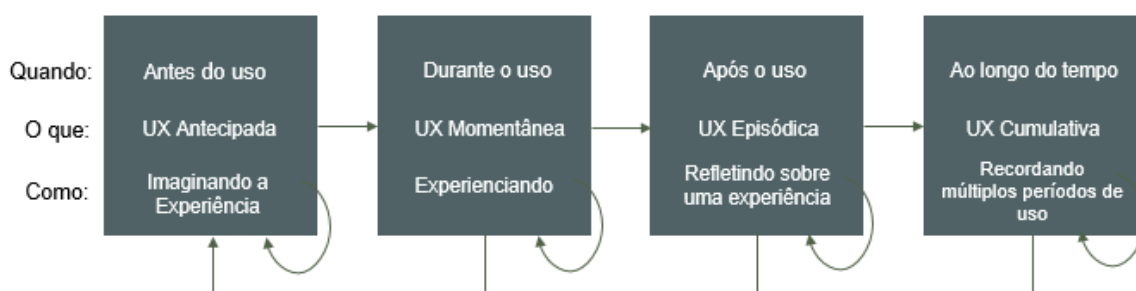


Fonte: DESMET; HEKKERT, 2007. Adaptado.

Roto et al. (2011) argumentam que, embora o núcleo da experiência do usuário seja a experiência real de uso, a UX não está limitada ao período de uso específico, podendo existir uma experiência indireta *antes* do primeiro contato, normalmente, por meio de expectativas formadas a partir de experiências existentes de tecnologias relacionadas ou opiniões de outros usuários; e uma experiência indireta *após* o uso, por exemplo, por meio da reflexão sobre o uso anterior. Nesse sentido, é possível conceber que a experiência do usuário também é determinada pelo fator temporal.

Conforme ilustra a figura 6, é possível descrever o tipo de experiência do usuário de acordo com o processo interno que ocorre nos diferentes pontos de contato do usuário com o produto, nos diferentes períodos de tempo. Assim, conforme apresentado por Roto et al. (2011), tem-se a UX antecipada, antes do contato do usuário com o produto (experiência indireta), a UX momentânea, relacionada ao momento da interação, a UX episódica, após um episódio específico de uso e, por fim, a UX cumulativa, a formada por uma série de episódios de uso e períodos de não uso.

Figura 6: Tipo de experiência do usuário, períodos de tempo e o processo interno



Fonte: ROTO et al., 2011. Adaptado

A experiência do usuário se aplica a qualquer produto físico ou digital, “bastando para isso a interação entre um indivíduo e um artefato, mediada por uma interface, isto é, um elemento posto entre o usuário e uma estrutura interativa” (GRILO, 2019, p.13). Para os objetivos do presente trabalho serão considerados apenas os produtos digitais, ou seja, aqueles cujas formas de interação são mediadas por tecnologias da informação e que, no presente contexto, incluem *softwares* e sistemas baseados em ambiente web ou em dispositivos móveis, aplicativos web e aplicativos móveis, denominadas genericamente de aplicativos ou aplicações.

A experiência do usuário é afetada diretamente pela forma como um produto é concebido, ou seja, pelo seu design (GRILO, 2019, p.16). Assim, o design com foco na experiência do usuário está relacionado ao processo de design que leva em consideração aspectos da UX para a criação de produtos que atendam as necessidades dos usuários e que favoreçam experiências memoráveis e significativas. “Projetar soluções com foco na experiência do usuário é, portanto, uma prática que afeta diretamente o processo de design de um produto, pois implica em reconhecer e considerar o usuário e suas especificidades no decorrer do projeto” (GRILO, 2019, p.19).

Em se tratando de *softwares*, ou sistemas digitais para a educação, o design da experiência do usuário ganha um contorno adicional dado pelo contexto de uso, onde o objetivo final do usuário é aprender algo. Nesse sentido, o design da aplicação deve considerar também os objetivos de aprendizagem do usuário, ou seja, o produto deve ser projetado com foco na experiência do “usuário-aprendiz”. Dessa forma, o projeto de uma aplicação educacional deve levar em consideração os resultados de aprendizagem esperados e

a qualidade da experiência de aprendizagem, de forma a apoiar e aprimorar os processos cognitivos e afetivos envolvidos na aprendizagem (PETERS, 2014).

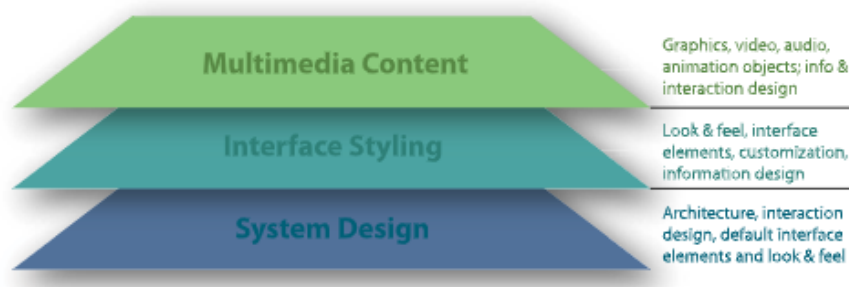
Nesse sentido, vários autores (FILATRO et al., 2019; JAHNKE et al., 2021; SCHMIDT et al., 2022) utilizam os termos *Learning Experience (LX)* - experiência de aprendizagem e *Learning Experience Design (LXD)* - Design da Experiência de aprendizagem, para tratar da experiência do usuário no contexto da aprendizagem, pois, conforme argumenta Schmidt et al.(2022), enquanto o Design da Experiência do usuário se concentra em usuários gerais envolvidos em tarefas gerais, o LXD se concentra em uma classe específica de usuário - o aluno - envolvido em uma atividade específica - aprendizado mediado digitalmente.

Portanto, a LXD é uma abordagem de design centrada no aluno dentro do contexto de aprendizagem (SCHMIDT et al., 2022) e a experiência de aprendizagem (LX), de acordo com Jahnke et al. (2021):

“abrange todos os aspectos da interação de um aluno com: (a) a tecnologia/serviço/espço digital; (b) os componentes pedagógicos, como tipo de curso, objetivos de aprendizagem, atividades de aprendizagem, avaliação baseada em processos e controle do aluno; e (c) a dimensão social, como qualidade das formas de comunicação, colaboração, sociabilidade, presença social e interatividade social (JAHNKE et al., 2021).”

É importante notar que o termo *Learning Experience Design (LXD)*, tem sido empregado no contexto da aprendizagem digital. Assim, é parte da LXD projetar interfaces de forma a apoiar e aprimorar os processos cognitivos e afetivos envolvidos na aprendizagem. Para Peters (2014), o design de interfaces para experiências de aprendizagem consiste, geralmente, em três camadas: (i) conteúdo multimídia, (ii) estilo (aparência) da interface, (iii) design do sistema, conforme ilustra a figura 7.

Figura 7: As três camadas do design de interfaces para aprendizagem



Fonte: Interface Design for learning. (PETERS, 2014, p.8)

As três camadas do design de interfaces para aprendizagem podem ser trabalhadas individualmente, ou em uma combinação dos três níveis, a depender do projeto. A primeira camada refere-se ao design do sistema e inclui a arquitetura da informação, elementos de interface padrão e design de interação. A segunda camada refere-se ao estilo da interface e, nesse aspecto inclui a aparência do sistema como um todo, que pode ser redesenhada e adaptada visando melhorias na interface padrão, com base em novas descobertas a partir de um processo interativo de design. Por fim a terceira camada refere-se ao conteúdo multimídia, que envolve a criação de materiais didáticos (como gráficos, vídeos e animações), a organização dos conteúdos e a navegação dentro do curso.

O presente trabalho de mestrado está inserido no contexto da LXD, uma vez que preocupa-se com a experiência do usuário no contexto da aprendizagem mediada por aplicações digitais, sejam essas em ambiente *web*, *mobile* ou *desktop*. Desse modo, busca reunir elementos que possam contribuir para uma boa experiência digital de aprendizagem e integrar tais elementos ao processo de design dessas aplicações, favorecendo o design centrado no usuário, que neste contexto específico é o usuário-aprendiz.

2.2.2 Design Centrado No Usuário

O Design Centrado no Usuário (DCU) surgiu no campo da Interação Humano Computador (IHC), como uma metodologia de design de software “preocupada em incorporar a perspectiva do usuário ao processo de desenvolvimento de software” (MAGUIRE, 2001). Dessa forma, o design centrado no usuário apresenta-se como uma abordagem de desenvolvimento de soluções que foca na geração de produtos bem adaptados às características e necessidades dos usuários, que sejam úteis e fáceis de usar (SOUZA; SAVI, 2015, p. 33).

De acordo com a norma ABNT NBR ISO 9241-11, o design centrado no usuário pode ser entendido como:

“uma abordagem para o desenvolvimento de sistemas interativos que objetiva tornar os sistemas utilizáveis e úteis, dando ênfase aos usuários, suas necessidades e exigências, pela aplicação de conhecimentos e as técnicas de usabilidade e fatores humanos/ergonomia” (ABNT, 2011).

O DCU é um amplo guarda-chuva que abrange abordagens como ergonomia, design participativo, processos de design centrados no ser humano, medições e inspeções de usabilidade e design para experiência do usuário (KEINONEN, 2008, p. 211). Embora os

estudos envolvendo o conceito de design centrado no usuário tenham sido iniciados há décadas, alguns princípios permanecem atemporais. Gould e Lewis (1985), enunciaram três princípios, que formam a base para uma metodologia geral de design e estão estreitamente relacionados ao conceito de DCU:

- **Foco no usuário e nas tarefas desde o princípio:** o processo de design deve incluir o usuário já nas etapas iniciais do projeto e desenvolvimento do produto, com o conhecimento dos potenciais usuários, suas características cognitivas, comportamentais, antropométricas e atitudinais, aliados à uma análise de tarefas, realizadas em contexto real de uso do produto.
- **Avaliação empírica:** no início do processo de desenvolvimento, os usuários devem realmente usar simulações e protótipos para realizar o trabalho real, e seu desempenho e reações devem ser observados, registrados e analisados.
- **Design iterativo:** o design deve ser iterativo, ou seja, deve haver um ciclo de design, teste e medição e reprojetado, repetido sempre que necessário, durante todo o desenvolvimento do produto.

Combinar usabilidade, design centrado no usuário e experiência do usuário, garante uma abordagem mais completa para o desenvolvimento das aplicações, levando a criação de produtos que atendam às necessidades dos usuários (LOWDERMILK, 2013). Nesse sentido, outro aspecto fundamental a ser discutido é a usabilidade dos sistemas.

2.2.3 Usabilidade

O termo usabilidade é frequentemente usado como sinônimo de experiência do usuário, entretanto são aspectos distintos, embora estejam intrinsecamente relacionados. De acordo com a norma ABNT NBR ISO 9241-11, a usabilidade representa a “ medida em que um sistema, produto ou serviço pode ser usado por usuários específicos para se atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um determinado contexto de uso” (ABNT, 2011). Enquanto a usabilidade se concentra em aspectos objetivos como a eficácia - que representa acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos; e eficiência - que analisa o esforço com o qual o usuário atinge seus objetivos ao utilizar um determinado produto, a UX inclui aspectos subjetivos, como crenças, preferências, fatores emocionais e psicológicos.

O termo usabilidade tem suas raízes na Ciência Cognitiva e começou a ser usado primeiramente nas áreas de Psicologia e Ergonomia. Entretanto, a partir de meados da década

de 1980, com a área da Interação Humano Computador (IHC) sendo impulsionada pelo avanço tecnológico, o termo usabilidade começou a ser utilizado para tratar de aspectos voltados à interação homem-máquina, visando a construção de sistemas que pudessem ser utilizados com facilidade e eficiência pelos usuários. Para Nielsen e Loranger (2007):

“A usabilidade é um atributo de qualidade relacionado à facilidade do uso de algo. Mais especificamente, refere-se à rapidez com que os usuários podem aprender a usar alguma coisa, a eficiência deles ao usá-la, o quanto lembram daquilo, seu grau de propensão a erros e o quanto gostam de utilizá-la. Se as pessoas não puderem ou não utilizarem um recurso, ele pode muito bem não existir” (NIELSEN, LORANGER, 2007, p. xvi).

A norma NBR ISO 9241-11 (ABNT, 2011) define alguns termos que geralmente estão relacionados à usabilidade, conforme:

- **Usuário:** pessoa que interage com o produto
- **objetivo:** resultado desejado.
- **tarefa:** atividades requeridas para se atingir um objetivo.
- **contexto de uso:** usuários, tarefas, equipamentos (hardware, software e materiais), e ambientes físicos e sociais nos quais um produto é utilizado.
- **eficácia:** exatidão e completude com que os usuários atingem objetivos específicos.
- **eficiência:** recursos gastos em relação à exatidão e completude com que os usuários atingem objetivos.
- **satisfação:** atitudes positivas e ausência de desconforto em relação ao uso do produto

Os estudos sobre usabilidade se iniciaram com base no conhecimento empírico relativo ao uso de sistemas interativos (PRATES; BARBOSA, 2007) e à medida que as pesquisas no campo da IHC foram avançando, estabeleceram-se métodos e técnicas para mensurar a facilidade e a eficiência com as quais um usuário consegue utilizar um sistema.

De acordo com Nielsen (1993), a usabilidade não é uma propriedade única, possuindo vários componentes. Nesse sentido, Nielsen identificou cinco atributos, ou fatores, que normalmente estão associados a usabilidade de um sistema:

- ***Learnability*** (facilidade de aprendizado): o sistema deve ser fácil de aprender para que o usuário possa começar a trabalhar rapidamente com ele;
- ***Efficiency*** (Eficiência de uso): o sistema deve ser eficiente o suficiente para permitir que o usuário, tendo aprendido a interagir com ele, atinja altos níveis de produtividade na realização de suas tarefas. Em outras palavras, refere-se à precisão e rapidez com que o usuário executa uma determinada tarefa.

- **Memorability** (Facilidade de memorização): O sistema deve ser fácil de lembrar, para que o usuário casual possa retornar após algum tempo sem usá-lo e ainda assim ser capaz de realizar suas tarefas, sem ter que aprender tudo de novo;
- **Errors** (Baixa taxa de erros): o sistema deve apresentar uma baixa taxa de erros. Além disso, se o usuário cometer algum erro durante o uso, deve conseguir corrigi-los facilmente. Um erro pode ser definido como qualquer ação que não resulta no objetivo desejado, e a taxa de erro do sistema é medida pelo número vezes em que tais ações ocorrem durante a execução de alguma tarefa pelo usuário.
- **Satisfaction** (Satisfação): o sistema deve ser agradável de usar para que os usuários sintam-se satisfeitos. “Satisfação é o nível percebido de conforto e agradabilidade proporcionado ao usuário por meio do uso do software. Isso se reflete nas atitudes do usuário em relação ao software ” (HARRISON; FLOOD; DUCE, 2013).

Harrison; Flood e Duce (2013), a partir de estudos sobre usabilidade em aplicativos móveis, identificaram sete atributos que refletem a usabilidade de um aplicativo, acrescentando à lista inicialmente proposta por Nielsen mais 2 atributos de usabilidade, *effectiveness e cognitive load*, sendo:

- **Effectiveness** (Eficácia): referente a capacidade de um usuário concluir uma tarefa em um contexto especificado;
- **Cognitive load** (Esforço ou Carga cognitiva): referente a quantidade de processamento cognitivo exigida do usuário para que este consiga utilizar uma aplicação.

Segundo Preece, Rogers e Sharp (2005), uma outra maneira de conceitualizar a usabilidade se dá em termos de princípios de design. Esses princípios são generalizações destinadas a orientar o processo de design sobre diferentes aspectos. Os princípios de design são derivados de uma mistura de conhecimento teórico, experiência empírica e senso comum. Servem como um conjunto de itens que devem ser lembrados, “sugerindo aos designers o que utilizar e o que evitar na construção de uma interface” (PREECE, ROGERS e SHARP, 2005). Os princípios de design mais conhecidos são: visibilidade, *feedback*, restrições, mapeamento, consistência e *affordance*.

Com relação à **visibilidade**, quanto mais visíveis forem as funções do sistema, mais os usuários saberão como proceder diante das funcionalidades. Em contrapartida, quando as funções estão "fora de alcance", torna-se mais difícil para o usuário encontrá-las e saber como utilizá-las. O **feedback** se refere ao retorno de informações ao usuário como resultado das

ações realizadas por este, permitindo que a pessoa continue a interagir com o sistema. Vários tipos de Feedback podem sinalizar ao usuário o resultado da sua interação: áudio, tátil, verbal, visual, ou uma combinação destes. As **restrições** são formas de delimitar o tipo de ação que pode ocorrer em um dado momento. Ao restringir as opções de ação, evita-se que o usuário selecione uma opção incorreta, ou tenha dúvida sobre como proceder, minimizando a possibilidade de erros. O **mapeamento** indica o relacionamento correto entre os diferentes tipos de controle do sistema e as ações que eles executam. A **consistência** está relacionada aos padrões que ajudam o usuário a assimilar melhor a interface do sistema e suas funcionalidades, dessa forma, a interface consistente utiliza-se de elementos semelhantes para indicar a realização de tarefas similares. Por fim, *affordance*, se refere ao atributo de um objeto ou elemento que permite ao usuário compreender sua funcionalidade de forma intuitiva.

As recomendações de usabilidade ajudam a direcionar o processo de desenvolvimento de uma aplicação de software de modo a criar um produto que seja útil e fácil de usar. Existem diversos termos que são utilizados para descrever os diferentes aspectos da usabilidade de sistemas. Alguns autores falam sobre princípios de design para a usabilidade; outros, sobre heurísticas de usabilidade; outros, sobre regras de ouro. Um conjunto de recomendações de usabilidade que se tornou bastante conhecido foi proposto por Nielsen e colegas, e se constitui de 10 princípios fundamentais de usabilidade (heurísticas), que são amplamente utilizados até os dias atuais. De acordo com Preece, Rogers e Sharp (2005), o termo heurística refere-se a um conjunto de princípios de design e usabilidade aplicados de forma prática a um problema de design em particular. Devido à participação de Jakob Nielsen em todas as fases de concepção e refinamento das recomendações, esse conjunto de princípios ficou popularmente conhecido como “heurísticas de Nielsen” e são descritas a seguir:

1. **Visibilidade e status do sistema** – dentro de um tempo razoável, o sistema mantém o usuário sempre informado sobre o que está acontecendo no mesmo.
2. **Compatibilidade do sistema com o mundo real** – o sistema utiliza uma linguagem comum aos usuários, em vez de termos técnicos e específicos.
3. **Controle do usuário e liberdade** – oferece saída de emergência claramente identificada, permitindo que os usuários saiam facilmente de situações inesperadas.
4. **Consistência e padrões** – evitar que o usuário tenha que pensar se ações ou situações diferentes significam a mesma coisa.

5. **Ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros** – utiliza linguagem simples para apresentar os erros e mostra como contorná-los.
6. **Prevenção de erros** – prevenir, sempre que possível, a ocorrência de erros.
7. **Reconhecimento** – fazer com que os objetos, ações e opções presentes na interface estejam sempre visíveis.
8. **Flexibilidade e eficiência de uso** – fornece opções que otimizam a experiência de usuários mais experientes.
9. **Estética e design minimalista** – evita o uso de informações irrelevantes.
10. **Ajuda e documentação** – fornece informações que podem ser facilmente encontradas e orienta os usuários através de passos simples (OLIVEIRA; SAVOINE, 2011).

Com o objetivo de analisar a qualidade da interface como instrumento da interação usuário-computador, são conduzidas avaliações de usabilidade. Existem muitos métodos de inspeção e teste que possibilitam medir/avaliar a usabilidade de um sistema. Um desses métodos é a avaliação heurística, um método de inspeção que identifica problemas de usabilidade com base em princípios de usabilidade ou heurísticas de usabilidade (QUIÑONES; RUSU, 2017). A avaliação heurística é um dos métodos mais simples de avaliação (PREECE, ROGERS e SHARP, 2005, p.433), pode ser realizada em qualquer fase do ciclo de desenvolvimento de um software, sobretudo nos estágios iniciais de design e prototipagem, permitindo identificar potenciais problemas de usabilidade de forma intuitiva e a um baixo custo (NIELSEN; MOLICH, 1990).

Antes de qualquer projeto ou avaliação de usabilidade começar, é necessário entender o contexto de uso para o produto, ou seja, os objetivos da comunidade de usuários, o usuário principal, a tarefa e as características ambientais da situação em que será operado (MAGUIRE, 2001). Em concordância com esse argumento, Harrison; Flood e Duce (2013), destacam três fatores que podem afetar a usabilidade de uma aplicação: **Usuário, Contexto de uso e Tarefa**.

- **Usuário:** os usuários são parte essencial do projeto e suas características físicas, aspectos comportamentais e culturais influenciam a forma como estes utilizam uma aplicação. Há também que se considerar a experiência prévia do usuário com o sistema, uma vez que usuários mais experientes podem preferir uma interface mais direta, enquanto que usuários novatos tendem a preferir uma interface intuitiva e fácil

de navegar e que lhes permita descobrir o que precisam. Essa compensação deve ser considerada durante o design do aplicativo (HARRISON; FLOOD; DUCE, 2013).

- **Tarefa:** a tarefa refere-se ao objetivo que o usuário tenta alcançar ao utilizar uma aplicação. Durante o desenvolvimento de aplicativos, recursos adicionais podem ser adicionados para permitir que o usuário realize mais com o software. Essas funcionalidades extras podem afetar a usabilidade, pois esses recursos adicionais aumentam a complexidade do software e, portanto, o objetivo original do usuário pode se tornar difícil de alcançar (HARRISON; FLOOD; DUCE, 2013).
- **Contexto de uso:** o contexto refere-se ao ambiente em que o usuário utilizará a aplicação. O contexto não se refere apenas a um local físico, mas também inclui outras características, como a interação do usuário com outras pessoas ou objetos e também com outras tarefas que o usuário pode estar tentando realizar (HARRISON; FLOOD; DUCE, 2013).

O conceito de usabilidade é relevante para abordagens de design centrado no usuário, pois foca na relação entre o usuário (e suas competências e habilidades) e o produto (DESMET; HEKKERT, 2007). A utilização de métodos de inspeção da usabilidade, como por exemplo, a avaliação heurística, desde o início do projeto, ajuda a orientar o desenvolvimento da aplicação de software, verificando se os objetivos de usabilidade estão sendo atendidos, possibilitando a criação de produtos mais ajustados às necessidades e características dos usuários finais.

2.3 USABILIDADE PEDAGÓGICA

O termo “usabilidade pedagógica” é recente na literatura e trata dos aspectos pedagógicos relativos ao design ou utilização de material de aprendizagem digital. Surgiu a partir do argumento de que, no contexto da Educação a Distância (EaD), os critérios de usabilidade convencionais não são suficientes para atender aos requisitos de um sistema voltado para o ensino e aprendizagem, sendo necessários, então, critérios específicos, voltados para a usabilidade desses materiais (ÁVILA; MERINO; MERINO, 2017).

Naranjo et al., (2022) reforçam esse argumento, apontando que as metodologias atuais de desenvolvimento de aplicações educacionais não consideram os objetivos de aprendizagem dentro desse processo, o que pode levar à presença de erros de usabilidade no produto final e problemas de aprendizagem ao usuário. Também nesse sentido, Jahnke et al., (2021) afirmam que a usabilidade do sistema pode afetar a experiência do aluno e o desempenho do aprendizado online. No entanto, considerar apenas os aspectos da usabilidade com relação à tecnologia, pode não explicar todas as questões envolvidas na experiência do aluno, isto é, “as qualidades de usabilidade relacionadas à tecnologia não são suficientes para garantir que um curso online leve a uma experiência de aprendizagem positiva para os alunos” (JAHNKE et al., 2021).

De acordo com Ivanc; Vasiu e Onita (2012), a usabilidade pedagógica é a análise da forma como uma aplicação educativa (ferramentas, conteúdos, tarefas e interface) apoia os alunos no seu processo de aprendizagem em vários contextos e de acordo com os objetivos de aprendizagem. Esse tipo de abordagem é fundamental para a melhoria do uso dos sistemas digitais com objetivos educacionais e, de acordo com Nokelainen (2006), o diálogo entre o usuário e o sistema e os objetivos de aprendizagem definidos pelo aluno e pelo professor são aspectos característicos da usabilidade pedagógica.

Enquanto a usabilidade técnica se preocupa com aspectos da interface da aplicação de *software*, como por exemplo, eficácia e eficiência de uso, consistência e padrões da interface, etc, “ a usabilidade pedagógica está preocupada com o fato da aplicação, seu conteúdo e tarefas apoiarem os alunos na aprendizagem em um determinado contexto de acordo com objetivos pedagógicos selecionados” (ZURITA et al., 2019). A usabilidade pedagógica, portanto, está ligada a aspectos relativos à utilidade da aplicação, vinculando-se, às metas estabelecidas para a aprendizagem (MUNIZ; CALDAS; COELHO, 2016).

Considerando a utilidade como um fator crucial para o sucesso de qualquer produto, a usabilidade pedagógica constitui uma característica importante das aplicações de software com objetivos educacionais, “pois se relaciona com o valor agregado que os alunos percebem ao usá-los para aprender. Uma boa usabilidade pedagógica significa que um aplicativo tem mais chances de ser aceito e utilizado pelos alunos” (MUNIZ; CALDAS; COELHO, 2016).

A avaliação da usabilidade pedagógica deve ser sempre realizada em relação aos objetivos pedagógicos selecionados e ao valor acrescentado previsto (SILIUS; TERVAKARI E POHJOLAINEN, 2003). Preocupados em desenvolver critérios de avaliação da usabilidade específicos para sistemas com objetivos educacionais, alguns autores criam adaptações de princípios heurísticos pré-existentes para avaliação de interfaces, gerando novas diretrizes para a avaliação da usabilidade pedagógica em sistemas digitais. Um desses autores foi Nokelainen (2006), que identificou dez critérios para a avaliação da usabilidade pedagógica de materiais de aprendizagem digital, sendo estes: 1. Controle do aluno, 2. Atividade do aluno, 3. Aprendizagem cooperativa/colaborativa, 4. Orientação para o objetivo, 5. Aplicabilidade, 6. Valor agregado, 7. Motivação, 8. Valorização do conhecimento prévio, 9. Flexibilidade e 10. Feedback. São critérios abrangentes, que podem ser tomados como diretrizes para uma ampla gama de materiais educacionais. Transcendem as questões de interface e podem ser utilizados como requisitos para discutir funcionalidades, interfaces ou conteúdos apresentados (MUNIZ; CALDAS; COELHO, 2016).

Se por um lado a usabilidade convencional, aqui tratada como usabilidade técnica, privilegia as funcionalidades do sistema para uma boa experiência de uso, a usabilidade pedagógica, prioriza o desenvolvimento de sistemas e materiais centrados no aprendiz, de forma que uma aplicação digital de aprendizagem seja capaz de fornecer os recursos necessários para o atendimento tanto dos objetivos educacionais, quanto dos objetivos funcionais.

3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A primeira etapa do presente trabalho consistiu na realização de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), conforme definido na seção 1.4 - Metodologia da Pesquisa.

A revisão sistemática realizada teve como objetivo, analisar diferentes abordagens a respeito da “usabilidade pedagógica” e identificar diretrizes de usabilidade pedagógica que possam contribuir de forma significativa para experiências digitais de aprendizagem centradas no usuário-aprendiz.

De acordo com Sampaio e Mancini (2007), a revisão sistemática de literatura “é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema”. Além disso, caracteriza-se por adotar um processo replicável, científico e transparente, que visa minimizar o viés do pesquisador e identificar as principais contribuições científicas para um campo ou questão (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003). Originalmente utilizada como método de investigação em pesquisas da área médica, a RSL vêm sendo empregada em estudos de diversas outras áreas, incluindo economia, psicologia, ciências sociais e engenharia de software (FABBRI et al., 2013).

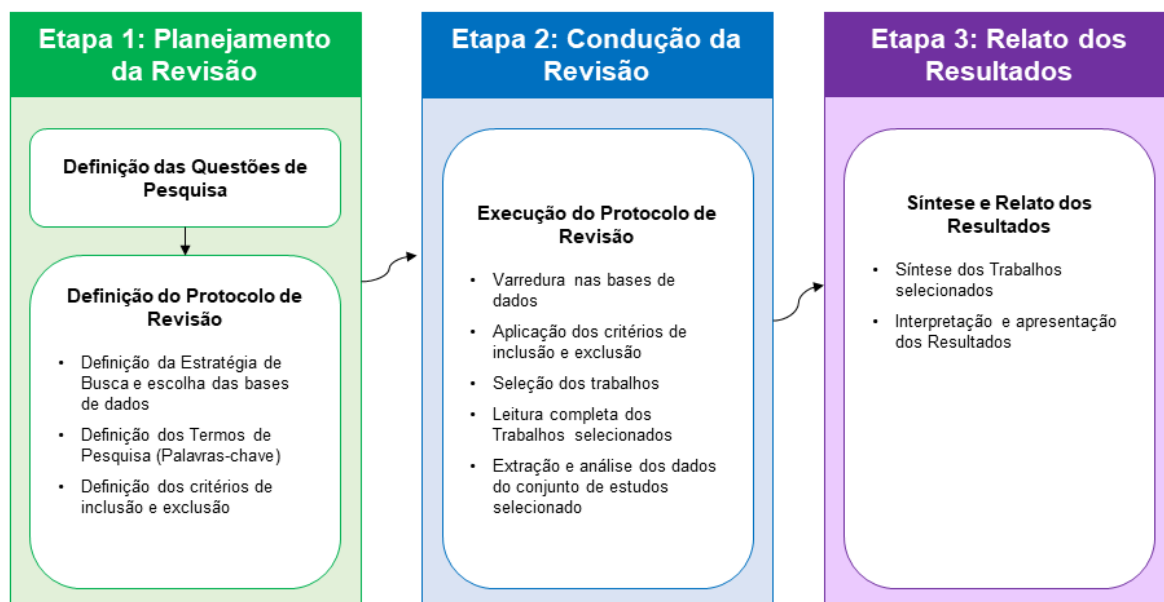
Para Petticrew e Roberts (2006) as revisões sistemática de literatura são um método de dar sentido a grandes corpos de informação, além de servirem para “mapear áreas de incerteza e identificar onde pouca ou nenhuma pesquisa relevante foi realizada” e “onde novos estudos são necessários” (PETTICREW; ROBERTS, 2006, p. 2).

A adoção da revisão sistemática da literatura como método de pesquisa para este trabalho justifica-se, pois, a RSL permite constituir arcabouço teórico sólido a respeito do conceito central da pesquisa - a usabilidade pedagógica, possibilitando fazer relações entre as diferentes abordagens e identificar tendências de pesquisa, além de contribuir para o mapeamento de princípios, atributos e heurísticas de usabilidade pedagógica, considerados relevantes para a criação, avaliação e melhoria de aplicações digitais utilizadas em contextos educacionais, estando assim, diretamente relacionada ao objetivo geral e aos objetivos específicos, da presente pesquisa.

A revisão sistemática adotada nesta pesquisa foi conduzida em três etapas, (1) planejamento, (2) condução da revisão e (3) relato dos resultados, baseadas na orientação elaborada por Kitchenham e Charters (2007), adaptadas ao contexto do presente trabalho.

As etapas e respectivos procedimentos estão representados na figura 8 e detalhados na sequência.

Figura 8 - Etapas da Revisão Sistemática



Fonte: Elaborado pela autora (2023). Adaptado de Kitchenham; Charters (2007).

3.1 PLANEJAMENTO DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Na etapa de planejamento, foram definidas as questões de pesquisa e o protocolo de revisão a ser adotado, ou seja, os procedimentos básicos da revisão, o que inclui a escolha das fontes de dados, termos de pesquisa (palavras-chave), estratégia de busca, critérios de inclusão e exclusão dos resultados.

3.1.1 Questão de Pesquisa

A revisão sistemática realizada neste trabalho teve por objetivo analisar diferentes abordagens a respeito da usabilidade pedagógica e identificar diretrizes de usabilidade pedagógica que possam contribuir de forma significativa para experiências digitais de aprendizagem centradas no usuário-aprendiz. Para atender aos objetivos da pesquisa, foi definida a seguinte questão de pesquisa para a etapa de revisão sistemática:

QP: Quais recomendações, técnicas e métodos existentes, que permitem definir diretrizes para avaliar a usabilidade pedagógica em aplicações e-learning e m-learning?

Para nortear o procedimento de análise dos trabalhos selecionados e auxiliar na categorização dos resultados, foi definido também um conjunto de informações a serem extraídas dos estudos, conforme apresentado no quadro 2:

Quadro 2 – Informações a serem extraídas dos estudos selecionados

Informação	Descrição
Ambiente de Execução	Ambiente de execução (e-learning ou m-learning) abordado no estudo e onde se aplicam as recomendações de usabilidade pedagógica apresentadas.
Referências	Referências adotadas pelo estudo para definir diretrizes e/ou avaliar a usabilidade pedagógica no respectivo ambiente de execução abordado pelo estudo.
Técnicas e/ou Recomendações	Técnicas e/ou recomendações específicas para avaliação da usabilidade pedagógica, eventualmente propostas/ou apresentadas pelo estudo.
Métricas, critérios e Metas de usabilidade	Métricas, critérios e metas de usabilidade pedagógica abordadas no estudo.

Fonte: elaborado pela autora (2023)

3.1.2 Protocolo de Revisão

O protocolo adotado por esta revisão sistemática de literatura contempla os procedimentos básicos da revisão, bem como a definição de informações norteadoras para a condução da pesquisa, a saber: *strings* de busca (palavras-chave), estratégia de busca e fontes de dados, critérios de inclusão e exclusão dos resultados.

Antes de se estabelecer o protocolo desta revisão sistemática, foi realizada uma breve pesquisa exploratória a respeito do conceito de usabilidade pedagógica, cujos resultados subsidiaram a escrita do item 2.3 do capítulo de fundamentação teórica. A análise exploratória se deu principalmente por meio da leitura de artigos de revisões sistemáticas anteriores (ÁVILA; MERINO; MERINO, 2017), (MUNIZ; CALDAS; COELHO, 2016), (SILVA; GOMES, 2016), que se mostraram relacionados ao presente trabalho. Assim, a análise exploratória anteriormente realizada também subsidiou a escolha das *strings* de busca (palavras-chave) desta revisão sistemática, bem como serviu de referência para a escolha das fontes de dados.

- **Strings de busca (palavras-chave):**

Antes da realização da busca definitiva foram testadas combinações de palavras-chave com base no tema e objetivo da pesquisa, visando verificar a pertinência dos termos. O objetivo deste teste é eliminar as palavras-chave não aderentes ao tema ou que representam muito pouco para a área de estudo (RUTHES; SILVA, 2015). Por fim, foi definido o conjunto de palavras-chave, conforme mostrado no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Palavras-chave definidas para busca nas bases de dados

Conceito Central	Contexto	Aplicação
<i>Pedagogical Usability</i>	<i>e-learning</i> <i>Eletronic Learning</i> <i>m-learning</i> <i>Mobile Learning</i> <i>d-learning</i> <i>Digital learning</i>	<i>Heuristic</i> <i>Guideline</i> <i>Evaluation</i> <i>Inspection</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

- **Estratégia de busca e fontes de dados:**

A estratégia de busca aqui definida consiste na busca automática em bases de dados científicas, por meio da utilização das *strings* de busca previamente definidas. Além disso, contempla a aplicação da técnica conhecida como *Snowballing*, para inclusão de trabalhos relevantes, com objetivo de fortalecer o *corpus* de análise. A técnica *snowballing* (WOHLIN, 2014), consiste em identificar nas citações, bem como na lista de referências dos artigos selecionados, trabalhos relevantes para a pesquisa e que não foram incluídos previamente pela busca automática.

As fontes de dados escolhidas para essa pesquisa foram as bases científicas internacionais *Scopus* e *Web of Science*. Estas bases foram selecionadas por apresentarem um banco de dados abrangente, agregando publicações científicas de diversos periódicos de relevância internacional e por possuírem uma ferramenta de busca bastante personalizável, de modo que a aplicação dos filtros pode ser realizada de maneira muito semelhante em ambas as bases.

O recorte temporal estabelecido para a seleção das publicações foi o período de 2015 a 2022, com intuito de abranger os 5 anos pré-pandemia.

- **Critérios de inclusão e exclusão**

Com o intuito de selecionar os trabalhos mais relevantes e aderentes aos objetivos da pesquisa, foram estabelecidos os critérios de inclusão e exclusão, conforme apresentados no quadro 4.

Quadro 4 – Critérios de Inclusão e Exclusão

Crítério	Descrição
CI1	Trabalhos que definem, discutem ou propõem diretrizes de usabilidade pedagógica para <i>e-learning</i> ou <i>m-learning</i>
CI2	Trabalhos que apresentam técnicas, métricas ou recomendações para nortear a avaliação da usabilidade pedagógica em ambiente <i>e-learning</i> ou <i>m-learning</i>
CI3	Trabalhos completos, publicados em periódicos científicos, revisados por pares.
CI4	Trabalhos publicados entre 2015 e 2022.
CE1	Trabalhos escritos em outros idiomas que não sejam Português, Inglês ou Espanhol.
CE2	Publicações que abordam usabilidade pedagógica, mas fora do contexto <i>e-learning</i> ou <i>m-learning</i> , ou que não contribuam para o estabelecimento de diretrizes de usabilidade pedagógica para esses ambientes.
CE3	Trabalhos não revisados por pares, ou que apresentam apenas resumos, ou trabalhos publicados em eventos
CE4	Trabalhos incompletos ou indisponíveis para leitura/download
CE5	Trabalhos fora do recorte temporal de 2015 a 2022
CE6	Trabalhos duplicados (mantem-se apenas 1 resultado)

Elaborado pela autora (2023)

Após estabelecidas as informações norteadoras, o protocolo de pesquisa foi definido, de modo que a revisão sistemática realizada neste trabalho seguiu rigorosamente os seguintes passos:

1. Varredura nas bases de dados, aplicando as *strings* de busca e filtros referentes ao período das publicações (2015 a 2022) e tipo de publicação (periódicos);
2. *Download* dos resultados em formato *.csv* ou *excel*, para análise manual, bem como importação dos resultados para o *software* Mendeley;

3. Leitura do Título, resumo e palavras-chave; e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Em caso de dúvida, o trabalho deve permanecer para a leitura completa;
4. Leitura completa dos artigos selecionados. Verificar se os trabalhos realmente atendem aos critérios de inclusão e exclusão e se respondem às questões de pesquisa. Em caso negativo, o trabalho deve ser excluído;
5. Após a obtenção do portfólio final de artigos, incluir trabalhos relevantes por meio da técnica *snowballing*;
6. Extrair os dados relevantes dos artigos selecionados, respondendo às questões de pesquisa;
7. Apresentar uma síntese dos dados obtidos

3.2 CONDUÇÃO DA REVISÃO

A condução da Revisão Sistemática foi realizada no período de outubro de 2022 a fevereiro de 2023 e consistiu na execução do protocolo de revisão. As buscas foram realizadas utilizando as palavras-chave em inglês, visto que é o idioma predominante nas bases de dados. As buscas retornaram um total de 73 referências, que foram tratadas de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

O Quadro 5 apresenta os resultados da etapa inicial de varredura nas bases de dados. Os dados foram tabulados de acordo com a combinação de palavras-chave e agrupados por base de dados, além disso, a tabela também apresenta o número total de artigos encontrados por combinação de palavras-chave, somando ambas as bases selecionadas.

Quadro 5 – Resultados das buscas por palavra-chave

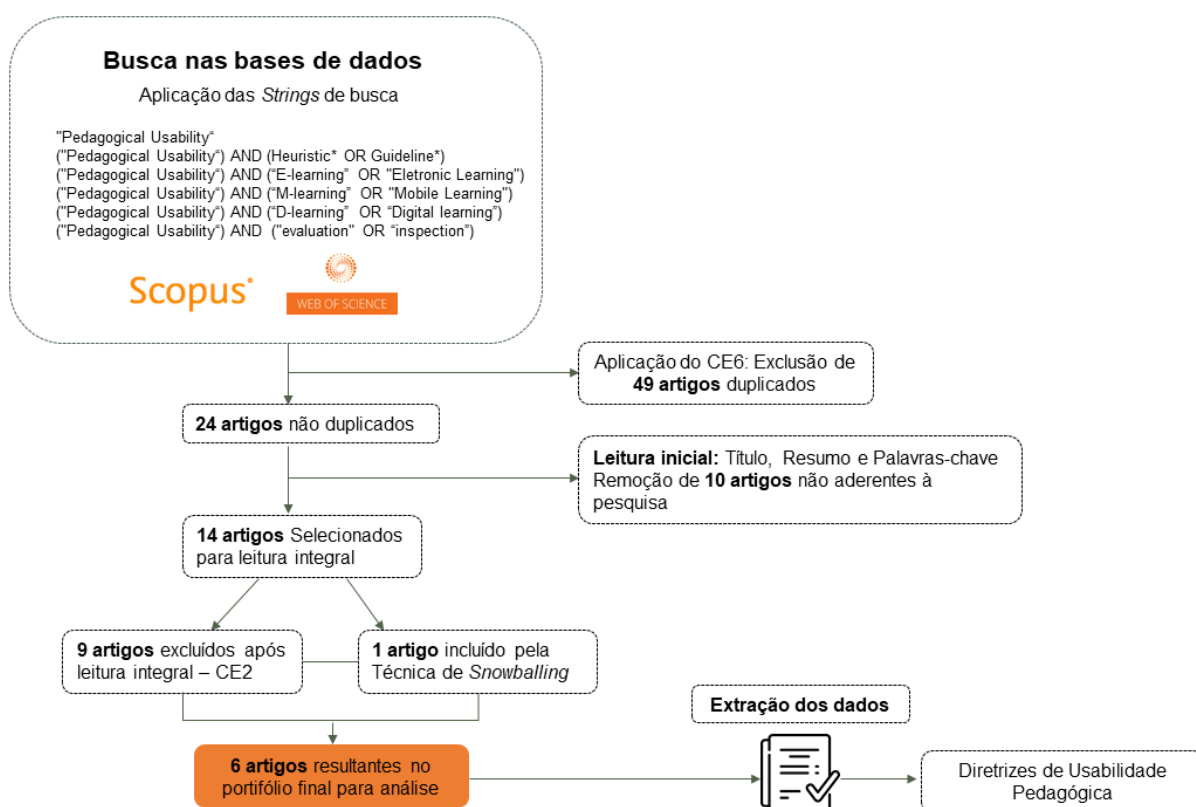
Conceito Central	Contexto e/ou aplicação		Bases		
			Scopus	Web Of Science	Total de Artigos
"Pedagogical Usability"			19	16	35
"Pedagogical Usability"	AND	(Heuristic* OR Guideline*)	4	4	8
"Pedagogical Usability"	AND	("e-learning" OR "Eletronic Learning")	4	1	5
		("m-learning" OR "Mobile Learning")	2	2	4
		("d-learning" OR "Digital learning")	0	1	1
"Pedagogical Usability"	AND	("evaluation" OR "inspection")	10	10	20
		TOTAL	39	34	73

Elaborado pela autora (2023)

O portfólio final de artigos para leitura foi selecionado a partir da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Primeiramente foram aplicados os critérios de exclusão CE6; CE5; CE4; CE3 e CE1, nesta ordem, pois permitiram a limpeza dos dados de forma mais produtiva. Com a leitura dos resumos, foram aplicados os critérios de inclusão CI1 a CI4 e também o critério de exclusão CE2. Dessa forma, restaram 14 trabalhos para a leitura integral, sendo 9 deles excluídos após a leitura por não atenderem aos critérios de seleção. Após a seleção dos artigos pela estratégia de busca automática, 1 artigo foi selecionado por meio da técnica *Snowballing*, totalizando 6 estudos para a etapa de extração de dados.

A figura 9 ilustra a aplicação do protocolo de revisão adotado por esta Revisão Sistemática da Literatura.

Figura 9: Aplicação do protocolo de Revisão



Fonte: elaborado pela autora (2023)

3.3 RESULTADOS

A partir da listagem dos trabalhos selecionados (Quadro 6), foi possível perceber que a maior parte das publicações se concentra no período pós-pandemia, o que sugere uma

tendência de aumento dos estudos envolvendo usabilidade pedagógica, a partir de 2020, ano em que houve intensa digitalização dos processos de aprendizagem.

Quadro 6 – Trabalhos Seleccionados

REF	Nome do Artigo	Autor (es)	Ano da Publicação	Método de inclusão
[T1]	Towards a Model for Evaluating the Usability of M-learning Systems: From a Mapping Study to an Approach.	(NAVARRO; MOLINA; REDONDO, 2015)	2015	Busca automática
[T2]	Framework to Evaluate M-Learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach.	(NAVARRO et al., 2016)	2016	Busca automática
[T3]	Advancing Sociotechnical-Pedagogical Heuristics for the Usability Evaluation of Online Courses for Adult Learners.	(JAHNKE et al., 2021)	2021	Busca automática
[T4]	Learn-CIAM: A Model-Driven Approach for the Development of Collaborative Learning Tools.	(ARROYO et al., 2021)	2021	Busca automática
[T5]	Socio-technical-pedagogical usability of online courses for older adult learners.	(PHAM; SINGH; JAHNKE, 2021)	2021	Busca automática
[T6]	An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students	(NOKELAINEN, 2006)	2006	snowballing

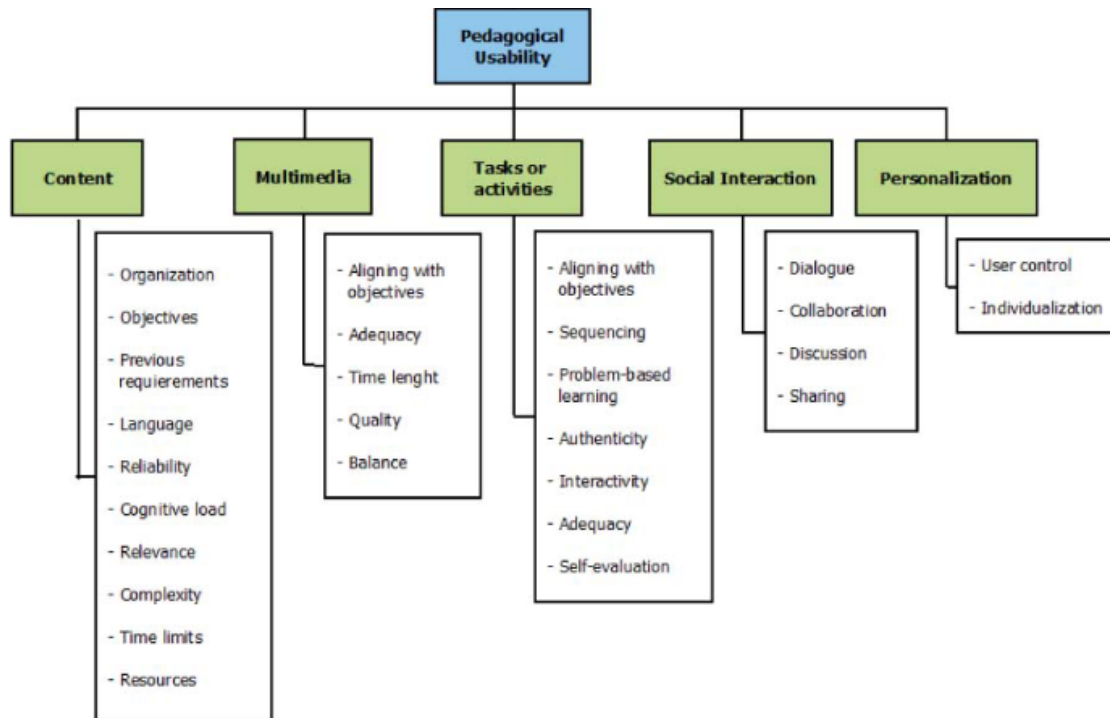
Elaborado pela autora (2023)

3.3.1 Análise dos trabalhos seleccionados

O trabalho [T1] *Towards a Model for Evaluating the Usability of M-learning Systems: From a Mapping Study to an Approach* (NAVARRO; MOLINA; REDONDO, 2015) e [T2] *Framework to Evaluate M-Learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach* (NAVARRO et al., 2016), compartilham o mesmo autor principal e abordam de maneira similar, os mesmos aspectos da usabilidade pedagógica. Em [T2] foi possível obter um maior nível de detalhamento nas informações, de forma que a extração dos dados foi feita majoritariamente com base nesse artigo.

[T1] e [T2] abordam usabilidade em ambiente o *M-learning*. NAVARRO et al., (2016) propõe a criação de um *framework* de avaliação para aplicativos *m-learning*, considerando a usabilidade pedagógica e a usabilidade da interface do usuário, a fim de melhorar a qualidade de uso e a experiência dos alunos nos ambientes móveis de aprendizagem. Este trabalho atendeu plenamente aos critérios de inclusão adotados por esta pesquisa apresentando 28 elementos de usabilidade pedagógica, categorizados e 5 dimensões para avaliação, conforme ilustra a figura 10:

Figura 10: *Framework* de NAVARRO et al., (2016)



Fonte: *Framework to Evaluate M-Learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach* (NAVARRO et al., 2016)

As dimensões, bem como os elementos de usabilidade pedagógica propostos por Navarro et al., (2016), são detalhados no quadro 7 a seguir:

Quadro 7 – Dimensões e critérios de Usabilidade Pedagógica (NAVARRO et al., 2016)

Dimensões da Usabilidade Pedagógica	Crítérios (EN)	Crítérios (Tradução PT)
1. Content (Conteúdo)	- Organization - Objectives - Previous Requirements - Language - Reliability - Cognitive load - Relevance - Complexity - Time Limits - Resources	- Organização - Objetivos - Requisitos Prévios - Linguagem - Confiabilidade - Carga cognitiva - Relevância - Complexidade - Limites de tempo - Recursos
2. Multimedia (Multimidia)	- Aligning With Objectives - Adequacy - Time Length - Quality - Balance	- Alinhamento com os objetivos - Adequação - Tempo de duração - Qualidade - Equilíbrio
3. Tasks or Activities (Tarefas ou Atividades)	- Aligning With Objectives - Sequencing - Problem-Based Learning - Authenticity - Interactivity - Adequacy	- Alinhamento com os objetivos - Sequenciamento - Aprendizagem Baseada em Problemas - Autenticidade - Interatividade - Adequação

	- Self-Evaluation	- Autoavaliação
4. Social Interaction (Interação Social)	- Dialogue - Collaboration - Discussion - Sharing	- Diálogo - Colaboração - Discussão - Compartilhamento
5. Personalization (Personalização)	- User Control - Individualization	- Controle do usuário - Individualização

Fonte: Elaborado pela autora. Adaptado de Navarro et al., (2016)

Cada critério também foi definido por Navarro et al., (2016), conforme a seguir:

Quadro 7.1 – Critérios de Usabilidade Pedagógica (NAVARRO et al., 2016)

Dimensão	Critério	Definição
Conteúdo	Organização	O conteúdo deve ser organizado em módulos gerenciáveis, ou outros tipos de unidades. O sequenciamento desses módulos é importante; os tópicos-chave devem ter prioridade.
	Objetivos	Os objetivos devem ser definidos no início da sequência didática, formulados em linguagem simples e precisa. O aluno deve ser capaz de compreender o que se espera que ele saiba após utilizar o aplicativo de aprendizagem, com o objetivo de aumentar o engajamento.
	Requisitos Prévios	Se necessário, o aplicativo m-learning deve informar o usuário sobre habilidades ou conhecimentos prévios necessários. Poderia fornecer links para materiais anteriores, a fim de permitir aos alunos a opção de retornar e revisar as informações anteriores.
	Linguagem	A linguagem deve ser simples, clara e adequada para o propósito e audiência.
	Confiabilidade	As informações devem estar corretas, atualizadas e livres de erros.
	Carga cognitiva	Os conteúdos devem ser divididos em blocos apropriados, para que os alunos possam processá-los sem muita carga cognitiva. A quantidade de novos conceitos-chave deve ser limitada a um ou dois, dependendo da complexidade.
	Relevância	Os materiais devem ser baseados nas características, interesses e motivações dos alunos e devem ser úteis para o seu futuro.
	Complexidade	Os materiais didáticos devem desafiar o aluno com um nível de dificuldade de acordo com seu conhecimento e nível acadêmico
	Limites de tempo	O aprendizado móvel deve apresentar uma sequência de momentos instrucionais curtos entre 30 segundos e 10 minutos
Multimídia	Recursos	A aplicação m-learning permite o acesso a um conjunto de recursos externos, adequados ao contexto de aprendizagem, incluindo links para a World Wide Web externa. Esses links devem ser mantidos atualizados e as informações devem ser adaptadas para dispositivos móveis
	Alinhamento com objetivos	Os conteúdos multimídia devem ter uma forte conexão com os objetivos. Animações, imagens e sons devem ajudar os alunos com seus objetivos de aprendizagem
	Adequação	Os materiais multimídia devem ser apresentados em um formato que facilite o aprendizado dos conceitos.
	Duração	A duração para animação multimídia, vídeo e som deverá ser entre 2 e 5 minutos.
	Qualidade	O recurso multimídia deve ter fidelidade de som, vídeo de qualidade, as imagens devem ser atraentes e o tamanho dos arquivos deve ser adequado ao dispositivo.
	Equilíbrio	Deve haver uma proporção adequada de objetos de mídia nas posições apropriadas no conteúdo. Os materiais devem representar múltiplas visões de conhecimento e tarefas.

Tarefas ou Atividades	Alinhamento com objetivos	Tarefas ou atividades devem ter uma forte conexão com os objetivos.
	Sequenciamento	As tarefas devem permitir que os alunos integrem novas informações com aprendizagem prévia para gerar conhecimento.
	Aprendizagem baseada em problemas	As tarefas devem exigir que os alunos comparem e classifiquem informações, façam deduções e promovam a criatividade.
	Autenticidade	A tarefa deve refletir a prática do mundo real, relevante para a prática profissional, gerando interesse e engajamento nos alunos. Elas devem apoiar a transferência de habilidades além do ambiente de aprendizagem e pensamento crítico.
	Interatividade	As tarefas devem envolver os alunos na resolução de problemas, que tirem proveito do design móvel de última geração (pesquisas de campo, tirar fotos, vídeos, realidade aumentada, QR codes).
	Adequação	As tarefas devem ser congruentes com o conteúdo e as capacidades do público-alvo.
	Autoavaliação	O software deve permitir oportunidades, sempre que apropriado, para autoavaliação que melhore o desempenho dos alunos.
Interação Social	Diálogo	A aplicação m-learning deve permitir que os alunos se comuniquem com os seus colegas ou professores (chat, quadro de avisos ou redes sociais).
	Colaboração	O ambiente de aprendizagem móvel deve permitir que os alunos façam trabalhos em grupo com seus colegas.
	Discussão	O ambiente de aprendizagem móvel deve oferecer oportunidades para apoiar a aprendizagem por meio de interação, discussão e outras atividades colaborativas. A discussão exige que os alunos participem postando sua compreensão, a fim de receber feedback e permitir que os alunos avaliem e aprendam com outros grupos ou alunos por meio de seus trabalhos e opiniões enviados.
	Partilha	A aplicação m-learning deverá permitir aos alunos a partilha de fotos, vídeos ou quaisquer outros documentos relacionados com o seu trabalho através de redes sociais como o Facebook ou o Twitter.
Personalização	Controle do usuário	Os alunos devem ter a liberdade de direcionar seu aprendizado, individual ou colaborativamente, e ter um senso de propriedade sobre ele. Eles também podem ter o controle da sequência que seguem, por meio de rotas opcionais para o seu progresso.
	Individualização	Os alunos podem personalizar seu aprendizado de acordo com suas estratégias pessoais de aprendizado (as informações podem ser revisadas em vídeos, texto ou arquivos de áudio).

Fonte: Elaborado pela autora. Adaptado de Navarro et al., (2016)

O trabalho [T3] *Advancing Sociotechnical-Pedagogical Heuristics for the Usability Evaluation of Online Courses for Adult Learners* (JAHNKE et al., 2021), discutem a avaliação heurística como um dos principais métodos para a inspeção de usabilidade em sistemas digitais, no entanto, argumentam que as heurísticas tradicionais podem não ser suficientes para avaliar a usabilidade de cursos online. O estudo cita como referência relevante o trabalho [T6] de Nokelainen (2006). O ambiente de execução abordado no trabalho é o *e-learning* e os autores propõem um conjunto de 14 heurísticas socio-técnico-pedagógicas, com o objetivo de apoiar avaliadores e designers instrucionais na descoberta dos problemas de usabilidade cruciais e contribuir para a melhoria da experiência

do aluno. O artigo apresenta uma síntese dessas heurísticas, porém os autores disponibilizam um *link* para o website do grupo de pesquisa (<https://sites.google.com/view/stp-heuristics/home>), onde é possível ter uma compreensão melhor do conjunto, pois os autores fazem uma correlação das heurísticas com outras recomendações de usabilidade apresentadas por diversos autores. A lista com as 14 heurísticas propostas por Jahnke et al., (2021) é apresentada no quadro a seguir:

Quadro 8 – Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (JAHNKE et al., 2021)

Heurística propostas por Jahnke et al., (2021)	Tradução
1. Social Presence	1. Presença social
2. (Group) Activities	2. Atividades de grupo
3. Easy to use	3. Fácil de usar
4. Page Layout	4. Layout da página
5. Ecosystem	5. Ecossistema
6. Navigation	6. Navegação
7. Functionality	7. Funcionalidade
8. Accessibility	8. Acessibilidade
9. Diverse Material / Material Quality	9. Materiais diversos / Qualidade do material
10. Material Organization/Material Delivery	10. Organização do Material/Entrega do Material
11. Assessment	11. Avaliação
12. Syllabus	12. Conteúdo programático
13. Teaching/learning Goals	13. Objetivos de ensino/aprendizagem
14. Guidance	14. Orientação

Fonte: Elaborado pela autora. Adaptado de Jahnke et al., (2021)

O Trabalho [T4] *Learn-CIAM: A Model-Driven Approach for the Development of Collaborative Learning Tools* (ARROYO et al., 2021), apresenta um framework para a geração semiautomática de ferramentas para apoiar tarefas de aprendizagem colaborativa. O trabalho foi incluído para esta análise, pois utiliza um conjunto de heurísticas de usabilidade pedagógica, que integra um instrumento de avaliação denominado CECAM (M-learning Applications Quality Evaluation Questionnaire). Tal conjunto de heurísticas foi utilizado para orientar o processo de design da ferramenta proposta no artigo [T4]. O instrumento CECAM foi testado e validado em um estudo prévio, publicado em 2018, pelos autores principais do artigo [T4] , por esse motivo, o conjunto de heurísticas citado no trabalho [T4] foi considerado nesta análise. As heurísticas citadas aplicam-se ao ambiente *m-learning* e são apresentadas no quadro a seguir:

Quadro 9 – Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (ARROYO et al., 2021)

Dimensões	Critérios	Tradução
Content (Conteúdo)	C1 The content is organized in modules or units C2 The learning objectives are defined at the beginning of a module or unit C3 The activities inform or warn that prior knowledge is required C4 The explanation of the concepts is produced in a clear and concise manner C5 The modules or units are organized by levels of difficulty C6 The activities incorporate links to external materials and resources	C1 O conteúdo está organizado em módulos ou unidades C2 Os objetivos de aprendizagem são definidos no início de um módulo ou unidade C3 As atividades informam ou alertam que é necessário conhecimento prévio C4 A explicação dos conceitos é produzida de forma clara e concisa C5 Os módulos ou unidades são organizados por níveis de dificuldade C6 As atividades incorporam links para materiais e recursos externos
Task and Activities (Tarefa e Atividades)	T1 The activities have been proposed for the purpose of determining the level of learning acquired (questions, exercises, problem solving, etc.) T2 The activities facilitate understanding of subject content T3 The activities help improve the students' skills T4 The activities help students to integrate new information with information studied previously T5 The activities reflect real practices of future professional life T6 The activities are consistent with students' abilities (neither too easy nor too difficult) T7 There are activities that serve to evaluate students (questionnaires, exams, presentations, etc.)	T1 As atividades foram propostas com o objetivo de determinar o nível de aprendizado adquirido (perguntas, exercícios, resolução de problemas, etc.) T2 As atividades facilitam a compreensão do conteúdo da disciplina T3 As atividades ajudam a melhorar as habilidades dos alunos T4 As atividades ajudam os alunos a integrar novas informações com informações estudadas anteriormente T5 As atividades refletem práticas reais da vida profissional futura T6 As atividades são consistentes com as habilidades dos alunos (nem muito fáceis nem muito difíceis) T7 Existem atividades que servem para avaliar os alunos (questionários, exames, apresentações, etc.)
Social Interaction (Interação social)	S1 The learning system allows the students to work collaboratively S2 The learning system allows you to communicate with other users (chat, e-mail, forum, etc.) S3 The learning system allows us to share information (photos, videos or documents related to the task) S4 The learning system motivates competitiveness among users (achievements, scores, etc.)	S1 O sistema de aprendizagem permite que os alunos trabalhem de forma colaborativa S2 O sistema de aprendizagem permite que você se comunique com outros usuários (chat, e-mail, fórum, etc.) S3 O sistema de aprendizagem nos permite compartilhar informações (fotos, vídeos ou documentos relacionados à tarefa) S4 O sistema de aprendizagem motiva a competitividade entre os usuários (conquistas, pontuações, etc.)
Personalization (Personalização)	P1 The students have freedom to direct their learning P2 The students have control over the content that they want to learn and the sequence that they want to follow P3 The activities represent multiple views of the content P4 The students can personalize their learning through material (videos, texts or audios) P5 The questionnaires and assessments can be customized to fit the student's profile	P1 Os alunos têm liberdade para direcionar seu aprendizado P2 Os alunos têm controle sobre o conteúdo que querem aprender e a sequência que querem seguir P3 As atividades representam múltiplas visualizações do conteúdo P4 Os alunos podem personalizar seu aprendizado por meio de materiais (vídeos, textos ou áudios) P5 Os questionários e avaliações podem ser personalizados de acordo com o perfil do aluno
Multimedia (Multimídia)	M1 The activities present elements that facilitate learning (animations, simulations, images, etc.) M2 The multimedia resources have been appropriately selected to facilitate learning M3 The multimedia resources have a duration of less than 7 min M4 The multimedia resources have good video, audio, and image quality M5 The multimedia resources can be downloaded M6 There is an adequate proportion of multimedia resources	M1 As atividades apresentam elementos que facilitam a aprendizagem (animações, simulações, imagens, etc.) M2 Os recursos multimídia foram devidamente selecionados para facilitar a aprendizagem M3 Os recursos multimídia têm uma duração inferior a 7 min M4 Os recursos multimídia possuem boa qualidade de vídeo, áudio e imagem M5 Os recursos multimídia podem ser baixados M6 Existe uma proporção adequada de recursos multimídia

Importante destacar que as dimensões adotadas por esse conjunto são as mesmas utilizadas por (NAVARRO et al., 2016).

O trabalho [T5] *Socio-technical-pedagogical usability of online courses for older adult learners* (PHAM; SINGH; JAHNKE, 2021), complementa o estudo realizado em [T3] e apresenta um conjunto de recomendações de design que consideram fatores de usabilidade pedagógica para promover uma experiência de aprendizagem positiva no *e-learning*, com foco em aprendizes adultos com mais de 55 anos. O conjunto de recomendações apresentadas por Pham; Singh e Jahnke (2021) é descrito no quadro a seguir:

Quadro 10 – Recomendações de Design para a Usabilidade Pedagógica (PHAM; SINGH; JAHNKE, 2021)

Design recommendations (Pedagogical Usability)	Tradução
Learning goals and objectives (Metas e objetivos de aprendizado)	- Well-worded goals for the entire course and weekly objectives (After course/module completion, the student is able to do...). - Weekly objectives aligned with weekly content and learning activities and assignments. - Easy to locate
Content organization (organização do conteúdo)	- Metas bem formuladas para todo o curso e objetivos semanais (Após a conclusão do curso/módulo, o aluno é capaz de fazer...). - Objetivos semanais alinhados com o conteúdo semanal e atividades e tarefas de aprendizado. - Fácil de localizar
Learning activities, and instructions (Atividades de aprendizado e instruções)	- Logical categorization of weekly content with an intuitive sequence. - Shortcuts to different categories of the course, such as grades, syllabus, assignments provided from the main navigation menu. - Consistency in content load. - Time flexibility to accommodate students completing their activities (especially when full-time employees). - Inclusion of interactive multimedia and visual information through voice, music, animation, real environment clips or images. - Provision of transcription for audio and video multimedia content for easy access to information. - Avoid multiple topics in a single week
Learning activities, and instructions (Atividades de aprendizado e instruções)	- Categorização lógica do conteúdo semanal com uma sequência intuitiva. - Atalhos para diferentes categorias do curso, como notas, programa de estudos, tarefas fornecidas no menu de navegação principal. - Consistência na carga de conteúdo. - Flexibilidade de horário para acomodar os alunos comprometidos com outras atividades (principalmente quando trabalhadores em tempo integral). - Inclusão de multimídia interativa e informações visuais por meio de voz, música, animação, clipes ou imagens de ambientes reais. - Fornecimento de transcrição de conteúdo multimídia de áudio e vídeo para facilitar o acesso à informação. - Evite vários tópicos em uma única semana

Process-based assessment (Avaliação baseada em processos)	- Increased visible interaction with students on discussion boards by acknowledging good replies and providing feedback to answers which can be improved. - Fostering of motivation by including assessments through personal one-to-one feedback. - Use of meaningful questions in quizzes related to goals and content. - Design assessment activities for higher order learning skills (e.g. analysis, application) in addition to lower order learning skills (e.g. recall and recognition) to challenge and engage different levels of learners	- Maior interação visível com os alunos em fóruns de discussão, reconhecendo boas respostas e fornecendo feedback para respostas que podem ser melhoradas. - Promoção da motivação, incluindo avaliações através de feedback pessoal um-para-um. - Uso de perguntas significativas em questionários relacionados a objetivos e conteúdo. - Projetar atividades de avaliação para habilidades de aprendizagem de ordem superior (por exemplo, análise, aplicação), além de habilidades de aprendizagem de ordem inferior (por exemplo, recordação e reconhecimento) para desafiar e envolver diferentes níveis de alunos
--	---	--

O trabalho [T6] *An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students* (NOKELAINEN, 2006), foi incluído por meio da técnica snowballing, uma vez que representa uma referência importante para este trabalho. O artigo aborda critérios de usabilidade pedagógica para avaliação do material didático digital, estando enquadrado no ambiente *e-learning*. Os critérios propostos por Nokelainen, (2006) são apresentados no quadro a seguir:

Quadro 11 – Critérios de Usabilidade Pedagógica (NOKELAINEN, 2006)

Critérios de Usabilidade Pedagógica de Nokelainen (2006)	Tradução
1. Learner control	1. Controle do aluno
2. Learner activity	2. Atividade do aluno
3. Cooperative/Collaborative learning	3. Aprendizagem cooperativa/colaborativa
4. Goal orientation	4. Orientação para o objetivo
5. Applicability	5. Aplicabilidade
6. Added value	6. Valor agregado
7. Motivation	7. Motivação
8. Valuation of previous knowledge	8. Valorização do conhecimento prévio
9. Flexibility	9. Flexibilidade
10. Feedback	10. Feedback

3.3.2 Resposta à questão de pesquisa

Com base nas informações extraídas dos artigos selecionados, foi possível responder à questão de pesquisa definidas no início da revisão sistemática:

Quais recomendações, técnicas e métodos existentes, que permitem definir diretrizes para avaliar a usabilidade pedagógica em aplicações e-learning e m-learning?

O quadro 12 sintetiza as recomendações, critérios e métricas para avaliar a usabilidade pedagógica em aplicações *e-learning* e *m-learning*, extraídas da literatura. Com relação às técnicas/métodos, com base nos trabalhos analisados, foi possível inferir que o método mais adequado para aplicação dessas diretrizes é a inspeção de usabilidade, podendo constituir-se de uma inspeção via *checklist* ou de uma avaliação heurística.

Quadro 12– Síntese das recomendações de Usabilidade Pedagógica encontradas na Literatura

Dimensões e critérios de Usabilidade Pedagógica (NAVARRO et al., 2016)		Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (ARROYO et al., 2021)		Recomendações de Design para a Usabilidade Pedagógica (PHAM; SINGH; JAHNKE, 2021)		Critérios de Usabilidade Pedagógica (NOKELAINEN, 2006)	Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (JAHNKE et al., 2021)
Dimensões da Usabilidade Pedagógica	Critérios	Dimensões	Critérios	Design recommendations (Pedagogical Usability)		Critérios de Usabilidade Pedagógica	Heurísticas de Usabilidade Pedagógica
1. Content (Conteúdo)	- Organization - Objectives - Previous Requirements - Language - Reliability - Cognitive load - Relevance - Complexity - Time Limits - Resources	Content (Conteúdo)	C1 The content is organized in modules or units C2 The learning objectives are defined at the beginning of a module or unit C3 The activities inform or warn that prior knowledge is required C4 The explanation of the concepts is produced in a clear and concise manner C5 The modules or units are organized by levels of difficulty C6 The activities incorporate links to external materials and resources	Learning goals and objectives (Metas e objetivos de aprendizado)	- Well-worded goals for the entire course and weekly objectives (After course/module completion, the student is able to do...). - Weekly objectives aligned with weekly content and learning activities and assignments. - Easy to locate	1. Learner control 2. Learner activity 3. Cooperative/Collaborative learning 4. Goal orientation 5. Applicability 6. Added value 7. Motivation 8. Valuation of previous knowledge 9. Flexibility 10. Feedback	1. Social Presence 2. (Group) Activities 3. Easy to use 4. Page Layout 5. Ecosystem 6. Navigation 7. Functionality 8. Accessibility 9. Diverse Material / Material Quality 10. Material Organization/Material Delivery 11. Assessment 12. Syllabus 13. Teaching/learning Goals 14. Guidance

Dimensões e critérios de Usabilidade Pedagógica (NAVARRO et al., 2016)		Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (ARROYO et al., 2021)		Recomendações de Design para a Usabilidade Pedagógica (PHAM; SINGH; JAHNKE, 2021)		Critérios de Usabilidade Pedagógica (NOKELAINEN, 2006)	Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (JAHNKE et al., 2021)
Dimensões da Usabilidade Pedagógica	Critérios	Dimensões	Critérios	Design recommendations (Pedagogical Usability)		Critérios de Usabilidade Pedagógica	Heurísticas de Usabilidade Pedagógica
2. Multimedia (Multimidia)	- Aligning With Objectives - Adequacy - Time Length - Quality - Balance	Task and Activities (Tarefa e Atividades)	T1 The activities have been proposed for the purpose of determining the level of learning acquired (questions, exercises, problem solving, etc.) T2 The activities facilitate understanding of subject content T3 The activities help improve the students' skills T4 The activities help students to integrate new information with information studied previously T5 The activities reflect real practices of future professional life T6 The activities are consistent with students' abilities (neither too easy nor too difficult) T7 There are activities that serve to evaluate students (questionnaires, exams, presentations, etc.)	Content organization (organização do conteúdo)	- Logical categorization of weekly content with an intuitive sequence. - Shortcuts to different categories of the course, such as grades, syllabus, assignments provided from the main navigation menu. - Consistency in content load. - Time flexibility to accommodate students completing their activities (especially when full-time employees). - Inclusion of interactive multimedia and visual information through voice, music, animation, real environment clips or images. - Provision of transcription for audio and video multimedia content for easy access to information. - Avoid multiple topics in a single week		

Dimensões e critérios de Usabilidade Pedagógica (NAVARRO et al., 2016)		Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (ARROYO et al., 2021)		Recomendações de Design para a Usabilidade Pedagógica (PHAM; SINGH; JAHNKE, 2021)		Critérios de Usabilidade Pedagógica (NOKELAINEN, 2006)	Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (JAHNKE et al., 2021)
Dimensões da Usabilidade Pedagógica	Critérios	Dimensões	Critérios	Design recommendations (Pedagogical Usability)		Critérios de Usabilidade Pedagógica	Heurísticas de Usabilidade Pedagógica
3. Tasks or Activities (Tarefas ou Atividades)	- Aligning With Objectives - Problem-Based Learning - Authenticity - Interactivity - Adequacy - Self-Evaluation	Social Interaction (Interação social)	S1 The learning system allows the students to work collaboratively S2 The learning system allows you to communicate with other users (chat, e-mail, forum, etc.) S3 The learning system allows us to share information (photos, videos or documents related to the task) S4 The learning system motivates competitiveness among users (achievements, scores, etc.)	Learning activities, and instructions (Atividades de aprendizado e instruções)	- Clear and detailed instructions on how to complete different activities, such as replying to discussion posts and use of quizzes. - Easy to locate and understand navigation guidelines (text-format). - Instructional tutorial on how to navigate through the structure. - Instructional tutorial on how to complete different activities. - Design for active learning (understanding, applying, creation). - Learning activities bridge classroom learning and real world; distance learners apply new knowledge where they live (the importance of place)		

Dimensões e critérios de Usabilidade Pedagógica (NAVARRO et al., 2016)		Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (ARROYO et al., 2021)		Recomendações de Design para a Usabilidade Pedagógica (PHAM; SINGH; JAHNKE, 2021)		Critérios de Usabilidade Pedagógica (NOKELAINEN, 2006)	Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (JAHNKE et al., 2021)
Dimensões da Usabilidade Pedagógica	Critérios	Dimensões	Critérios	Design recommendations (Pedagogical Usability)		Critérios de Usabilidade Pedagógica	Heurísticas de Usabilidade Pedagógica
4. Social Interaction (Interação Social)	- Dialogue - Collaboration - Discussion - Sharing	Personalization (Personalização)	P1 The students have freedom to direct their learning P2 The students have control over the content that they want to learn and the sequence that they want to follow P3 The activities represent multiple views of the content P4 The students can personalize their learning through material (videos, texts or audios) P5 The questionnaires and assessments can be customized to fit the student's profile	Process-based assessment (Avaliação baseada em processos)	- Increased visible interaction with students on discussion boards by acknowledging goodreplies and providing feedback to answers which can be improved. - Fostering of motivation by including assessments through personal one-to-one feedback. - Use of meaningful questions in quizzes related to goals and content. - Design assessment activities for higher order learning skills (e.g. analysis, application) in addition to lower order learning skills (e.g. recall and recognition) to challenge and engagedifferent levels of learners		

Dimensões e critérios de Usabilidade Pedagógica (NAVARRO et al., 2016)		Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (ARROYO et al., 2021)		Recomendações de Design para a Usabilidade Pedagógica (PHAM; SINGH; JAHNKE, 2021)		Critérios de Usabilidade Pedagógica (NOKELAINEN, 2006)	Heurísticas de Usabilidade Pedagógica (JAHNKE et al., 2021)
Dimensões da Usabilidade Pedagógica	Critérios	Dimensões	Critérios	Design recommendations (Pedagogical Usability)		Critérios de Usabilidade Pedagógica	Heurísticas de Usabilidade Pedagógica
5. Personalization (Personalização)	- User Control - Individualization	Multimedia (Multimídia)	M1 The activities present elements that facilitate learning (animations, simulations, images, etc.) M2 The multimedia resources have been appropriately selected to facilitate learning M3 The multimedia resources have a duration of less than 7 min M4 The multimedia resources have good video, audio, and image quality M5 The multimedia resources can be downloaded M6 There is an adequate proportion of multimedia resources				

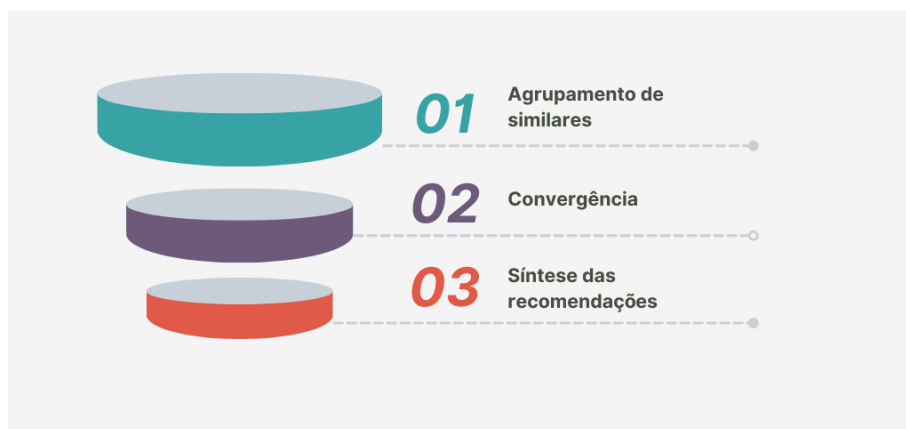
4 CONJUNTO DE DIRETRIZES DE USABILIDADE PEDAGÓGICA

Um dos objetivos do presente trabalho foi definir um conjunto geral de diretrizes de usabilidade pedagógica, que possam ser aplicadas nos diferentes ambientes de aprendizagem digital (*e-learning* e *m-learning*). Para tanto, foi realizado um mapeamento das recomendações de usabilidade pedagógica existentes, apresentadas em cada estudo selecionado na etapa de revisão sistemática da literatura. No total, foram identificados 5 conjuntos de diretrizes (Quadro 12), contemplando recomendações gerais de design, aspectos da usabilidade pedagógica (dimensões), heurísticas e critérios para avaliação da usabilidade pedagógica.

O processo de análise para a proposição de um conjunto unificado de diretrizes de usabilidade pedagógica (figura 11) foi constituído de 3 etapas, detalhadas a seguir:

1. **Agrupamento de similares:** consistiu em uma interpretação indutiva, a partir de padrões encontrados nos dados, com o objetivo de agrupar as recomendações de usabilidade pedagógica de acordo com sua finalidade e objetivo, observando as definições dadas pelos autores em seus respectivos trabalhos;
2. **Convergência:** consistiu na redução de elementos semelhantes, dentro de um mesmo grupo, a um único elemento que contempla características gerais dos itens, com base na convergência das definições encontradas na literatura.
3. **Síntese das recomendações:** consistiu na apresentação de um conjunto sintético de diretrizes mínimas de usabilidade pedagógica, aplicáveis ao contexto da aprendizagem digital.

Figura 11: Processo de obtenção das diretrizes de usabilidade



Fonte: elaborado pela autora (2023)

4.1.1 ETAPA 1 - Agrupamento de Similares

Primeiramente as recomendações e/ou critérios de usabilidade pedagógica, foram agrupados de acordo com as dimensões propostas por NAVARRO et al., (2016) e ARROYO et al., (2021). Como as dimensões apareceram em 2 trabalhos diferentes, considerou-se pertinente utiliza-las como ponto de partida. Para se referir a esse grupo inicial de dimensões, adotou-se a codificação (D₀). As recomendações e/ou critérios que não se enquadraram em uma dessas dimensões foram alocadas, a princípio, em dimensões novas. Na sequência, os 95 critérios/recomendações identificados passaram por um processo de análise e entendimento, baseados na consulta às definições e comentários dos autores, apresentadas no estudo original. Quando um enquadramento em D₀ foi possível, as recomendações foram alocadas na dimensão adequada, do contrário, constituíram-se em novas dimensões. A figura 12 ilustra o resultado do processo de agrupamento de similares.

Figura 12: Processo de obtenção das diretrizes de usabilidade

			(NAVARRO et al., 2016)	(ARROYO et al., 2021)	(PHAM, SINCH, JAHNKE, 2021)	(NOKELAINEN, 2006)	(JAHNKE et al., 2021)
Tasks or Activities (Tarefas ou Atividades)	Comentário/Definição	EQUIVALÊNCIA	M-learning	E-learning			
C#43 - Aligning With Objectives	Tarefas ou atividades devem ter uma forte conexão com os objetivos.		X				
C#44 - Sequencing	As tarefas devem permitir que os alunos integrem novas informações com aprendizagem prévia para gerar conhecimento.		X				
C#45 - Problem-Based Learning	As tarefas devem exigir que os alunos comparem e classifiquem informações, façam deduções e promovam a criatividade.		X				
C#46 - Authenticity	A tarefa deve refletir a prática do mundo real, relevante para a prática profissional, gerando interesse e engajamento nos alunos. Elas devem apoiar a transferência de habilidades além do ambiente de aprendizagem e pensamento crítico.		X				
C#47 - Interactivity	As tarefas devem envolver os alunos na resolução de problemas, que tirem proveito do design móvel de última geração (pesquisas de campo, tirar fotos, vídeos, realidade aumentada, QR codes).		X				
C#48 - Adequacy	As tarefas devem ser congruentes com o conteúdo e as capacidades do público-alvo.		X				
C#49 Self-Evaluation	O software deve permitir oportunidades, sempre que apropriado, para autoavaliação que melhore o desempenho dos alunos.		X				
C#50 T1 The activities have been proposed for the purpose of determining the level of learning acquired (questions, exercises, problem solving, etc.)	T1 As atividades foram propostas com o objetivo de determinar o nível de aprendizado adquirido (perguntas, exercícios, resolução de problemas, etc.)			X			
C#51 T2 The activities facilitate understanding of subject content	T2 As atividades facilitam a compreensão do conteúdo da disciplina			X			
C#52 T3 The activities help improve the students' skills	T3 As atividades ajudam a melhorar as habilidades dos alunos			X			
C#53 T4 The activities help students to integrate new information with information studied previously	T4 As atividades ajudam os alunos a integrar novas informações com informações estudadas anteriormente			X			
C#54 T5 The activities reflect real practices of future professional life	T5 As atividades refletem práticas reais da vida profissional futura			X			
C#55 T6 The activities are consistent with students' abilities (neither too easy nor too difficult)	T6 As atividades são consistentes com as habilidades dos alunos (nem muito fáceis nem muito difíceis)			X			

Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.1.2 ETAPA 2 - Convergência

Nesta etapa os critérios/recomendações já agrupados em suas respectivas dimensões foram numerados em sequência. Em seguida os itens foram comparados entre si, recebendo a numeração do seu equivalente, quando aplicável. Após o processo comparativo, os elementos semelhantes, dentro de um mesmo grupo, foram reduzidos a um único elemento que contemplava características gerais dos itens equivalentes.

Além das características gerais dos elementos, foi considerado também o seu ambiente de execução (*e-learning* ou *m-learning*), de acordo com a natureza do trabalho originário. Dessa forma, o objetivo foi priorizar critérios e recomendações de usabilidade pedagógica aplicáveis aos 2 ambientes.

Por fim, alguns critérios tiveram a sua nomenclatura ajustada ou modificada, como uma consequência do processo de convergência entre os itens.

4.1.2 ETAPA 3 - Síntese das recomendações

Ao término da etapa de convergência, foram identificadas 6 dimensões e 27 critérios que podem afetar a qualidade da experiência de uso em aplicações de aprendizado digital. A cada um dos critérios identificados foram relacionados atributos, também identificados a partir da convergência das informações extraídas da RSL.

Dessa forma, foi possível construir um quadro síntese (Quadro 13), que representa um conjunto geral de diretrizes de usabilidade pedagógica, que tem por objetivo contribuir tanto para a aprendizagem, quanto para uma boa experiência de uso em aplicações voltadas à aprendizagem digital.

Quadro 13 - Diretrizes de Usabilidade Pedagógica

Dimensão	Critério	Atributos
Metas e objetivos de aprendizado	Objetivos de Aprendizagem	- Informa metas de aprendizagem esperadas - sequência didática definida - caminho para progressão estruturado (previamente) - caminho para progressão personalizável (pelo aluno) - Metas de progressão parcial
	Relevância e adição de valor	- aprendizado útil para a vida profissional e/ou cotidiana - habilidades conectadas com o mundo real
	Motivação	- incentivos - auto-regulação - expectativas individuais - atribuições de sucesso e fracasso - objetivos de desempenho ou aprendizado
Conteúdo	Organização	- sequenciamento lógico e intuitivo - divisão em módulos ou unidades menores - evitar muitos conteúdos por módulo/unidade
	Requisitos de conhecimento anterior e valorização do conhecimento prévio	- informes e alertas sobre a necessidade de conhecimentos prévios - Links / atalhos para materiais anteriores/suporte - Rotas de aprendizagem alternativas a depender do conhecimento anterior do aluno - Estímulo à reflexão e ao relacionamento com conhecimentos prévios
	Orientação e <i>Onboarding</i> * * Onboarding: processo de familiarizar os usuários, proporcionando uma experiência intuitiva e orientada, que os guia desde o primeiro acesso até a plena compreensão e uso das funcionalidades oferecidas.	- integração guiada à plataforma ("<i>Onboarding</i>")* - navegação simples e intuitiva - informações sobre os primeiros passos na tela inicial ou menu principal - Atalhos para informações importantes (notas, programa de estudos, tarefas, etc)
	Linguagem	- Linguagem simples, clara e adequada ao propósito e audiência
	Recursos externos/adicionais	- Recursos e links para complementar a aprendizagem - Oferecer múltiplos pontos de vista sobre o mesmo assunto
	Diversidade e Qualidade do material	- Recursos de aprendizagem diversificados - Evitar muitos materiais semelhantes (por exemplo, muitos vídeos e nenhum outro tipo de materiais) - Evitar conteúdo repetitivo - Informações corretas, atualizadas e livres de erros
	<i>Cognitive load</i> (Carga Cognitiva)	- Conteúdo dividido em blocos para permitir o processamento das informações sem muito esforço - Consistência na carga de conteúdo. - Limitar a quantidade de novos conceitos-chave a um ou dois, dependendo da complexidade. - Evitar vários tópicos em uma semana
	Complexidade	- módulos organizados por nível de dificuldade - o material deve desafiar o aluno com um nível de dificuldade de acordo com seu conhecimento
Multimídia	Equilíbrio	- Proporção adequada de objetos de mídia nas posições apropriadas dentro do conteúdo - Diversidade de recursos

Dimensão	Critério	Atributos
	Diversificação	- Formato que facilita o aprendizado dos conceitos (animações, simulações, imagens, etc.) - Diversidade de recursos de mídia
	Tempo de duração	- Recursos de mídia de curta duração (entre 2 e 5 minutos)
	Qualidade de mídia e recursos de acessibilidade	- Fidelidade de som - vídeo de qualidade - imagens atraentes (se possível do mundo real) - Tamanho dos arquivos adequado ao dispositivo. - Texto Alternativo (alt text): Descrição textual fornecida para imagens - Legendas - Contraste e Tamanho de Fonte Ajustáveis - Compatibilidade com Leitores de Tela: Garantir que o conteúdo seja estruturado corretamente e possa ser lido corretamente por leitores de tela
	Disponibilidade <i>offline</i>	- Possibilitar o download dos recursos multimídia
	Recuperação da informação	- Fornecimento de transcrição de conteúdo multimídia de áudio e vídeo para facilitar o acesso à informação.
Tarefas e Atividades Avaliativas	Adequação e Sequenciamento	- Atividade disponível na sequência adequada para integrar novas informações com informações estudadas anteriormente - Tarefas congruentes com o conteúdo - atividades consistentes com as habilidades dos alunos (nem muito fáceis nem muito difíceis)
	Compatibilidade com o mundo real	- reflete a prática do mundo real - relevante para a prática profissional - apoia a transferência de habilidades além do ambiente de aprendizagem
	Avaliação	- Possibilidade de autoavaliação - Variedade de atividades avaliativas (questionários, exames, apresentações, etc.) - Avaliação personalizada de acordo com o perfil do aluno
Interação Social	Diálogo e Interação	- Possibilidade de comunicação entre os usuários (chat, e-mail, fórum, etc.)
	Colaboração	- estímulo ao trabalho colaborativo - estímulo ao senso de comunidade - estímulo à competitividade (conquistas, pontuações, etc.)
	Compartilhamento	- Possibilidade de compartilhar informações (fotos, vídeos ou documentos relacionados à tarefa)
	<i>Feedback e feedforward</i>	- Feedback imediato e Feedback um pra um em atividades (relacionado ao desempenho) - feedforward: o que pode ser feito de maneira diferente?
Personalização	Controle do aprendiz	- liberdade do aluno para direcionar seu aprendizado - controle sobre o conteúdo e a sequência a ser seguida
	Individualização	- Recursos diversificados (vídeos, texto ou arquivos de áudio) para aprendizagem personalizada
	Flexibilidade	- liberdade de navegação através do material de aprendizado

Fonte: elaborado pela autora (2023)

4.2 Aplicação do conjunto de diretrizes

As atividades relacionadas à avaliação da usabilidade visam identificar problemas de usabilidade e contribuir para a solução dos mesmos. Idealmente, a avaliação da usabilidade faz parte do processo de construção do produto, devendo ser feita durante todo o ciclo de projeto.

“A Avaliação não deve ser vista como uma fase única dentro do processo de design e muito menos uma atividade a ser feita somente no final do processo e “se der tempo”. Idealmente, a avaliação deve ocorrer durante todo o ciclo de vida do design e seus resultados utilizados para a melhoria gradativa da interface” (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003 *apud* VERAS et al., 2020).

A verificação da existência de problemas de usabilidade ocorre a partir de três tipos de técnicas: (1) Técnicas preditivas ou diagnósticas, (2) técnicas prospectivas e (3) técnicas objetivas ou empíricas. Geralmente, nos estágios iniciais ou intermediários do projeto de software recorre-se ao uso de técnicas preditivas, pois não necessitam do envolvimento direto do usuário e são de baixo custo (SABADIN, 2016).

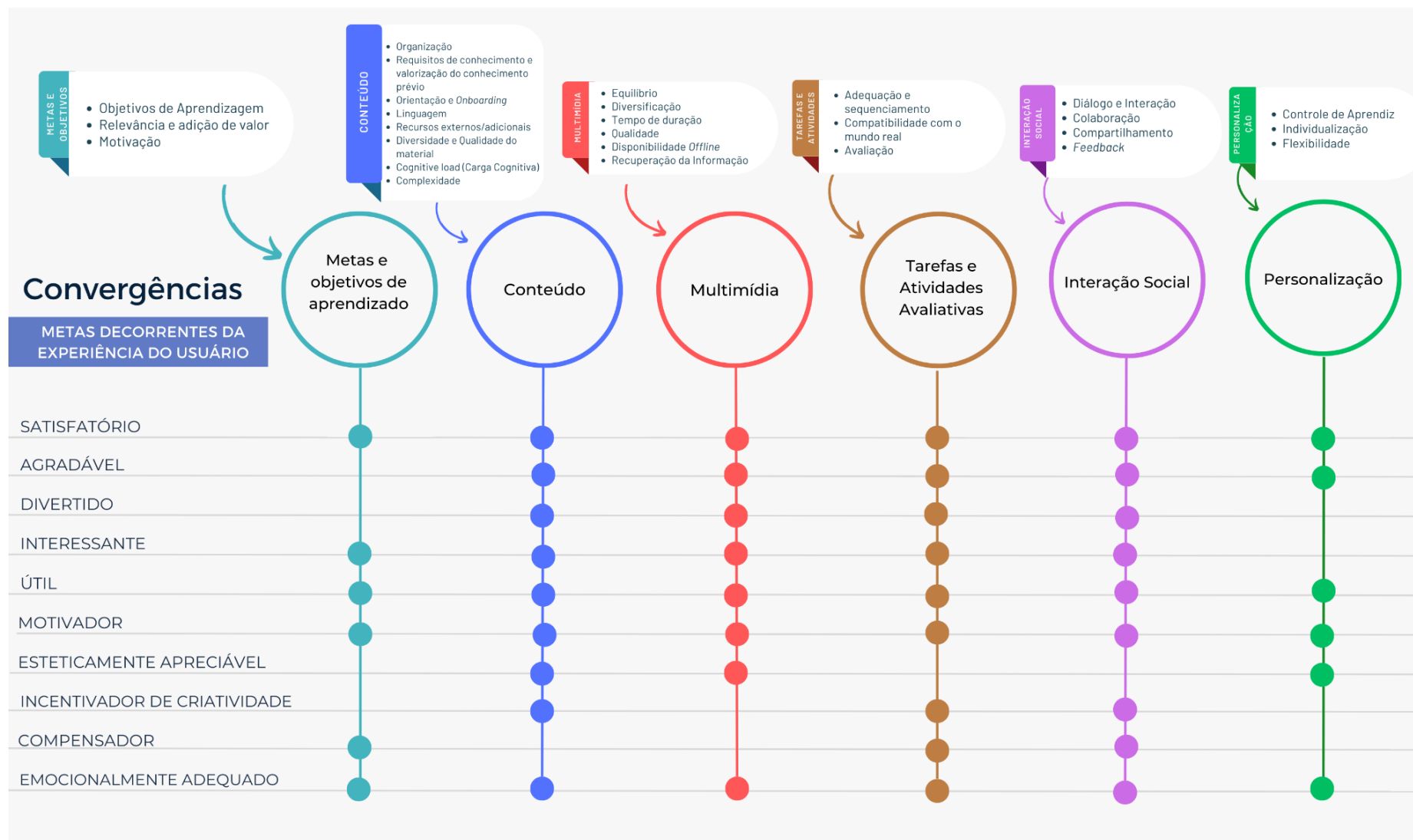
O Conjunto de diretrizes identificado neste trabalho, tem por objetivo servir como ferramenta de apoio ao diagnóstico de problemas de usabilidade pedagógica em aplicações educacionais. A partir desse conjunto, é possível, por exemplo, construir *checklists* de inspeção de usabilidade para projetos de tais aplicações. Por meio das listas de verificação (*checklists*), profissionais não necessariamente especialistas em usabilidade ou ergonomia, como programadores e analistas, por exemplo, conseguem diagnosticar problemas de usabilidade e evitar a ocorrência destes na versão final do produto.

Contudo, deve-se observar, que nem todos os critérios de usabilidade podem ser atendidos ao mesmo tempo. O ideal, portanto, é se atentar aos diferentes aspectos que afetam a experiência de uso da aplicação e buscar combinações diferentes desses critérios, levando-se em conta a necessidade dos usuários. Uma das maneiras de se fazer isso é por meio da identificação de convergências entre os critérios de usabilidade pedagógica e metas decorrentes da experiência do usuário.

Metas decorrentes da experiência do usuário são indicadores subjetivos, representados por valores qualitativos, relacionados à satisfação alcançada/desejada durante a utilização de um produto. De acordo com Preece; Rogers e Sharp (2005), alguns indicadores permitem avaliar a qualidade de um sistema em termos da experiência do usuário, são eles: *satisfatório, agradável, divertido, interessante, útil, motivador, esteticamente apreciável, incentivador de criatividade, compensador, emocionalmente adequado*.

Nesse sentido, o conjunto de diretrizes oferecido por essa pesquisa pode ser convertido em um *framework* (figura 13), que facilita a comparação das convergências entre diretrizes de usabilidade pedagógica e as metas de experiência do usuário atendidas, servindo para orientar a escolha dos critérios de forma balanceada.

Figura 13: Convergência das diretrizes de usabilidade pedagógica e metas de experiência do usuário



Elaborado pela autora (2023) [clique aqui](#) para ver em tamanho ampliado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além da finalidade técnica, o conjunto de diretrizes ora apresentado tem uma finalidade indireta que é a de apoio à tomada de decisão no processo de criação de objetos educacionais para os ambientes *e-learning* e *m-learning*. Nesse sentido, as diretrizes de usabilidade pedagógica podem servir como guia para a observação de aspectos que impactam a experiência de aprendizagem no ambiente digital. Essa finalidade indireta foi identificada ao longo da pesquisa e sugere ser um tema para estudos futuros.

Ainda com relação às perspectivas futuras, o conjunto de diretrizes abordado nessa pesquisa carece de validação empírica, por exemplo, a partir da geração de um *checklist* de inspeção de usabilidade pedagógica e avaliação de diferentes aplicações educacionais. Por motivos de tempo essa validação não ocorreu durante a realização deste trabalho de mestrado, mas pode ser realizado em pesquisas futuras.

5.1 CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou a composição de um conjunto de diretrizes de usabilidade pedagógica, que podem contribuir de forma significativa para experiências digitais de aprendizagem centradas no usuário. Com relação à questão central da pesquisa, o conjunto de diretrizes identificadas a partir da revisão sistemática de literatura, permite que se elaborem listas de verificação (*checklists*), para inspeção da usabilidade pedagógica em fases iniciais do projeto de aplicações educacionais, constituindo-se, portanto, em uma ferramenta de apoio para o processo de design dessas aplicações. Neste sentido, considera-se que a questão principal da pesquisa foi respondida por meio dos 27 critérios e respectivos atributos de usabilidade pedagógica coletados durante a pesquisa. O *framework* apresentado, por sua vez, orienta para uma possível aplicação do conjunto de diretrizes de usabilidade pedagógica obtido nesta pesquisa. Seu objetivo é facilitar decisões de design, tornando mais simples a incorporação das recomendações ao projeto de aplicações voltadas à aprendizagem digital.

Com relação ao valor da pesquisa, identifica-se potencial impacto em três principais vertentes: científica, econômica e social. No aspecto científico, contribui para a ampliação do conhecimento relacionado ao tema, haja vista que trata-se de um tópico emergente, existindo ainda poucos trabalhos relacionados. No viés econômico, sabe-se que a experiência do usuário é um fator determinante para o sucesso de um produto. Nesse sentido, a pesquisa oferece subsídio para a criação de softwares e aplicativos educacionais que proporcionem boa

experiência de uso e estejam conectados aos objetivos do usuário, favorecendo, dessa forma, a aceitação desses produtos no mercado. Assim, os resultados dessa pesquisa têm uma implicação mercadológica, destinada às edTechs, empresas que desenvolvem soluções tecnológicas para a oferta de serviços relacionados à educação, sendo este um dos ramos que mais crescem no Brasil e no mundo³.

Por fim, na dimensão social, vislumbra-se um potencial impacto na área da educação, no sentido de elevar a qualidade das aplicações digitais com finalidade educacional, contribuindo para melhores resultados de aprendizagem nesses ambientes.

³ <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2022/12/26/the-future-of-edtech/?sh=3612f3ce6c2f>

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9241-210**: Ergonomia da interação humano-sistema Parte 210: Projeto centrado no ser humano para sistemas interativos. 2011. Disponível em: <https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/4330158/mod_resource/content/4/ABNT_NBR_ISO_9241-210_2011.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2023.

ARROYO, Yoel; MOLINA, Ana I.; REDONDO, Miguel A.; GALLARDO, Jesus. Learn-CIAM: A Model-Driven Approach for the Development of Collaborative Learning Tools. **Applied Sciences (Switzerland)**, [S. l.], v. 11, n. 6, 2021. DOI: 10.3390/app11062554. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85102917065&doi=10.3390%2Fapp11062554&partnerID=40&md5=4404981a54942ab448423cd6f49ce623>.

ÁVILA, J.; MERINO, E. A. D.; MERINO, G. S. A. D. Usabilidade pedagógica : Uma revisão sistemática da produção bibliográfica Pedagogical usability : A systematic review of bibliographic production. **HFD**, v **Giselle Schmidt Alves Díaz Merino V.6, n.12, p. 124-143, ago/dez 2017 124**, [S. l.], p. 124–143, 2017. Disponível em: https://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/download/2316796306122017124/7287/36934%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/317098507_USABILIDADE_TECNICA_E_USABILIDADE_PEDAGOGICA_EM_MOBILE_LEARNING_UM_ESTUDO_DE_REVISAO_SISTEMATICA.

BHABAL, Jyoti. E-Learning in LIS Education: Case Study of SHPT School of Library Science. **International CALIBER**, [S. l.], p. 631–638, 2008. Disponível em: <http://www.ncsi.iisc.ernet.in/ncsi/services/>.

BLEZU, C.; POPA, E. M. E-Learning and its Prospects in Education. **Proceedings of the 12th Wseas International Conference on Computers , Pts 1-3**, [S. l.], n. December, p. 297–302, 2008.

BÖRNERT-RINGLEB, Moritz; CASALE, Gino; HILLENBRAND, Clemens. What predicts teachers' use of digital learning in Germany? Examining the obstacles and conditions of digital learning in special education. **European Journal of Special Needs Education**, [S. l.], v. 36, n. 1, p. 80–97, 2021. DOI: 10.1080/08856257.2021.1872847. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08856257.2021.1872847>.

BOTELLA, Federico; GALLUD, Jose A.; TESOREIRO, Ricardo. Using interaction patterns in heuristic evaluation. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, [S. l.], v. 6769 LNCS, n. PART 1, p. 23–32, 2011. DOI: 10.1007/978-3-642-21675-6_3.

BOUCHRIKA, Imed. What Is eLearning? Types, Advantages, and Drawbacks. **Research.com**, 2020. Disponível em: <<https://research.com/education/what-is-elearning>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

BROWN, Tom H. Towards a model for m-learning in Africa. **International Journal on E-Learning**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 299–315, 2005. Disponível em: <http://www.editlib.org/p/5082/>.

CLARK, Ruth. Six Principles of Effective e-Learning: What Works and Why. **e-Magazine**, [S. l.], v. 2, p. 1–10, 2002. Disponível em: <<https://www.learningguild.com/pdf/2/091002des-h.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

DESMET, Pieter; HEKKERT, Paul. Framework of product experience. **International Journal of Design**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 57–66, 2007.

FABBRI, Sandra Camargo Pinto Ferraz; FELIZARDO, Katia Romero; FERRARI, Fabiano Cutigi; HERNANDES, Elis Cristina Montoro; OCTAVIANO, Fábio Roberto; NAKAGAWA, Elisa Yumi; MALDONADO, José Carlos. Externalising tacit knowledge of the systematic review process. **IET Software**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 298–307, 2013. DOI: 10.1049/iet-sen.2013.0029.

FILATRO, Andrea; Cavalcanti, Carolina; Azevedo, Delmir; Nogueira, Oswaldo. **DI 4.0, Inovação na Educação Corporativa**. São Paulo: Saraiva, 2019.

GEÓRGIA. The Governor's Office of Student Achievement. **What is Digital Learning?** [2018?] Disponível em: <<https://gosa.georgia.gov/about-us/what-digital-learning>>. Acesso em: 26 fev. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57–63, 1995

GOMES, Maria Joao. Na senda da inovação tecnológica na EAD. **Revista portuguesa de pedagogia**, [S. l.], v. 42, n. 2, p. 181–202, 2008.

GOULD, John D.; LEWIS, Clayton. Designing for usability: key principles and what designers think. **Communications of the ACM**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 300–311, 1985. DOI: 10.1145/3166.3170. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3166.3170>.

GRILO, André. **Experiência do usuário em interfaces digitais: compreendendo o design nas tecnologias da informação**. Natal: SEDIS-UFRN, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/27011>.

HARRISON, Rachel; FLOOD, Derek; DUCE, David. Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. **Journal of Interaction Science**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1, 2013. DOI: 10.1186/2194-0827-1-1.

HASSAN, Hala Magdy; GALAL-EDEEN, Galal Hassan. From usability to user experience. **ICIIBMS 2017 - 2nd International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences**, [S. l.], v. 2018- Janua, p. 216–222, 2018. DOI: 10.1109/ICIIBMS.2017.8279761.

HOPPE, H. U.; JOINER, Richard; MILRAD, M.; SHARPLES, M. Guest editorial: Wireless and Mobile Technologies in Education. **Journal of Computer Assisted Learning**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 255–259, 2003. DOI: 10.1046/j.0266-4909.2003.00027.x.

HYMAN, Jack A.; MOSER, Mary T.; SEGALA, Laura N. Electronic reading and digital library technologies: Understanding learner expectation and usage intent for mobile learning.

Educational Technology Research and Development, [S. l.], v. 62, n. 1, p. 35–52, 2014. DOI: 10.1007/s11423-013-9330-5.

IVANC, Daniel; VASIU, Radu; ONITA, Mihai. Usability Evaluation of a LMS Mobile Web Interface BT - Information and Software Technologies. **Information and Software Technologies**, [S. l.], v. 319, n. Chapter 29, p. 348–361, 2012. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-33308-8_29. DOI: 10.1007/978-3-642-33308-8_29.

JAHNKE, I.; RIEDEL, N.; SINGH, K.; MOORE, J. Advancing sociotechnical-pedagogical heuristics for the usability evaluation of online courses for adult learners. **Online Learning Journal**, [S. l.], v. 25, n. 4, p. 337–360, 2021. a. DOI: 10.24059/olj.v25i4.2439. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85120789806&doi=10.24059%2Folj.v25i4.2439&partnerID=40&md5=ddb983aa5662a0acb62b69a12d87f3c5>.

JAHNKE, Isa; RIEDEL, Nathan; SINGH, Kanupriya; MOORE, Joi. Advancing Sociotechnical-Pedagogical Heuristics for the Usability Evaluation of Online Courses for Adult Learners. **Online Learning Journal**, [S. l.], v. 25, n. 4, p. 337–360, 2021. DOI: 10.24059/olj.v25i4.2439. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85120789806&doi=10.24059%2Folj.v25i4.2439&partnerID=40&md5=ddb983aa5662a0acb62b69a12d87f3c5>.

KEINONEN, Turkka. User-centered design and fundamental need. **ACM International Conference Proceeding Series**, [S. l.], v. 358, p. 211–220, 2008. DOI: 10.1145/1463160.1463183. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1463160.1463183>.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. 2007.

KUMAR BASAK, Sujit; WOTTO, Marguerite; BÉLANGER, Paul. E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. **E-Learning and Digital Media**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 191–216, 2018. DOI: 10.1177/2042753018785180.

LOWDERMILK, T. **Design Centrado no Usuário: um guia para o desenvolvimento de aplicativos amigáveis**. São Paulo: Novatec Editora, 2013.

MAGUIRE, Martin. Methods to support human-centred design. **International Journal of Human Computer Studies**, [S. l.], v. 55, n. 4, p. 587–634, 2001. DOI: 10.1006/ijhc.2001.0503.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração análise e interpretação de dados**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 282 p.

MOORE, Michael G.; KEARSLEY, Greg. **Educação a distância: uma visão integrada**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007.

MUNIZ, Maria Isabella de Porto Alegre; CALDAS, Luiz Carlos Agner; COELHO, Luiz Antonio Luzio. Usabilidade pedagógica e design de interação na educação a distância: breve revisão conceitual. **Boletim Técnico do Senac**, [S. l.], v. 42, n. 3, p. 6–27, 2016. Disponível em: <http://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/368/359>.

NARANJO, Amparo de las Mercedes Meythaler; MERA, Carlos Augusto Rubio; VEGA, Vicente Alexander Guevara; VERGARA, Fanny Rosario Villagrán; VILLAGRÁN, Francisco José Rubio. Marco de Trabajo para el Desarrollo de Aplicaciones móviles Educativas de Pronunciación Enfocado en Usabilidad. **RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao**, [S. l.], n. 52, p. 221–236, 2022. Disponível em:

<https://www.proquest.com/openview/21f67d3ec1f4a627384a78d266839a13/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>.

NAVARRO, C. X.; MOLINA, A. I.; REDONDO, M. A. Towards a Model for Evaluating the Usability of M-learning Systems: From a Mapping Study to an Approach. **IEEE Latin America Transactions**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 552–559, 2015. DOI:

10.1109/TLA.2015.7055578. Disponível em:

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84925004669&doi=10.1109%2FTLA.2015.7055578&partnerID=40&md5=14337feb16d90f3bb573fcc8bb10926d>.

NAVARRO, C. X.; MOLINA, A. I.; REDONDO, M. A.; JUÁREZ-RAMÍREZ, R. Framework to Evaluate M-Learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach. **Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 33–40, 2016. DOI: 10.1109/RITA.2016.2518459. Disponível em:

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84979021829&doi=10.1109%2FRITA.2016.2518459&partnerID=40&md5=25b86e7a4462d9c42fae8c6c8a59c0ad>.

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84979021829&doi=10.1109%2FRITA.2016.2518459&partnerID=40&md5=25b86e7a4462d9c42fae8c6c8a59c0ad>.

NIELSEN, Jakob. **Usability Engineering**. Cambridge, MA: Academic Press, Inc., 1993.

NIELSEN, Jakob; LORANGER, Hoa. **Usabilidade na Web: Projetando Websites com Qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

NIELSEN, Jakob; MOLICH, Rolf. Heuristic evaluation of user interfaces. **Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings**, [S. l.], n. April, p. 249–256, 1990. DOI: 10.1145/97243.97281.

NOKELAINEN, Petri. An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. **Educational Technology and Society**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 178–197, 2006.

NOKELAINEN, Petri. An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. **Educational Technology and Society**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 178–197, 2006.

NORMAN, D.; NIELSEN, J. **The Definition of User Experience**, nngroup, [Online] [1998?]. Disponível em: <http://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>. Acesso em 5 de Maio de 2022.

OLIVEIRA, Hudson Silva; SAVOINE, Márcia Maria. Aplicação Do Método De Avaliação Heurística No Sistema Colaborativo Heds. **Revista Científica do ITPAC**, [S. l.], v. 4, n. 3, 2011. Disponível em: <http://www.itpac.br/arquivos/Revista/43/1.pdf>.

PETERS, Dorian. **Interface Design for learning Design Strategies for Learning Experiences**. San Francisco: New Riders, 2014.

PETTICREW, Mark; ROBERTS, Helen. **Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1002/9780470754887.

PHAM, Minh; SINGH, Kanupriya; JAHNKE, Isa. Socio-technical-pedagogical usability of online courses for older adult learners. **Interactive Learning Environments**, [S. l.], p. 1–17, 2021. DOI: 10.1080/10494820.2021.1912784. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10494820.2021.1912784>.

PRATES, Raquel Oliveira; BARBOSA, Simone Diniz Junqueira. Introdução à Teoria e Prática da Interação Humano Computador fundamentada na Engenharia Semiótica. In: **Jornadas de Atualização em Informática, JAI 2007**. [s.l: s.n.]. p. 263–326.

PRATIWI, Widya Rizky. The Practice of Digital Learning (D-Learning) in the Study from Home (SFH) Policy: Teachers' Perceptions. **Journal of Southwest Jiaotong University**, [S. l.], v. 55, n. 4, p. 1–42, 2020. DOI: 10.35741/issn.0258-2724.55.4.17. Disponível em: <http://jsju.org/index.php/journal/article/view/662>.

PREECE, J. J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

QUINONES, Daniela; RUSU, Cristian. How to develop usability heuristics: A systematic literature review. **Computer Standards and Interfaces**, [S. l.], v. 53, p. 89–122, 2017. DOI: 10.1016/j.csi.2017.03.009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csi.2017.03.009>.

RICE, Scott; MCKENDREE, Jean. e-Learning. In: **Understanding Medical Education**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2013. p. 161–173. DOI: 10.1002/9781118472361.ch12. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118472361.ch12>.

ROTO, V. LAW, E. VERMEEREN, A. HOONHOUT, J. **User Experience White Paper: Bringing clarity to the concept of user experience**. 2011. Disponível em: <<http://www.allaboutux.org/files/UX-WhitePaper.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

RUTHES, Sidarta; SILVA, Christian Luiz da. O uso de estudos prospectivos na análise de políticas públicas: uma análise bibliométrica. In: Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão da Tecnologia, 2015, Porto Alegre. **Anais[...]**. Porto Alegre: Altec, 2015. p. 1 - 19

SABADIN, Neli Miglioli. **Interação humano-computador**. 1. ed. Indaial: UNIASSELVI, 2016.

SACCOL, Amarolinda I. C. Z.; BARBOSA, Jorge; SCHLEMMER, Eliane; REINHARD, Nicolau; SARMENTO, Carolina. M-Learning ou Aprendizagem Com Mobilidade: Um estudo exploratório sobre sua utilização no Brasil. **XXXI EnAnPad**, [S. l.], n. 2000, p. 16, 2007. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/ADI-B706.pdf>.

SAMPAIO, RF; MANCINI, MC. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 83–89, 2007. DOI: 10.1590/S1413-35552007000100013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552007000100013&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.

SCHMIDT, Matthew et al. Learning experience design of an mHealth self-management intervention for adolescents with type 1 diabetes. **Educational Technology Research and Development**, [S. l.], v. 70, n. 6, p. 2171–2209, 2022. DOI: 10.1007/s11423-022-10160-6. Disponível em:

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85140133870&doi=10.1007%2Fs11423-022-10160-6&partnerID=40&md5=73230b0507db6793f597f8c1b0361f5a>.

SILIUS, Kirsi; TERVAKARI, A. M.; POHJOLAINEN, S. A multidisciplinary tool for the evaluation of usability, pedagogical usability, accessibility and informational quality of web-based courses. **The Eleventh International PEG Conference: Powerful ICT for Teaching and Learning**, [S. l.], v. 28, n. October 2015, p. 1–10, 2003. Disponível em: http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/TIES462/Materiaalit/Silius_ym.pdf.

SILVA, Viviane Gomes Da; GOMES, Maria João. Usabilidade técnica e usabilidade pedagógica em mobile learning: um estudo de revisão sistemática. **IV Congresso Internacional das TIC na Educação**, [S. l.], n. May 2017, p. 1817-, 2016. Disponível em: <http://ticeduca2016.ie.ulisboa.pt/>.

SOUZA, Caroline Battistello Cavalheiro De; SAVI, Rafael. Design centrado no usuário e o projeto de soluções educacionais. **Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial - ISSN - 1983-1838**, [S. l.], p. 33–52, 2015. DOI: 10.18624/e-tech.v1i1.615.

TAVANGARIAN, Djamshid; LEYPOLD, Markus E.; NÖLTING, Kristin; RÖSER, Marc; VOIGT, Denny. Is e-Learning the Solution for Individual Learning ? **Electronic Journal of E-learning**, [S. l.], v. 2, p. 273–280, 2004. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.116.8017&rep=rep1&type=pdf>.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 207–222, 2003. DOI: 10.1111/1467-8551.00375.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2020) **What price will education pay for COVID-19?** Disponível em: <https://www.iiep.unesco.org/en/what-price-will-education-pay-covid-19-13366>. Acesso em: 29 dez. 2022.

VAICONDAM, Yamunah; SIKANDAR, Huma; IRUM, Sobia; KHAN, Nohman; QURESHI, Muhammad Imran. Research Landscape of Digital Learning Over the Past 20 Years: A Bibliometric and Visualisation Analysis. **International journal of online and biomedical engineering**, [S. l.], v. 18, n. 8, p. 4–22, 2022. DOI: 10.3991/ijoe.v18i08.31963.

VERAS, Williany Thalita A.; NOGUEIRA, José Elvis S. S.; SILVA, João Emerson N.; D'EMERY, Richarlyson A. Desenvolvimento e Avaliação da Usabilidade em Aplicativo Desktop para o Ensino da Programação Orientada a Objetos. [S. l.], p. 178–187, 2020. DOI: 10.5753/ctrl.2020.11395.

WANG, Minhong; RAN, Weijia; LIAO, Jian; YANG, Stephen J. H. A performance-oriented approach to e-learning in the workplace. **Educational technology & society**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 167–179, 2010.

WEST, Mark; VOSLOO, Steven. **Diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel**. [s.l.] : UNESCO, 2014. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227770>. Acesso em: 21 ago. 2022.

WOHLIN, Claes. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. **ACM International Conference Proceeding Series**, [S. l.], 2014. DOI: 10.1145/2601248.2601268.

ZURITA, Gustavo; BALOIAN, Nelson; PEÑAFIEL, Sergio; JEREZ, Oscar. Applying Pedagogical Usability for Designing a Mobile Learning Application that Support Reading Comprehension. *In*: 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON UBIQUITOUS COMPUTING AND AMBIENT INTELLIGENCE UCAMI 2019 2019, Basel Switzerland. **Anais [...]**. Basel Switzerland: MDPI, 2019. p. 6. DOI: 10.3390/proceedings2019031006. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2504-3900/31/1/6>.