



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE ARTES – CEART
DEPARTAMENTO DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESIGN – PPGDESIGN

KAROLINA NUNES TOLENTINO COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE HEURÍSTICAS DE USABILIDADE SEGMENTADAS
POR FAIXAS ETÁRIAS PARA A AVALIAÇÃO DE INTERFACES DIGITAIS EM
PLATAFORMAS MÓVEIS DE EDUCAÇÃO**

FLORIANÓPOLIS, SC
2025

KAROLINA NUNES TOLENTINO COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE HEURÍSTICAS DE USABILIDADE SEGMENTADAS
POR FAIXAS ETÁRIAS PARA A AVALIAÇÃO DE INTERFACES DIGITAIS EM
PLATAFORMAS MÓVEIS DE EDUCAÇÃO**

Tese apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de doutora em Design pelo
Programa de Pós-Graduação em Design do
Centro de Artes – Ceart, da Universidade do
Estado de Santa Catarina – Udesc.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Anthero Nunes
Vianna dos Santos.

**FLORIANÓPOLIS
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Universitária Udesc,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Costa, Karolina Nunes Tolentino

Desenvolvimento de heurísticas de usabilidade segmentadas por faixas etárias para a avaliação de interfaces digitais em plataformas móveis de educação / Karolina Nunes Tolentino Costa. -- 2025. 266 p.

Orientador: Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos

Coorientador: Elton Moura Nickel

Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Artes, Design e Moda, Programa de Pós-Graduação em Design, Florianópolis, 2025.

1. Heurísticas de usabilidade. 2. Aprendizagem móvel. 3. Ergonomia cognitiva. 4. Design de interfaces. I. Santos, Flávio Anthero Nunes Vianna dos. II. Nickel, Elton Moura. III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Artes, Design e Moda, Programa de Pós-Graduação em Design. IV. Título.

KAROLINA NUNES TOLENTINO COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE HEURÍSTICAS DE USABILIDADE SEGMENTADAS
POR FAIXAS ETÁRIAS PARA A AVALIAÇÃO DE INTERFACES DIGITAIS EM
PLATAFORMAS MÓVEIS DE EDUCAÇÃO**

Tese apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de doutora em Design pelo
Programa de Pós-Graduação em Design do
Centro de Artes – Ceart, da Universidade do
Estado de Santa Catarina – Udesc.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Anthero Nunes
Vianna dos Santos.

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membros:

Professor Dr. Elton Moura Nickel

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Professor Dr. Milton José Cinelli

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Professora Dra. Carla Arcoverde de Aguiar Neves

Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

Professor Dr. Paulo Cesar Machado Ferroli

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Florianópolis, 06 de janeiro de 2025.

Dedico este trabalho ao meu querido filho, Caio Tolentino Veiga, cuja chegada à minha vida coincidiu com o desenvolvimento desta pesquisa. Sua presença iluminou a minha trajetória científica, oferecendo a força necessária para perseverar. Em cada passo que dei, trouxe um sorriso ao meu rosto, renovando o ânimo e a coragem para seguir adiante.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar a oportunidade de chegar até aqui, honrando meus sonhos e permitindo-me cumprir meus objetivos com perseverança e otimismo.

À minha querida família, especialmente ao meu esposo, Hallan, e aos meus pais, Helainne e Nivaldo, por suas inúmeras renúncias e pelo incansável apoio em diversos aspectos, que foram fundamentais para a realização desta conquista.

Ao Programa de Pós-Graduação em Design da UDESC, que me acolheu desde os tempos do mestrado, cultivando em mim um profundo sentimento de admiração pelo Programa, pelo campo científico e pela nossa instituição de ensino, a UDESC, que estimo com grande respeito.

Aos professores do corpo docente do curso de Design da UDESC, pela honra de conhecê-los, pela riqueza de conhecimentos adquiridos e pela inspiração que me proporcionaram em diversas esferas, tanto pessoais quanto profissionais.

Ao meu orientador, Professor Dr. Flávio dos Santos, pela confiança depositada em meu trabalho durante nossas parcerias de pesquisa, pelo acompanhamento constante em minha trajetória desde o mestrado e pela leveza com que me guiou como pesquisadora nesse processo acadêmico, sempre se mostrando acessível, amigo, empático e disposto a ajudar.

Aos meus colegas da Pós-Graduação, pelas valiosas trocas de experiências, pelas colaborações em pesquisas e pelo suporte nos momentos desafiadores.

Aos membros da banca examinadora, por aceitarem o convite para avaliar meu trabalho, dedicando tempo e empenho à leitura e compreensão da minha pesquisa.

Por fim, agradeço às agências de fomento CAPES/PROMOP, pelo apoio financeiro que me permitiu conduzir a pesquisa com dedicação e direcionamento.

*"Design dá ao mundo algo que ele não
sabia que sentia falta".*

Paola Antonelli

RESUMO

Esta tese apresenta o desenvolvimento de um conjunto de heurísticas de usabilidade voltadas para a avaliação e o aprimoramento de plataformas móveis de aprendizagem. Este conjunto de critérios é estruturado de acordo com diferentes faixas etárias, fornecendo recomendações específicas para três grupos etários distintos: crianças, jovens e idosos. A pesquisa visa compreender as necessidades cognitivas de cada um desses grupos e identificar as particularidades de cada faixa etária durante a interação com dispositivos móveis no contexto educacional. O método adotado para a realização da pesquisa é delineado por Rusu *et al.* (2011) e consiste na implementação de seis etapas sequenciais: Etapa Exploratória, Descritiva, Correlacional, Explicativa, Experimental e Aprimorativa. Foram realizadas entrevistas com o público-alvo, envolvendo nove participantes, com o intuito de compreender as necessidades enfrentadas pelos usuários em sua vida cotidiana. Para validar as heurísticas desenvolvidas, um grupo de especialistas em usabilidade conduziu uma rodada de Avaliações Heurísticas, apresentando critérios de análise que confirmaram a eficácia das diretrizes propostas. No âmbito teórico, o estudo agrega conhecimentos oriundos de duas áreas principais: Educação e Usabilidade. Nesse contexto, são explorados aspectos relacionados às metodologias de ensino, desenvolvimento psicopedagógico, mudanças nas estruturas cognitivas que afetam o envelhecimento, a relação das tecnologias com os estudantes, assim como os conceitos e métricas que parametrizam a Usabilidade. Como resultado da pesquisa, foram elaboradas trinta heurísticas de usabilidade voltadas para o segmento educacional. Essas diretrizes se destacam por integrar elementos de inovação e contemporaneidade, como: adaptabilidade, empatia, atualizações de *software*, anúncios de *marketing*, luminosidade, personalização, inteligência artificial, entre outros aspectos. Os critérios desenvolvidos têm a finalidade de servir como referência para profissionais, como programadores e designers, na criação de aplicativos e plataformas móveis educacionais, além de servirem como um instrumento útil para avaliações heurísticas de interfaces já existentes.

Palavras-chave: Heurísticas de Usabilidade; Aprendizagem Móvel; Ergonomia Cognitiva; Design de Interfaces.

ABSTRACT

This thesis presents the development of a set of usability heuristics focused on the evaluation and enhancement of mobile learning platforms. This set of criteria is structured according to different age groups, providing specific recommendations for three distinct age categories: children, adolescents, and the elderly. The research seeks to understand the cognitive needs of each of these groups and to identify the particularities of each age range during their interaction with mobile devices in the educational context. The method adopted for conducting the research is outlined by Rusu et al. (2011) and consists of implementing six sequential stages: Exploratory Stage, Descriptive, Correlational, Explanatory, Experimental, and Refinement. Interviews were conducted with the target audience, involving nine participants, to understand the needs faced by users in their daily lives. To validate the developed heuristics, a group of usability experts conducted a round of Heuristic Evaluations, presenting analytical criteria that confirmed the effectiveness of the proposed guidelines. In the theoretical realm, the study integrates knowledge from two main fields: Education and Usability. In this context, aspects related to teaching methodologies, psychopedagogical development, changes in cognitive structures that affect aging, the relationship between technologies and students, as well as the concepts and metrics that define Usability are explored. As a result of the research, thirty usability heuristics aimed at the educational sector were developed. These guidelines stand out for incorporating elements of innovation and contemporary relevance, such as adaptability, empathy, software updates, marketing strategies, brightness, personalization, artificial intelligence, among other aspects. The developed criteria are intended to serve as a reference for professionals, such as programmers and designers, in creating educational mobile applications and platforms, as well as being a useful tool for heuristic evaluations of existing interfaces.

Keywords: Usability Heuristics; Mobile Learning; Cognitive Ergonomics; Interface Design.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Interfaces móveis de aplicativos de alfabetização.	61
Figura 2: Interfaces móveis, aplicativos preparatórios para o ENEM.	64
Figura 3: Estrutura de usabilidade.	73
Figura 4: Oito critérios ergonômicos.	80
Figura 5: Princípios da Gestalt aplicados em informações visuais.	93
Figura 6: Visão de indivíduos com comprometimento da visão.	103
Figura 7: Método para o Desenvolvimento de Heurísticas de Usabilidade.	107
Figura 8: Interfaces do aplicativo “Formar Palavras”.	110
Figura 9: Interfaces do aplicativo “Silabando”.	110
Figura 10: Interfaces do aplicativo “Pré-escola Montessori”.	111
Figura 11: Interfaces do aplicativo “Encceja 2021”.	111
Figura 12: Interfaces do aplicativo “Estuda.com”.	112
Figura 13: Interfaces do aplicativo “Revisapp”.	112
Figura 14: Interfaces do aplicativo “Treine seu cérebro”.	113
Figura 15: Interfaces do aplicativo “Jogos de coordenação”.	113
Figura 16: Interfaces do aplicativo “Foco”.	114
Figura 17: Atividades de pintura das letras do alfabeto.	119
Figura 18: Cabines individuais da sala de informática com atividades de pintura.	120
Figura 19: Atividades de pintura e identificação de vogais.	120
Figura 20: Tablets disponíveis na sala de informática da escola.	121
Figura 21: Dinâmica de Grupo Focal realizada com os participantes do grupo infantil. ...	122
Figura 22: Par de cartões utilizados no Grupo Focal para análise de layout.	123
Figura 23: Par de cartões utilizados no Grupo Focal para análise de legibilidade.	124
Figura 24: Par de cartões utilizados no Grupo Focal para análise de ludicidade.	124
Figura 25: Par de cartões utilizados no Grupo Focal para análise cromática.	125
Figura 26 - Participantes da turma do período vespertino do grupo juvenil.	126
Figura 27 - Participante da turma do período noturno do grupo juvenil.	127
Figura 28 - Participantes sêniores das turmas do período vespertino e noturno.	128
Figura 29 - Participante sênior usuária autônoma de plataformas educacionais.	129

Figura 30: Interfaces do aplicativo ABC Aprender.....	132
Figura 31: Interfaces do aplicativo Prepara: Encceja Simulados 2024.	133
Figura 32: Interfaces do aplicativo WR Educacional.	134
Figura 33: Detalhamento da construção da versão final das heurísticas.	135
Figura 34: Resultado da interface escolhida na primeira rodada.....	160
Figura 35: Resultado da interface escolhida na segunda rodada.	160
Figura 36: Resultado da interface escolhida na terceira rodada.	162
Figura 37: Resultado da interface escolhida na quarta rodada.	163
Figura 38: Heurísticas de usabilidade de interfaces voltadas ao segmento infantil.	186
Figura 39: Heurísticas de usabilidade de interfaces voltadas ao segmento juvenil.....	192
Figura 40: Heurísticas de usabilidade de interfaces voltadas ao segmento sênior.	198

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:O uso de AVAs, plataformas educacionais e redes sociais por professores.	45
Gráfico 2: O uso das tecnologias para o incentivo da cooperação mútua.	46
Gráfico 3: Finalidades do uso dos dispositivos tecnológicos por professores.	46
Gráfico 4: Finalidades do uso dos dispositivos tecnológicos por alunos nas escolas.	47
Gráfico 5: Resultado final do ranking de sentenças obtido com público juvenil.	166
Gráfico 6: Resultado final do ranking de sentenças obtido com público sênior.	168
Gráfico 7: Resultado da Avaliação Heurística segmentado por seções.....	180
Gráfico 8: Resultado geral da Avaliação Heurística.	181

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: As diferenças entre o tradicionalismo e o construtivismo em sala de aula.	40
Quadro 2: Mudanças nos Sistemas Sensoriais advindas do Processo de Envelhecimento. .67	
Quadro 3: Diretrizes para a Criação de Sites Amigáveis voltados à idosos.	68
Quadro 4: Exemplo de medidas de usabilidade.	74
Quadro 5: Exemplo de medidas para propriedades desejáveis do produto.	74
Quadro 6: Regras de ouro do design de diálogo.	76
Quadro 7: Critérios ergonômicos para avaliação de interfaces humano-computador.	77
Quadro 8: Heurísticas de usabilidade.	78
Quadro 9: Sete princípios do diálogo de acordo com a norma ISO 9241-10.	79
Quadro 10: Heurísticas de usabilidade para dispositivos móveis.	81
Quadro 11: Proposições de Usabilidade baseadas nas heurísticas de Nielsen (1994).	83
Quadro 12: Extensões das heurísticas de Nielsen (1994).	84
Quadro 13: Proposição de heurísticas de usabilidade para dispositivos móveis.	85
Quadro 14: Conjunto de heurísticas para a avaliação de interfaces m-learning.	86
Quadro 15: Conjunto de heurísticas para a avaliação de interfaces u-learning.	87
Quadro 16: Recomendações de usabilidade para interfaces voltadas a usuários idosos.	88
Quadro 17: Recomendações de usabilidade para interfaces de apps para usuários idosos. .89	
Quadro 18: Nove propósitos do Design de Interação.	91
Quadro 19: Análise correlacional no aplicativo "Formar Palavras".	140
Quadro 20: Análise correlacional no aplicativo "Silabando".	141
Quadro 21: Análise correlacional no aplicativo "Pré-escola Montessori".	142
Quadro 22: Resultado da Revisão Sistemática de Literatura.	143
Quadro 23: Contextualização dos achados encontrados.	143
Quadro 24: Heurísticas exclusivas dos achados da RSL.	144
Quadro 25: Heurísticas em comum entre todos achados da RSL.	145
Quadro 26: Análise Correlacional do aplicativo "Encceja 2021".	146
Quadro 27: Análise Correlacional do aplicativo "Estuda.com".	147
Quadro 28: Análise Correlacional do aplicativo "Revisapp".	149
Quadro 29: Análise Correlacional do aplicativo "Treine seu cérebro".	151

Quadro 30: Análise Correlacional do aplicativo "Jogos de coordenação".	152
Quadro 31: Análise Correlacional do aplicativo "Foco.....	153
Quadro 32: Resultado final da análise correlacional para o público infantil.....	155
Quadro 33: Resultado final da análise correlacional para o público juvenil.	156
Quadro 34: Resultado final da análise correlacional para o público sênior.	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultado final da atividade de ordenamento realizada com o público juvenil.	165
Tabela 2: Resultado final da atividade de ordenamento realizada com o público sênior...	167
Tabela 3: Quantidade de violações nas Heurísticas Experimentais.	181
Tabela 4: Quantidade de violações nas Heurísticas de Controle.....	181

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	20
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	25
1.3	QUESTÃO DE PESQUISA.....	25
1.3.1	Hipótese	26
1.3.2	Variáveis	26
1.4	OBJETIVOS	26
1.4.1	Objetivo Geral.....	26
1.4.2	Objetivos Específicos	27
1.5	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	27
1.6	METODOLOGIA.....	28
1.7	BASES TEÓRICAS DA PESQUISA	29
1.8	ESTRUTURA DO DOCUMENTO	30
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	32
2.1	A RELAÇÃO DOS ESTUDANTES COM O SABER	32
2.2	A TEORIA DE PIAGET	33
2.3	O CONSTRUTIVISMO EM SALA DE AULA	38
2.4	A TEORIA DE VYGOTSKY	41
2.5	OS CONCEITOS VYGOTSKYANOS E OS MEIOS DIGITAIS.....	43
2.6	PSICOLOGIA COGNITIVA: MEMÓRIA E APRENDIZADO.....	48
2.6.1	Comunicação: Características e Desenvolvimento	51
2.7	O DESPERTAR DO INTERESSE ESTUDANTIL POR MEIO DA CONTEMPORANEIDADE TECNOLÓGICA.....	54
2.8	TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO <i>ONLINE</i>	55
2.9	APRENDIZAGEM MÓVEL: FINALIDADES, BENEFÍCIOS E DESAFIOS	56
2.10	O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS VOLTADOS À ALFABETIZAÇÃO ..	60
2.11	PLATAFORMAS DE APRENDIZAGEM ENTRE JOVENS E ADOLESCENTES	63
2.12	TERCEIRA IDADE E APRENDIZAGEM CONTÍNUA	65
2.13	USABILIDADE	71

2.13.1	Medidas de Usabilidade	73
2.13.2	Heurísticas, Princípios e Regras de Usabilidade.....	76
2.13.3	Usabilidade Móvel: Heurísticas Direcionadas Para Dispositivos Portáteis	81
2.14	TRABALHOS RELACIONADOS	82
2.14.1	Proposições de Usabilidade para o Público Infantil	83
2.14.2	Heurísticas de Usabilidade para o Público Juvenil	84
2.14.3	Recomendações de Usabilidade para o Público Sênior	88
2.15	DESIGN DE INTERFACES.....	90
2.15.1	Design Inclusivo	95
2.15.1.1	<i>A Cor, o Texto, e o Processo de Envelhecimento Óptico</i>	<i>100</i>
2.16	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	104
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	107
3.1	ÉTICA EM PESQUISA.....	116
3.1.1	Usuários	117
3.1.1.1	<i>Detalhamento da Entrevista com o Público Infantil</i>	<i>118</i>
3.1.1.2	<i>Detalhamento da Entrevista com o Público Juvenil.....</i>	<i>125</i>
3.1.1.3	<i>Detalhamento da Entrevista com o Público Sênior.....</i>	<i>128</i>
3.1.2	Avaliação Heurística com Especialistas.....	130
3.1.3	Construção da versão final dos resultados	135
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	137
4.1	RESULTADOS DAS ETAPAS: EXPLORATÓRIA, DESCRITIVA E CORRELACIONAL.....	137
4.1.1	Análise das Plataformas Voltadas ao Público Infantil	140
4.1.2	Análise das Plataformas Voltadas ao Público Juvenil.....	143
4.1.3	Análise das Plataformas Voltadas ao Público Sênior	150
4.1.4	Resultado Final da Análise Correlacional.....	154
4.1.5	Resultado das Entrevistas	159
4.2	LEVANTAMENTO DO CONJUNTO DE HEURÍSTICAS.....	171
4.3	RESULTADO DA AVALIAÇÃO HEURÍSTICA COM ESPECIALISTAS .	179
5	RESULTADO FINAL DAS HEURÍSTICAS DE USABILIDADE	185
6	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	206

REFERÊNCIAS.....	211
APÊNDICE A - RESULTADO DA RBS	222
APÊNDICE B - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO HEURÍSTICA	226
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE ENTREVISTA COM USUÁRIOS DA CATEGORIA INFANTIL.....	228
APÊNDICE D – RESULTADO DAS ENTREVISTAS PRESENCIAIS COM O PÚBLICO INFANTIL.....	229
APÊNDICE E – RESULTADO DAS ENTREVISTAS PRESENCIAIS COM O PÚBLICO JUVENIL.....	231
APÊNDICE F – RESULTADO DAS ENTREVISTAS PRESENCIAIS COM O PÚBLICO SÊNIOR.....	235
APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO PARA ENTREVISTA COM USUÁRIOS DA CATEGORIA JOVEM E SÊNIOR.....	240
APÊNDICE H - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO CRIANÇAS	241
APÊNDICE I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO JOVENS	243
APÊNDICE J - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO IDOSOS	245
APÊNDICE K - CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES.....	247
APÊNDICE L - TERMO DE ASSENTIMENTO PARA O PÚBLICO INFANTIL.....	248
APÊNDICE M - RESPOSTAS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO HEURÍSTICA (HE)	250
APÊNDICE N - RESPOSTAS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO HEURÍSTICA (HC)	259

1 INTRODUÇÃO

A onipresença das tecnologias portáteis nos últimos anos acentua a potencialização dos meios de comunicação. A conexão sem fio permite que as pessoas façam uso de uma ampla variedade de dispositivos para a realização de diferentes tarefas, desde localização geográfica, pedidos em restaurantes, compras de *tickets* para o cinema e verificação do congestionamento nas estradas, até a efetivação de compras de itens pessoais, pesquisas sobre o clima, operações bancárias, dentre outras comodidades (Cani *et al.*, 2017).

Ferramentas inovadoras, como *smartphones* e *tablets*, surgiram para atender uma demanda social em busca de mais facilidade e portabilidade para o usufruto da internet, oferecendo também possibilidades multiuso como: fotos, vídeos e aplicações móveis (apps). “Os aplicativos para dispositivos móveis são novíssimas fontes de informação utilizadas fortemente por indivíduos hiperconectados, a chamada geração polegar” (Oliveira; Alencar, 2017, p. 234). Além do uso recreativo, estes usuários se beneficiam da tecnologia móvel no contexto educativo, inovando as configurações no ensino-aprendizagem. De forma complementar, Cani *et al.* (2017, p. 456) elucida: “[...] trabalhando com sujeitos múltiplos, em locais distintos, as tecnologias digitais e a internet podem se configurar como aliadas para tornar o ensino mais dinâmico, possibilitando mudanças na educação”.

Andrade, Araújo e Silveira (2017) destacam a importância de delimitar critérios de qualidade para aplicativos educacionais. Os autores salientam que dentre outras ações, três se caracterizam como fundamentais neste processo: analisar como um aplicativo pode ser implementado para uso educacional, como a aprendizagem pode ocorrer no contexto da mobilidade, e como permitir que o sujeito construa o seu próprio conhecimento de forma individual e coletiva. Nesta ótica, Saccol, Schlemmer e Barbosa (2011) sublinham que aplicativos com finalidade educativa devem estimular as habilidades cognitivas dos alunos, e acima de tudo, promover oportunidades para que possam utilizar os novos conhecimentos para a solucionar problemas. “É necessário que o conteúdo seja apresentado de forma clara e objetiva, priorizando a interatividade e a criatividade, fornecendo sempre *feedback*, sendo estimulante, provocativo e desafiador a fim de reter a atenção do aluno” (Andrade; Araújo; Silveira, 2017, p. 182). Estes e outros delineamentos podem auxiliar o desenvolvimento

adequado de interfaces educacionais, destaca-se, portanto, a importância de se atualizar e catalogar novos critérios de usabilidade voltados ao contexto educativo.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Conforme mencionado, a facilidade de acesso à informação por meios digitais e a popularização do uso de *smartphones* e *tablets* têm levado o setor educacional a adotar novas práticas de ensino. Inúmeras plataformas de aprendizagem e aplicativos com finalidade educativa estão disponíveis na rede global de internet, proporcionando maior comodidade, autonomia e interatividade ao processo educacional. Por meio da atual democratização digital, diferentes perfis estudantis têm utilizado os *smartphones* como uma ferramenta de aprendizagem. Cabe salientar que pessoas de todas as idades podem enquadrar-se no perfil de estudante, incluindo crianças que ainda não adquiriram plena capacidade de leitura e idosos que buscam educação contínua no processo de envelhecimento ativo. Considerando os diferentes perfis e idades dos usuários, é de caráter ponderoso enfatizar suas distintas capacidades cognitivas, como: processamento de informações, assimilação de ideias, capacidade de memorização, facilidade de aprendizagem, potencialidade da visão, da audição e de respostas sensoriais, por exemplo. De um modo geral, a diversidade humana abrange várias características dos grupos sociais humanos, dentre as quais pode-se citar o idioma, a religião, a cultura, as capacidades e as limitações físicas e cognitivas (Torres; Mazzoni; Mello, 2007).

O aumento expressivo do número de usuários de *smartphones* nas últimas décadas configura uma realidade onde estes aparelhos tornam-se protagonistas de mudanças comportamentais em diferentes setores da sociedade. De acordo com a Anatel (2020), o setor de telefonia móvel apresenta 226,67 milhões de números ativos no Brasil. Este cenário vem fomentando a necessidade de elaboração constante de novos critérios ergonômicos voltados à usabilidade de interfaces, considerando as diferentes faixas etárias deste grande grupo de usuários.

No setor educacional a tecnologia é uma vertente que vem sendo gradualmente explorada. A abundância das tecnologias móveis e a sua aceitação pelos estudantes podem abrir novas perspectivas pedagógicas (Moura, 2010). Estas novas abordagens disseminam-

se frequentemente por meio do surgimento de plataformas e aplicativos de aprendizagem, destinados tanto à prática autônoma de estudos quanto à prática assistida em sala de aula. Estas ferramentas podem proporcionar atividades didáticas para todos os níveis educacionais, incluindo a educação básica e os cursos de pós-graduação. “Algumas iniciativas de *m-learning*¹ têm surgido na tentativa de fazer chegar o conhecimento a qualquer parte, buscando promover a Educação mais participativa e respeitando as diferenças e a pluralidade do cidadão Brasileiro” (Fernandes *et al.*, 2012, p. 129).”

Neste sentido torna-se substancialmente relevante compreender, sob a ótica da Ergonomia e dos Fatores Humanos, os diferentes públicos que se caracterizam como usuários de dispositivos móveis educacionais, prestando a devida atenção nas mudanças sociais que vêm acarretando a inclusão de faixas etárias subjacentes, como a de idosos que buscam educação permanente, por exemplo. “A educação permanente baseia-se na ideia de que os indivíduos aprendem sempre, ao longo da vida porque a educação é um processo e nunca cessa” (Oliveira; Scortegagna; Silva, 2017, p. 22). Os autores elucidam ainda que em cumprimento ao Estatuto do Idoso são oferecidas pelas universidades diversas ações de extensão como alternativa de atendimento ao idoso, pautadas na valorização do processo de envelhecimento da população.

O Brasil está passando por uma crescente transição demográfica, com o aumento da expectativa de vida da população brasileira e a diminuição da taxa de fecundidade (SIMÕES, 2016). Em uma projeção do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013), em 2050 um quinto da população mundial será de idosos, ou seja, cerca de 1,9 bilhão de pessoas, equivalendo à população infantil de 0 a 14 anos de idade (Machado; Pompéu, 2016). Recentemente, o censo apresentado pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED) revela que “os alunos de cursos a distância tendem a ser mais velhos do que os alunos de cursos presenciais” (ABED, 2017, p. 88). Essa constatação demonstra que aos poucos essa modalidade de ensino vem ganhando destaque no país, principalmente entre o público mais velho, evidenciando também o potencial da EaD² para a formação continuada (ABED, 2017). Observando este cenário pode-se inferir que o perfil do idoso se modificou, atualmente esse grupo desempenha papéis cada vez mais ativos na sociedade “gerando o

¹ *M-learning*: termo em inglês que se refere à integração de dispositivos móveis no contexto educativo.

² EAD – Ensino à Distância

rompimento de toda uma visão de isolamento e de afastamento social” (Ferreira; Goulart, 2013, p. 105).

Assim como no grupo da terceira idade, a tecnologia vem impactando a vida do grupo etário oposto a este público de longevos. Crianças em fases iniciais da vida que se encontram em processo de desenvolvimento educacional e em período de alfabetização também são usuárias de plataformas e recursos digitais voltados à aprendizagem. “*Softwares* educacionais, quando destinados às crianças em idade de alfabetização, podem apresentar propostas inovadoras, influenciadas pelas contribuições das recentes pesquisas da psicologia e da linguística”. (Souza; Corrêa, 2012, p. 51).

Corroborando com esta afirmação, Oliveira (2017) sublinha que perante as dificuldades encontradas no processo de alfabetização, uma alternativa é buscar apoio nos recursos tecnológicos, que se usados corretamente, podem contribuir para o aprendizado. Da mesma forma, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB, 2019, p. 3) destaca: [...] “no Brasil já existe um número significativo de Recursos Educacionais Digitais (REDs) que podem ser utilizados em programas de alfabetização para diferentes públicos”, e complementa: “por serem multimídia os REDs permitem maior interação e engajamento entre o aprendiz e o objeto de aprendizagem, e permitem que a leitura e a escrita sejam enriquecidas por outros estímulos auditivos e visuais” (CIEB, 2019, p. 2).

Diante de uma pesquisa realizada na *Play Store* (Loja de aplicativos para dispositivos *Android*) utilizando a chave de busca “Alfabetização”, foi verificada a “existência de mais de 75 aplicativos educacionais para apoiar o processo de alfabetização (Oliveira, 2017, p. 2), a quantidade de aplicativos educacionais de alfabetização para celular é numeroso e diversificado, “o que possibilita ao professor um catálogo de aplicativos para trabalhar em sala de aula no processo de alfabetização” (Lopes; Gonzales, 2017, p. 243).

Outra demanda atendida pelas plataformas móveis de educação corresponde ao público de jovens e adolescentes. Este grupo, que se configura como o mais expressivo deste segmento, abrange principalmente alunos do ensino fundamental e médio que se utilizam dos dispositivos móveis para a realização de inúmeras tarefas cotidianas, incluindo atividades de entretenimento, jogos, comunicação e também de educação. “O *smartphone* e o *tablet* estão a ser usados cada vez mais como substitutos do computador em muitas salas de aula e na vida pessoal.” (Moura, 2017, p. 1). Conforme a autora, uma das maiores contribuições da

tecnologia para tornar o processo educativo mais eficaz está em toda a informação e dados que ela gera. Este aspecto informacional produzido pelos dispositivos tecnológicos suscita que o design de interfaces favoreça o ambiente de interação entre os usuários e as plataformas educacionais, proporcionando legibilidade, clareza textual, hierarquia informacional, organização, reconhecimento, dentre outros atributos.

“Os jovens não apenas precisam de uma educação tecnológica digital, como também de uma orientação tecnológica digital” (Souza, 2018, p. 53). Neste sentido, interfaces que apresentam soluções intuitivas, ampliam as possibilidades de sucesso no uso das plataformas e consequentemente no desempenho estudantil.

As heurísticas de usabilidade atuam no papel de consolidar o êxito desta tarefa, buscando garantir que diferentes aspectos ergonômicos envolvidos no processo interativo estejam inclusos nas interfaces. Usabilidade pode ser definida como uma [...] “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação” (ISO 9241-11, 2002, p. 3).

Já as heurísticas de usabilidade são definidas como um conjunto de regras que descrevem propriedades comuns em interfaces, originadas a partir do conhecimento de aspectos computacionais, psicológicos e sociológicos do domínio do problema (Nielsen; Marck, 1994). Os autores acrescentam que essas regras são utilizadas por especialistas para validar interfaces, “[...] Avaliação Heurística é um tipo de avaliação analítica que envolve o julgamento de um pequeno conjunto de examinadores sobre uma interface em concordância com princípios definidos: as heurísticas de usabilidade” (Nielsen, 1994, p. 413). Por sua simplicidade e praticidade, podem ser aplicadas desde as primeiras etapas de projetos de interface, mesmo em interfaces ainda não implementadas. E por ser de baixo custo e rápida realização, é um método bastante atraente (Preece *et al.*, 2013).

Verifica-se na bibliografia científica a escassez de pesquisas que concentram seus esforços em desenvolver e postular heurísticas de usabilidade voltadas à avaliação de plataformas móveis de aprendizagem com enfoque na acessibilidade que as diferentes faixas etárias exigem. Encontram-se frequentemente pesquisas científicas que apresentam recomendações de usabilidade para os grupos comuns de usuários, reunindo diretrizes genéricas que não necessariamente se enquadram em nichos específicos. Dessa forma, evidencia-se a importância do desenvolvimento deste estudo para alcançar resultados

inovadores que possam revelar novas heurísticas de usabilidade segregadas por grupos etários (infantil, jovem e idoso), identificando as especificidades de cada um deles e sublinhando os pontos necessários para tornar os sistemas de aprendizagem móvel mais acessíveis e fáceis de operar em diferentes contextos educativos.

É relevante salientar que o impulso inicial para o desenvolvimento desta tese deriva dos desdobramentos da pesquisa anteriormente realizada em âmbito do mestrado. A pesquisa antecedente está em conformidade com o mesmo tema central da pesquisa atual, servindo como base para a construção contínua do conhecimento adquirido.

A pesquisa realizada durante o mestrado investiga a interação entre as interfaces de sistemas de aprendizagem móvel (*m-learning*) e seus usuários, sob a ótica da Ergonomia e Usabilidade. Este estudo avaliou a eficácia das plataformas móveis de aprendizagem com base nas heurísticas propostas por Nielsen (1994) e Bertini (2006). A análise dos aspectos ergonômicos foi conduzida por meio da coleta de dados com especialistas e submetida à TICESE (Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de *Software* Educacional), desenvolvida por Gamez (1998), a fim de determinar o nível de conformidade ergonômica das plataformas. Adicionalmente, foram levados em consideração aspectos sociais significativos, incluindo as opiniões dos alunos após a realização de testes de usabilidade nas plataformas e a perspectiva dos professores que frequentemente interagem com essa realidade tecnológica.

Como parte dos resultados obtidos, o estudo evidenciou que as heurísticas e recomendações de usabilidade, amplamente consolidadas, são de extrema relevância para a construção e avaliação de sistemas móveis de aprendizagem. No entanto, essas diretrizes não se mostraram completamente suficientes em contextos específicos, especialmente em relação às diversas funções e recursos contemporâneos oferecidos pelos dispositivos móveis atuais. Assim, tornou-se evidente a necessidade de expandir as orientações de uso para abranger aspectos como: definição de imagens, integração de áudio e narração de voz, qualidade dos recursos multimídia, legibilidade dos textos, *merchandising*, notificações, gamificação, acessibilidade, entre outros.

Os resultados da pesquisa também revelaram que, sob uma perspectiva cognitiva, os métodos de ensino tradicionais demonstram-se mais eficientes na ampliação da capacidade de assimilação e memorização de conteúdos educacionais. Embora os estudantes jovens

estejam familiarizados com o uso de dispositivos móveis e não apresentem dificuldades significativas para manusear essas ferramentas, atividades analógicas como folhear páginas, ler materiais impressos, fazer anotações à mão e participar de aulas ministradas por um professor são mais atraentes para os alunos. Portanto, o avanço científico nessa área de estudo enfrenta o desafio de melhorar continuamente os aspectos de usabilidade relacionados aos sistemas móveis de aprendizagem, integrando, imprescindivelmente, o suporte pedagógico ao processo de ensino digital.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

“A computação enfrenta grandes desafios relativos a metodologias de design e de avaliação de interfaces que auxiliem no processo de desenvolvimento de *software* de qualidade” (Bertini *et al.*, 2006, p. 119). Como mencionado por Bertini *et al.* (2006), os processos metodológicos para validação de interfaces reconhecidos cientificamente trazem recomendações amplas e muitas vezes imprecisas, não correspondendo as necessidades e complexidades que inúmeros projetos de interfaces demandam atualmente. Além disso, o setor educacional vem ampliando a pluralidade de pessoas que enquadram-se na categoria de estudante, tornando significativo distinguir as diferentes necessidades e limitações dos grupos etários que utilizam dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*) como ferramenta de estudo. Estas necessidades/limitações associam-se com fatores humanos, ou seja, aspectos ergonômicos e cognitivos envolvidos no processo de interação entre sistema e usuário, interfaces e seres humanos.

Haja vista a insuficiência de bases teórico-científicas que notabilizem heurísticas de usabilidade para este viés específico, encontra-se nesta lacuna a relevância de realizar uma pesquisa que reúna os problemas acima citados à fim de propor soluções únicas e inclusivas que melhorem a qualidade de vida dos diferentes perfis de estudantes.

1.3 QUESTÃO DE PESQUISA

As heurísticas de usabilidade existentes na atualidade atendem de forma satisfatória as necessidades de usuários que operam plataformas educacionais móveis sob condições

cognitivas distintas provenientes da idade? Quais novas heurísticas devem ser acrescentadas/reformuladas para cumprir com eficiência a demanda de exigências requerida pelo público de usuários deste segmento?

1.3.1 Hipótese

As atuais heurísticas de usabilidade atendem parcialmente as necessidades dos usuários de plataformas educacionais móveis que pertencem à diferentes faixas etárias, sendo estas insuficientes para atender com eficiência as premências cognitivas pleiteadas pelos diferentes públicos de usuários deste segmento.

1.3.2 Variáveis

Variáveis Independentes:

- Execução de Tarefas
- Navegabilidade

Variáveis Dependentes:

- Quantidade de heurísticas violadas
- Grau de severidade do problema

Variáveis de Controle:

- Estudantes (ensino primário, ensino médio e educação continuada/jovens adultos)
- Faixa etária (grupo 1: 7 anos), (grupo 2: 18 anos), (grupo 3: acima de 60 anos)
- Experiência prévia com dispositivos móveis e atividades educacionais remotas

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da pesquisa consiste em desenvolver um conjunto de heurísticas de usabilidade que auxiliem na apreciação do design de interfaces em plataformas móveis de

educação, segregando-as por faixas etárias e direcionando-as ao público infantil, jovem e idoso, à fim de compatibilizar os critérios ergonômicos propostos com as diferentes habilidades e limitações cognitivas inerentes às idades de cada um destes grupos etários.

1.4.2 Objetivos Específicos

Em vista do objetivo geral, configuram-se como objetivos específicos:

- a) Realizar um levantamento de critérios ergonômicos relacionados ao uso de plataformas móveis de educação em dispositivos móveis;
- b) Compreender as necessidades e limitações cognitivas dos diferentes grupos etários de estudantes no uso de plataformas móveis de educação;
- c) Traçar um comparativo entre as percepções de cada grupo à fim de organizar e segmentar as exigências e necessidades de cada faixa etária;
- d) Propor novos atributos de avaliação de interfaces e aperfeiçoar outros já existentes, baseando-se nos perfis e particularidades de cada grupo etário;
- e) Testar este novo conjunto de heurísticas de usabilidade junto a plataformas de educação já implementadas.

1.5 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Face ao exposto, torna-se relevante enfatizar que as heurísticas de usabilidade já amplamente perpetuadas cientificamente constituíram-se há décadas atrás e apresentam propriedades gerais para o uso de interfaces na *web*, podendo ocasionar incompatibilidade com os dispositivos contemporâneos e com as necessidades atuais dos usuários. Além disso, a segmentação destas heurísticas por faixas etárias voltadas ao contexto educacional é um trabalho inédito que busca atender à uma demanda emergente de usuários na área da educação. Neste sentido, esta pesquisa pretende gerar contribuições práticas e científicas

para o avanço na área de IHC³. Este novo conjunto de heurísticas direcionadas separadamente ao público infantil, jovem e idoso, planeja incluir aspectos de acessibilidade, intelegibilidade e interatividade que cada nível cognitivo pertencente a estes grupos etários requer. A partir do desenvolvimento das heurísticas, designers de interface, desenvolvedores de sistemas móveis, e/ou pesquisadores da área de Usabilidade poderão explorá-las com o intuito de realizar a apreciação das interfaces em aplicativos já existentes ou novos que se encontram em fases projetuais, potencializando assim a usabilidade destas plataformas educacionais.

1.6 METODOLOGIA

Em relação a natureza da pesquisa, esta classifica-se como pesquisa aplicada. De acordo com Filho e Santos (2003), pesquisas aplicadas objetivam gerar conhecimento para aplicação prática em solução de problemas específicos. Sob o ponto de vista da abordagem do problema, o estudo constitui-se como quanti-qualitativo, pois reúne aspectos quantitativos e qualitativos, visto que serão realizadas coletas de dados com usuários e especialistas em usabilidade. Dentre as contribuições da pesquisa quanti-qualitativa, Souza e Kerbaux (2017, p. 39) ressaltam: "Reúne controle de vieses (métodos quantitativos) com compreensão, a partir dos agentes envolvidos na investigação (métodos qualitativos); agrega a identificação de variáveis específicas (métodos quantitativos) com uma visão global do fenômeno (métodos qualitativos); enriquece constatações obtidas sob condições controladas com dados obtidos dentro do contexto natural de sua ocorrência; e a validade da confiabilidade das descobertas pelo emprego de técnicas diferenciadas" (Souza, Kerbaux, 2017, p. 39).

O método selecionado para atingir o objetivo geral da pesquisa segue o caminho proposto por Rusu *et al.* (2011), os autores estabelecem os passos necessários para o desenvolvimento de heurísticas de usabilidade. O método inclui seis etapas consecutivas, sendo estas: 1) Etapa Exploratória; 2) Etapa Descritiva; 3) Etapa Correlacional; 4) Etapa Explicativa; 5) Etapa Experimental e 6) Etapa Aprimorativa. O detalhamento da execução do método será abordado no capítulo 3 - Procedimentos Metodológicos.

³ IHC – Interação Homem-Computador

1.7 BASES TEÓRICAS DA PESQUISA

Por meio de uma RBS (Revisão Bibliográfica Sistemática) nas bases de dados *Scopus*, *SciELO*, *Web of Science* e *Google Academic*, buscou-se obter uma ideia precisa sobre o estado atual dos conhecimentos relativos ao tema da pesquisa. Foram selecionados criteriosamente títulos da literatura que contribuem para as construções teóricas dos conceitos definidos para o estudo. Estes conceitos foram agrupados em sete categorias: 1) Usabilidade: conceitos, medidas e requisitos; 2) Heurísticas de Usabilidade: regras gerais e específicas; 3) Educação e Tecnologia: as relações, o aprendizado e a contemporaneidade; 4) Psicologia Cognitiva: história do desenvolvimento intelectual humano e integração no setor educacional; 5) Aprendizagem Móvel: facilidades e desafios; 6) Terceira Idade e o uso de Dispositivos Móveis: debilidade cognitiva e acessibilidade; 7) O Design aplicado às interfaces móveis.

As palavras-chave e termos de busca (*strings*) utilizados foram: “heurísticas”, “interfaces”, “interfaces móveis”, “usabilidade móvel”, “heurísticas de usabilidade”, “aprendizagem móvel”, “alfabetização e tecnologia”, “aprendizagem móvel e idosos”, “idosos e tecnologia”, e suas correspondentes em Inglês. As buscas foram refinadas por critérios de exclusão, como áreas que não se relacionam com a linha de pesquisa e determinadas línguas estrangeiras. Foram selecionados preferencialmente os títulos pertencentes às áreas de Ergonomia, Ciências Sociais Aplicadas e Ciências da Computação, na língua inglesa e portuguesa. Diante dos resultados encontrados, realizou-se uma nova filtragem por meio da leitura dos resumos de cada título, selecionando os mais relevantes. Posteriormente efetuou-se a leitura escaneada dos materiais na íntegra, o que determinou a seleção final de 70 trabalhos científicos principais, incluindo obras literárias, artigos, dissertações de mestrado e teses de doutorado. O Apêndice A apresenta o resultado da RBS.

É importante destacar que a exploração e a descrição dos trabalhos selecionados, empregadas na construção do capítulo de Fundamentação Teórica, estão simultaneamente consolidando as primeiras duas etapas previstas método proposto por Rusu *et al.* (2011). A investigação teórica e a formalização descritiva desses estudos satisfazem os objetivos tanto da Etapa Exploratória quanto da Etapa Descritiva da pesquisa, concretizando, assim, as atividades exigidas para estes estágios do procedimento metodológico adotado.

Os títulos selecionados (Apêndice A) abordam questões distintas relacionadas à usabilidade de interfaces. Dentre os domínios apresentados destaca-se os estudos ergonômicos realizados em interfaces móveis educacionais, que apontam os benefícios e dificuldades do uso da ferramenta a partir das perspectivas dos usuários de diferentes idades. Consta-se também nas bibliografias apresentadas, reflexões sobre as tecnologias educacionais, denotando principalmente as teorias e práticas envolvidas no processo de modernização educacional e destacando a importância de análises em torno dos impactos que estes ambientes digitais de aprendizagem podem exercer na educação.

1.8 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

A estrutura definida para este trabalho segmenta-se em seis capítulos que se subdividem em tópicos específicos relacionados aos desdobramentos da pesquisa. Primeiramente, inicia-se o trabalho com o capítulo de “Introdução”, seguido de “Fundamentação Teórica”, “Procedimentos Metodológicos”, Análise e Discussão dos Resultados”, “Levantamento do Conjunto de Heurísticas”, e por fim, “Conclusões e Perspectivas Futuras”. Os temas abordados em cada seção situam os campos do saber à luz das bibliografias citadas anteriormente.

O primeiro capítulo trata de questões substanciais para o direcionamento do trabalho, identificando o contexto do estudo, o problema de pesquisa, as hipóteses e variáveis existentes, e os objetivos traçados para atingir os resultados esperados.

No segundo capítulo apresenta-se inicialmente um panorama teórico sobre Educação, perspectivas metodológicas em sala de aula e a inserção de dispositivos móveis nos sistemas educacionais. Também se acrescenta nesta seção tópicos relacionados à Psicologia Cognitiva e as particularidades do uso de ferramentas digitais por diferentes grupos etários, com ênfase nos diferentes estágios de desenvolvimento cerebral e nas possíveis limitações cognitivas dos estudantes. Explora-se ainda, as premissas existentes do campo da Usabilidade, notabilizando os principais conceitos, critérios e definições sobre este domínio, e apresentando o resultado do mapeamento sistemático de trabalhos relacionados com a pesquisa referente às heurísticas de usabilidade gerais e específicas já existentes. Por fim, o

capítulo aprofunda-se nos requisitos de Design e Responsividade necessários para o desenvolvimento de interfaces digitais eficientes.

No terceiro capítulo descreve-se os procedimentos metodológicos utilizados na condução do estudo, detalhando as atividades desenvolvidas em todas as etapas executadas do método utilizado. A ênfase deste capítulo direciona-se principalmente para a fase de Coleta de Dados, circunstanciando os procedimentos realizados, os participantes envolvidos e os materiais utilizados na pesquisa.

O quarto capítulo apresenta a análise dos resultados obtidos durante a execução dos procedimentos metodológicos, evidenciando os diferentes parâmetros utilizados na interpretação dos dados obtidos.

O quinto capítulo destina-se a apresentar a resolução do conjunto de heurísticas de usabilidade segmentado por faixas etárias para a avaliação de plataformas móveis educacionais, correspondente ao objetivo geral da pesquisa.

Por fim, o sexto capítulo manifesta as conclusões obtidas por meio do estudo, evidenciando as contribuições científicas da pesquisa, possíveis aplicações práticas das novas heurísticas de usabilidade desenvolvidas e desdobramentos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção dedica-se a contextualizar a situação do setor educacional brasileiro no que se refere as dinâmicas tecnológicas e suas influências sobre as práticas pedagógicas, e principalmente, evidenciar os desdobramentos deste panorama em torno da aprendizagem móvel, notabilizando as interações cognitivas que atuam neste contexto. Em busca deste designo, apresenta-se pensamentos, concepções e pareceres advindos de diferentes autores, suas pesquisas e pontos de vista auxiliam no embasamento do conteúdo conceitual e ajudam a arbitrar os principais conceitos teóricos abordados no trabalho. Inicialmente, o capítulo enfatiza temas amplos relacionados com a área educacional e as habilidades intelectuais humanas, posteriormente salienta as relações de interação entre a aprendizagem móvel e as diferentes faixas etárias de estudantes que utilizam este recurso, demonstrando a importância das diferenças cognitivas e comportamentais pertinente a cada público de usuários.

2.1 A RELAÇÃO DOS ESTUDANTES COM O SABER

A atmosfera educacional reúne inúmeros elementos de aprendizagem que compõem o “mundo escolar” compreendido pelos estudantes. Segundo Arruda e Passos (2017), neste âmbito estão presentes três pilares essenciais que engendram a dinâmica pedagógica: (i) os saberes acadêmicos, definidos pelos conteúdos didáticos e currículos escolares, (ii) os atores deste ambiente, professores, alunos e administradores (diretores, supervisores, orientadores educacionais e pedagogos), (iii) a estrutura física e virtual deste mundo, caracterizada por prédios, salas de aula, laboratórios, equipamentos, computadores, internet, Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), dentre outros.

Observa-se que diferentes componentes podem influenciar as percepções individuais dos estudantes diante deste universo pedagógico. “Constatamos, portanto, que a relação com o saber – ou, de forma mais específica, a relação com o mundo escolar – pode ser separada em três modalidades às quais denominamos: epistêmicas, pessoais e sociais” (Arruda; Passos, 2017, p. 98).

De acordo com os autores, na Relação Epistêmica o educando se utiliza de discursos intelectuais/cognitivos a respeito do ensino e da aprendizagem para expressar-se, e

geralmente apropriam-se de oposições pragmáticas, como: sei/não sei, conheço/não conheço, compreendo/não compreendo. Já na Relação Pessoal, o estudante geralmente utiliza-se de discursos que expressam seus sentimentos, emoções, sentidos e interesses relacionados ao mundo escolar. Neste caso costumam se comunicar por meio de novas oposições, como: gosto/não gosto, quero/não quero, sinto/não sinto. Na terceira modalidade, a Relação Social, o educando demonstram estar conectado com o mundo escolar quando utiliza discursos que incluem: valores, preceitos, crenças, acordos e leis, os quais podem possuir origem interna ou externa ao ambiente escolar. Neste tipo de relação, os educandos costumam expressar-se por meio das oposições: valorizo/não valorizo, devo/não devo (fazer), posso/não posso (fazer), etc. (Arruda; Passos, 2017).

Entende-se, portanto, que a relação dos estudantes com o saber não se limita apenas aos saberes acadêmicos, mas estende-se às interações que se dão diariamente no ambiente educacional, físico ou virtual, e ao vínculo gerado com os agentes atuantes deste meio. O processo de aprendizagem, fruto dessas interações, pode sofrer influências de aspectos particulares dos estudantes, como o desenvolvimento histórico-pessoal de cada indivíduo, suas capacidades cognitivas, seus sentidos, habilidades, talentos e limitações.

Nesta pesquisa, singularmente, direciona-se o interesse para a avaliação das Relações Epistêmicas, que ocorrem no campo da intelectualidade, da compreensão e das percepções racionais sobre os conteúdos didáticos, salientando-se também as diferentes condições cognitivas que submetem os alunos a necessidades educacionais distintas. Conforme acentuado por Arruda e Passos (2017), dois espaços coexistem atualmente no setor educacional, o físico e o virtual. Neste sentido, projeta-se alcançar por meio dos desdobramentos do presente estudo, o entendimento das primordialidades que circundam o campo virtual, as interfaces digitais e os sistemas informacionais, exclusivamente.

2.2 A TEORIA DE PIAGET

Estudando o desenvolvimento da inteligência biológica desde os primeiros anos de vida, por meio de abordagens e metodologias variadas, através da comparação entre estudos

de diferentes perspectivas e especialidades, Jean Piaget é o autor da Concepção Piagetiana, ou Epistemologia Genética⁴.

Essa perspectiva teórica defende que o conhecimento é adquirido por meio de um processo interdependente entre o desenvolvimento cognitivo, a consolidação da estrutura neurológica de pensamento e as características hereditárias do indivíduo. A abordagem, conhecida também como "Teoria do Conhecimento", demonstra a existência de uma estreita relação entre a capacidade de aprendizagem e o desenvolvimento do sistema nervoso.

Baseando-se nos conhecimentos de Jean Piaget, Munari (2010) elucida que o intelecto humano se ajusta ao ambiente em que vive. A incorporação de novos elementos ao conhecimento prévio resulta em modificações neurais para adequação aos novos dados. É essencial ressaltar que a concepção de objetos não é inata, mas sim construída por meio de um processo de assimilação e acomodação. Em resumo, a adaptação intelectual, assim como qualquer outra forma de adaptação, implica em um equilíbrio progressivo entre assimilação e acomodação.

À luz da Epistemologia de Piaget, o autor manifesta ainda que para adquirir um bom aprendizado, é imprescindível ter uma compreensão sólida. E para alcançar tal compreensão, é necessário reconstruir, por conta própria, não apenas o conceito ou objeto em questão, mas também o caminho percorrido desde o gesto inicial até esse conceito ou objeto. Além disso, esse princípio pode ser aplicado tanto ao objeto do conhecimento quanto ao sujeito que está adquirindo conhecimento. Nesse sentido, é essencial desenvolver, simultaneamente, juntamente com todo o processo de aprendizado, uma metarreflexão sobre o próprio processo de aprendizagem (Munari, 2010).

A metodologia educacional que se baseia no Construtivismo, de autoria de Piaget, é um processo de natureza social, no qual o conhecimento emerge a partir da construção pessoal do estudante (Fossile, 2010). "Não se aprende a experimentar simplesmente vendo o professor experimentar, ou dedicando-se a exercícios já previamente organizados: só se aprende a experimentar, tateando, por si mesmo, trabalhando ativamente, ou seja, em

⁴ Epistemologia Genética: O termo "Epistemologia Genética", cunhado por Piaget, evidencia sua principal preocupação. A Epistemologia é conceituada como uma reflexão sobre os princípios fundamentais das Ciências: Episteme (que representa a Ciência no sentido mais amplo, conforme compreendido pelos gregos antigos, e, especialmente, mas não exclusivamente, os fundamentos do conhecimento científico em nossa perspectiva moderna) + logos (tratado, estudo). O autor enfatiza sua preocupação metodológica com relação à forma como o conhecimento emerge no ser humano (Abreu, *et al.*, 2010).

liberdade e dispondo de todo o tempo necessário (Piaget, 1949, p. 39). Baseando-se nessa premissa, que Piaget considera de extrema importância, é elucidado pelo próprio autor: "[...] ora, na maior parte dos países, a escola forma linguistas, gramáticos, historiadores, matemáticos, mas não educa o espírito experimental. É necessário insistir na dificuldade muito maior de se formar o espírito experimental do que o espírito matemático nas escolas primárias e secundárias" (Piaget, 1949, p. 39).

Diante disso, apresenta-se uma proposta de instituição educacional desprovida de coerção, na qual o aluno é instigado a participar ativamente, a fim de reestruturar autonomamente o conhecimento que lhe é necessário adquirir. Em essência, esse é o projeto educativo delineado por Piaget (Munari, 2010). No que diz respeito ao desenvolvimento educacional infantil, campo de estudo amplamente investigado e aprofundado pelo autor, Piaget (1949) esclarece: "A criança pequena, estando mais desenvolvida do ponto de vista sensório-motor do que do da lógica verbal, convém proporcionar-lhes esquemas de ação sobre os quais possa basear-se posteriormente. Por conseguinte, uma educação sensório-motora, tal como se pratica, por exemplo, na Casa das Crianças de Genebra favorece a iniciação à matemática" (Piaget, 1939, p. 37).

O paradigma construtivista preconiza que as crianças inseridas no contexto da Educação Infantil devem ser expostas à língua escrita. Nesse sentido, a atuação da professora ao realizar a leitura para os educandos possibilita que estes percebam a própria prática da leitura e desenvolvam interesse pela escrita. É fundamental que tanto a leitura quanto a escrita estejam presentes no processo de alfabetização. A partir dessa descoberta, é possível compreender as concepções das crianças acerca da escrita e da leitura. Todos os processos que promovem mudanças nas concepções infantis devem estar intrinsecamente relacionados aos conflitos gerados pela interação entre o sujeito e o objeto (Nunes, 1990).

A autora também ressalta que a percepção infantil difere da percepção dos adultos, cabendo ao educador compreender esse processo. Ao mesmo tempo, o professor deve relembrar à criança as conquistas que ela alcançou antes de expressar suas próprias ideias com o intuito de estimular sua compreensão. Esse olhar do educador em relação a aos avanços conquistados pela criança é de suma importância e representa uma característica fundamental do Construtivismo. Os profissionais responsáveis pela alfabetização devem compreender as produções infantis e saber valorizá-las, considerando-as como construções

genuínas que indicam progresso, e não como erros. São os chamados "erros" construtivos (Nunes, 1990).

A teoria de Piaget estrutura o desenvolvimento cognitivo em quatro períodos distintos, também conhecidos como estágios:

- Estágio sensório-motor, abrange o período compreendido entre 0 e 2 anos de idade.
- Estágio pré-operatório, ocorre entre os 2 e 7 anos de idade.
- Estágio de operações concretas, abrange o período dos 7 aos 13 anos de idade.
- Estágio operatório-formal, inicia-se a partir dos 13 anos de idade até a vida adulta.

Conforme descrito por Lakomy (2003), as fases se caracterizam da seguinte forma:

O estágio sensório-motor (0 - 2 anos) é definido pela ausência de pensamentos que se relacionam com representações simbólicas. Nesse sentido, o bebê não associa suas memórias com representações que possam evocar pessoas ou objetos na ausência deles. Nesse período os recém-nascidos apresentam reflexos básicos que são gradualmente ampliados à medida que ocorre a maturação do sistema nervoso e a interação com o ambiente. Esses fatores sensoriais (percepções) e motores (ações) são responsáveis pelo desenvolvimento de seus primeiros esquemas de ação sem a presença de representações mentais. Tal conduta prática possibilita que a criança construa esquemas de ação mais complexos, os quais servirão de base para todas as futuras construções cognitivas.

O estágio pré-operatório (2 - 7 anos) se caracteriza pelo desenvolvimento da capacidade simbólica. Nessa fase a criança não depende exclusivamente de suas sensações e movimentos para reconhecer o mundo, os esquemas mentais já constituídos permitem a distinção entre imagens, palavras e símbolos, e a interpretação de seus significados. Por exemplo, a figura da mãe segurando sua bolsa, ativa a percepção de que a mãe vai sair de casa. Ou seja, os significantes e significados passam a ser cada vez mais compreensíveis. Determinados comportamentos são peculiares a esta dessa faixa etária, tal como:

- Predomínio do egocentrismo, a conduta da criança é voltada para si própria, havendo dificuldade de diferenciar-se dos outros
- O pensamento reversível ainda não está desenvolvido, a criança é capaz de operar problemas matemáticos ($2 + 1 = 3$), mas não compreende o caminho reverso da operação ($3 - 2 = 1$), por exemplo.

- Pensam de forma antropomórfica e animista, atribuem comportamentos humanos, sentimentos e emoções a animais e objetos inanimados, por exemplo: a boneca chora porque está com fome, ou, o ursinho dorme porque está cansado.
- Possuem raciocínio transdutivo de caráter pré-lógico, ou seja, baseiam-se em conhecimentos já adquiridos para deduzir situações de semelhança, por exemplo: se a banana verde não faz bem para a saúde, o abacate também não deve fazer.

Já no estágio das operações concretas (7 – 13 anos) ocorre o desenvolvimento do raciocínio lógico baseado na realidade concreta. Nesse período a capacidade cognitiva amadurece, adquirindo as seguintes características:

- Há o despertar do egocentrismo e a percepção das regras de coletividade da sociedade. Nesse contexto, a criança se interessa pelo pensamento do outro, buscando expressar também suas ideias em busca de validação.
- A criança adquire a capacidade de pensamento reversível, raciocinando de forma bidirecional, tanto no aspecto matemático, quanto no subjetivo.
- O pensamento agora é indutivo, e não mais transdutivo. Ou seja, as conclusões são baseadas em evidências específicas e em verdades já conhecidas, não mais em concepções particulares da criança.
- O pensamento fantasioso é substituído pelo pensamento realista, ou objetivo.
- Inicia-se a busca pela comprovação empírica de reflexões e pensamentos.

No último estágio, operatório-formal (13 anos em diante), o adolescente se utiliza do pensamento lógico de forma mais evoluída. O raciocínio hipotético-dedutivo adquirido a partir dessa idade permite gerar ideias que se desprendem da realidade concreta e constroem uma realidade conjetural a partir de hipóteses próprias. As características predominantes nesse estágio correspondem a:

- Capacidade de pensamento abstrato e testagem sistemática das hipóteses elaboradas.
- A linguagem torna-se uma ferramenta para a criação de suposições e investigações.
- O raciocínio opera por meio de quatro processos: análise combinatória⁵, correlação, inversão e reciprocidade. É através desses quatro procedimentos que o indivíduo

⁵ Análise combinatória: "capacidade de combinar entre si elementos de conjuntos diferentes para construir um outro conjunto" (Lakomy, 2003, p. 37).

estabelece seus mecanismos cognitivos, que continuam a se expandir no decorrer do seu amadurecimento.

Piaget postula que o processo de aprendizagem é subordinado ao desenvolvimento cognitivo, a elaboração do conhecimento se dá de forma espontânea pela criança, seguindo o sentido: individual - social. Dessa forma, a maturação biológica do ser humano segue um padrão universal onde o pensamento antecede a linguagem, que se manifesta apenas como uma forma de expressar o repertório mental previamente adquirido (Lakomy, 2003).

2.3 O CONSTRUTIVISMO EM SALA DE AULA

A abordagem construtivista sobrepuja-se aos saberes teóricos, corresponde a uma perspectiva educacional que compreende o aluno como elemento central na construção do conhecimento, respeitando suas individualidades e potencialidades, a fim de direcionar o processo de aprendizagem, sobretudo, para o seu desenvolvimento emocional. Nesse sentido é importante que o educador esteja alinhado o princípio construtivista, atuando como um facilitador e orientador de sua edificação intelectual e psíquica. "A versão construtivista não pode ser entendida como uma simples teoria, e sim, como um referencial explicativo que pretende mostrar que o processo ensino-aprendizagem é um processo social em que o conhecimento é resultado da construção pessoal do aluno. E é importante perceber que o professor é um mediador importante nessa construção. Ele é um agente mediador entre a sociedade e o aluno" (Fossile, 2010, p. 110).

Lakomy (2003) revela que a visão construtivista propõe aos gestores educacionais os seguintes parâmetros:

- Aprendizagem iguala-se ao desenvolvimento: não existe relação de causa e consequência entre aprendizagem e desenvolvimento, os dois termos devem ser entendidos como o mesmo conceito, sendo a aprendizagem o próprio desenvolvimento do aluno.
- Desafios: a versão construtivista pressupõe atividades dinâmicas e desafiadoras que estimulem o pensamento crítico, a argumentação, a investigação e o empirismo.

- Pensamento abstrato: o que coordena a aprendizagem é o raciocínio abstrato, se o professor proporcionar um ambiente educacional com discussões, experiências e projetos educacionais, o raciocínio abstrato pode se transformar em algo tangível.
- Estímulo do pensamento: a sala de aula deve servir como uma comunidade educativa comprometida com o diálogo entre alunos e professores, pensamento crítico e atividades de tomada de decisão. Cabe aos estudantes a defesa e o compartilhamento de suas ideias que se tornarão válidas à medida que se demonstrarem coerentes e relevantes para o coletivo.

Complementando as concepções acerca da metodologia de Piaget, Gregório e Pereira (2012, p. 62) defendem: "É preciso que o professor reflita o novo, estude, aprenda e esteja aberto às novas pedagogias. Refletir sobre o novo já é o primeiro passo para o entendimento dessa nova teoria com relação ao ensino-aprendizagem, nessa reflexão todos saem ganhando: o aluno que passa a ter um novo professor, dessa vez mediador no seu processo de aprendizagem, e o próprio professor partindo das primícias de que somos seres em constante mudança, em constante aprendizado". Braga, Santos e Lopes (2020) complementam que a pedagogia construtivista quebra os paradigmas tradicionais de que o conhecimento está centrado na figura do professor. No processo de construção do conhecimento o professor passa a ser o mediador do saber, cooperando com o processo de ensino-aprendizagem. Nesse caso, o aluno não é somente o receptor dos conteúdos, mas mantém uma postura autônoma e ativa diante das atividades educacionais.

Sob uma perspectiva tecnológica, os autores salientam ainda que os meios digitais fomentam interações que cooperam com a metodologia construtivista: "O uso de ferramentas tecnológicas trazidas pelo ambiente virtual também são influências externas de métodos ativos nesse processo de autoaprendizagem. A construção do conhecimento é promovida num espaço afetivo e de constante interação. Assim, a proposta cognitivista de Piaget leva instituições e educadores a repensarem a prática pedagógica num ponto de vista a promover um ensino estimulador, desafiante e interativo" (Braga, Santos e Lopes, 2020, p. 5).

Conforme destacado por Fossile (2020), Lakomy (2003) e Fosnot (1998), há diferenças significativas entre a educação tradicional e a educação construtivista quando aplicadas em sala de aula. A abordagem pedagógica tradicional se baseia principalmente na estrutura hierárquica do ambiente educacional, onde o professor é o transmissor do

conhecimento e desempenha o papel central no processo de aprendizagem. Por outro lado, a abordagem construtivista apoia-se na construção ativa do aprendizado por parte do aluno, sendo o professor o mediador entre o conhecimento e o estudante. O Quadro 1 apresenta as diferenças comparativas entre as duas perspectivas metodológicas.

Quadro 1: As diferenças entre o tradicionalismo e o construtivismo em sala de aula.

Educação Tradicional	Educação Construtivista
O currículo é estritamente aderente às normas estabelecidas	O currículo é passível de alterações e possui flexibilidade para se adaptar às necessidades
O currículo é elaborado de forma progressiva, priorizando as habilidades básicas	O currículo é construído de forma holística, partindo do todo para as partes, com ênfase nos conceitos relevantes
O corpo discente é considerado uma "folha em branco" e apenas o professor pode auxiliar o aluno a assimilar as informações	O corpo discente é considerado um agente ativo e um pensador capaz de relacionar teorias com o mundo ao seu redor
Os conteúdos são transmitidos aos alunos pelos professores, o ensino é verticalizado	O professor atua como mediador, promovendo interações e facilitando a conexão entre o aluno e o meio. Valoriza as perguntas e dúvidas dos alunos
Ao avaliar a aprendizagem do aluno, o professor busca apenas a resposta correta que corresponda às expectativas do planejamento educacional	Ao avaliar a aprendizagem, o professor busca compreender o ponto de vista do aluno, visando identificar suas concepções atuais e incorporá-las nas próximas aulas
A avaliação é vista como uma prática separada do ensino e geralmente ocorre por meio de provas ou outras atividades avaliativas	A avaliação não é separada do processo de ensino, mas é considerada uma parte integrante. Ela ocorre através da observação do professor enquanto os alunos desenvolvem e apresentam trabalhos
Os alunos geralmente trabalham de forma individual	Os alunos, em geral, realizam suas atividades e trabalhos de forma colaborativa em grupos

Fonte: Elaborado pela autora (2020), a partir de Fossile (2020) Lakomy (2003) e Fosnot (1998).

Fossile (2020) defende que o construtivismo já está amplamente estabelecido nas práticas pedagógicas dos docentes comprometidos com a educação, sendo as aulas tradicionais, onde os alunos são vistos como uma "tábula rasa" praticamente inexistentes na atualidade. Pode-se concluir, portanto, que o método construtivista não é um conceito extremamente inovador, mas uma perspectiva adotada por grande parte das instituições de ensino nos dias atuais.

2.4 A TEORIA DE VYGOTSKY

Este renomado expoente da história educacional, Lev Semionovich Vygotsky, dedicou sua carreira profissional à Psicologia, debruçando-se principalmente nas áreas de estudo relacionadas ao desenvolvimento intelectual infantil. O autor é proponente da teoria interacionista, também conhecida como sociointeracionista, pois sustenta que o desenvolvimento das funções mentais, o pensamento, a linguagem, a memória e a percepção, ocorre por meio das interações sociais. Ivic (2010) descreve o conceito vygotskiano da seguinte forma: "[...] se houvesse que definir a especificidade da teoria de Vygotsky por uma série de palavras e de fórmulas chave, seria necessário mencionar pelo menos as seguintes: sociabilidade do homem, interação social, signo e instrumento, cultura, história, funções mentais superiores. E se houvesse que reunir essas palavras e essas fórmulas em uma única expressão, poder-se-ia dizer que a teoria de Vygotsky é uma teoria socio-histórico-cultural do desenvolvimento das funções mentais superiores" (Ivic, 2010, p. 15).

Vygotsky apoia-se em quatro teses principais para embasar sua teoria, sendo estas: a relação indivíduo-sociedade, a influência da cultura na função psíquica, a biologia cerebral e os elementos simbólicos da comunicação. Baseando-se em Oliveira (1997) e Coelho e Pisoni (2012), descreve-se as concepções de Vygotsky conforme apresentado a seguir:

- A relação indivíduo-sociedade sugere que as características mentais e comportamentais humanas são adquiridas a partir do contato social e das interações com o meio. A relação entre a sociedade e o indivíduo desencadeia constantes mudanças de ordem intelectual, sendo estas transformações produzidas em grande medida pelos artefatos culturais da comunidade a qual o indivíduo está inserido. O aprendizado e a troca de ideias deve ocorrer dentro da zona de desenvolvimento proximal do indivíduo, que corresponde a diferença entre o nível de desenvolvimento atual da criança e seu potencial de desenvolvimento. Ou seja, do ponto de partida até onde se pretende chegar. Este importante conceito da teoria de Vygotsky ressalta que é fundamental o contato com o outro para mediar o processo, pois é por meio de outrem que o psiquismo humano atribui e delimita significados à realidade. Nesse contexto, a troca de saberes e experiências entre crianças é bastante valiosa, pois contribui significativamente para a evolução conjunta da dimensão intelectual.

- A influência da cultura na função psíquica refere-se a uma parte constituinte da natureza humana que se relaciona com os costumes, a arte, a educação, a civilização, os valores, as tradições, o conhecimento, entre outros aspectos sociais. Fica evidente, portanto, que o desenvolvimento humano não é passivo, nem tão pouco autossuficiente, mas está intrinsicamente ligado ao contexto cultural. Vygotsky constata que o desenvolvimento cognitivo, no que tange as capacidades linguísticas de fala e de pensamento interior, divide-se entre funções primárias e superiores. As funções primárias, como percepção, atenção e memória são adquiridas primeiro, sendo comuns aos animais e aos humanos. Posteriormente, adquire-se as funções superiores, vinculadas aos humanos especificamente, como a consciência, a formação de conceitos, a fala, a vontade, as emoções, etc. Essas funções desenvolvem-se no interior da vida social do indivíduo, e é por meio delas que se torna possível criar e transformar os modos de ação no mundo.
- A biologia cerebral é a base do funcionamento psicológico, na qual o cérebro é reconhecido como o órgão central das atividades mentais. Este componente é considerado um sistema aberto pois é capaz de moldar suas estrutura e funcionamento sem que ocorram transformações físicas. A espécie humana nasce pouco preparada para a sobrevivência imediata autônoma, o bebê recém-nascido até os 2 anos de vida depende totalmente dos cuidados de adultos para se manter vivo e saudável. Em termos cognitivos significa que o cérebro inicia o processo de desenvolvimento com muitas funções abertas, a serem desenvolvidas em contato com o mundo e principalmente com os indivíduos de sua própria espécie. Essa imaturidade do organismo e a impressionante plasticidade do sistema nervoso central estão relacionadas com a grande capacidade de adaptação cerebral a diferentes situações.
- Os elementos simbólicos da comunicação atuam como mediadores entre as interações humanas e com o meio. Os signos linguísticos convencionais, de natureza gramatical, são formas gráficas que evocam imagens mentais, materializando psiquicamente estas imagens, este processo envolve dois elementos principais: o significado e o significante, que juntos formam um signo, os quais se unem a outros signos formando um sistema. Vygotsky enfatiza que a linguagem desempenha um papel de destaque no processamento cognitivo, sendo a fala uma exclusividade da humanidade. Por

meio de estudos sobre o desenvolvimento da fala com o público infantil, Vygotsky constatou que este recurso comunicacional não rege o comportamento humano, como se acreditava. Na verdade, a fala se caracteriza como uma atividade prática onde a coletividade promove o aproveitamento e o desenvolvimento desta habilidade. Nesse sentido, cabe destacar que é por meio do contato com a cultura, com o cotidiano, com o conhecimento histórico e social que se dá o aprimoramento da linguagem.

2.5 OS CONCEITOS VYGOTSKYANOS E OS MEIOS DIGITAIS

A teoria de Vygotsky relaciona-se significativamente com as tecnologias e a cibernética. O ambiente digital e a rede global de internet promovem de forma facilitada a interação social, a colaboração entre as pessoas e o desenvolvimento histórico-cultural dos indivíduos, desempenhando, portanto, um papel crucial no contexto educacional. "[...] Pensar no processo de desenvolvimento cognitivo do indivíduo nos dias atuais pressupõe a necessidade de considerarmos a presença das tecnologias informáticas no contexto o qual o mesmo está inserido. Desta forma, é necessário compreender a função que este tipo de instrumento exerce no respectivo processo" (Richit, 2004, p. 7).

Os meios digitais, se usados de forma adequada, proporcionam um espaço de aprendizado alinhado com a perspectiva pedagógica de Vygotsky. Estes ambientes digitais fornecem uma grande variedade de elementos interativos que enriquecem a experiência de aprendizagem e reforçam a internalização sobre a capacidade de resolução de problemas, além disso, a cooperação entre os usuários permite a construção coletiva e colaborativa do conhecimento.

Nessa perspectiva, a intervenção escolar é importante para proporcionar aos alunos oportunidades de desenvolvimento coletivo pautadas no entrosamento, na coesão e na motivação conjunta. A construção do conhecimento e dos valores, associada a esta conjuntura social, deve integrar as tecnologias informáticas como instrumentos de apoio para a prática pedagógica a fim de ampliar as relações interpessoais e intrapessoais. Ou seja, a relação entre os sujeitos e, entre os sujeitos e os dispositivos tecnológicos, colaborando para estruturação e evolução da aprendizagem através da ideia de "coletivo seres-humanos-com-

mídias⁶" (Richit, 2004). Corroborando com essa concepção, Soares *et al.* (2022, p. 7) mencionam: "O atual contexto sociocultural e a necessidade da formação contínua do principal mediador responsável por atuar na interação epistemológica convida a uma discussão sobre os desdobramentos dos conceitos basilares de Vygotsky nas práticas pedagógicas no âmbito virtual" (Soares *et al.*, 2022, p. 7).

O recente levantamento de dados executado pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC), departamento vinculado ao Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br), provê informações acerca da integração das tecnologias digitais no ambiente educacional. A pesquisa realizada em âmbito nacional, que se intitula "TIC Educação" investiga o acesso, uso e apropriação das tecnologias de informação e comunicação (TIC) pela comunidade educativa, notadamente por alunos e docentes, em atividades relacionadas ao ensino, aprendizagem e administração escolar. A coleta dos dados ocorreu em escolas públicas e privadas, em áreas rurais e urbanas, sendo conduzida com estudantes do Ensino Fundamental e Médio.

Os resultados divulgados viabilizam a correlação com a indagação de Soares *et al.* (2022) acerca das ramificações dos princípios de Vygotsky nos ambientes de ensino digital, indicando uma resposta tangível. As estatísticas apresentadas apontam que a maioria dos professores emprega a tecnologia para promover a resolução de problemas e a aprendizagem colaborativa, o que evidencia uma significativa consonância com as teorias de Vygotsky. Em torno deste contexto, a entidade promotora da pesquisa (CETIC, 2023), denota: "No que diz respeito ao desenvolvimento de habilidades digitais dos estudantes relacionadas ao pensamento computacional e à resolução de problemas, 64% dos professores afirmaram sempre ou quase sempre incentivar que os alunos trabalhassem colaborativamente no uso de tecnologias digitais" (CETIC, 2023, p. 26).

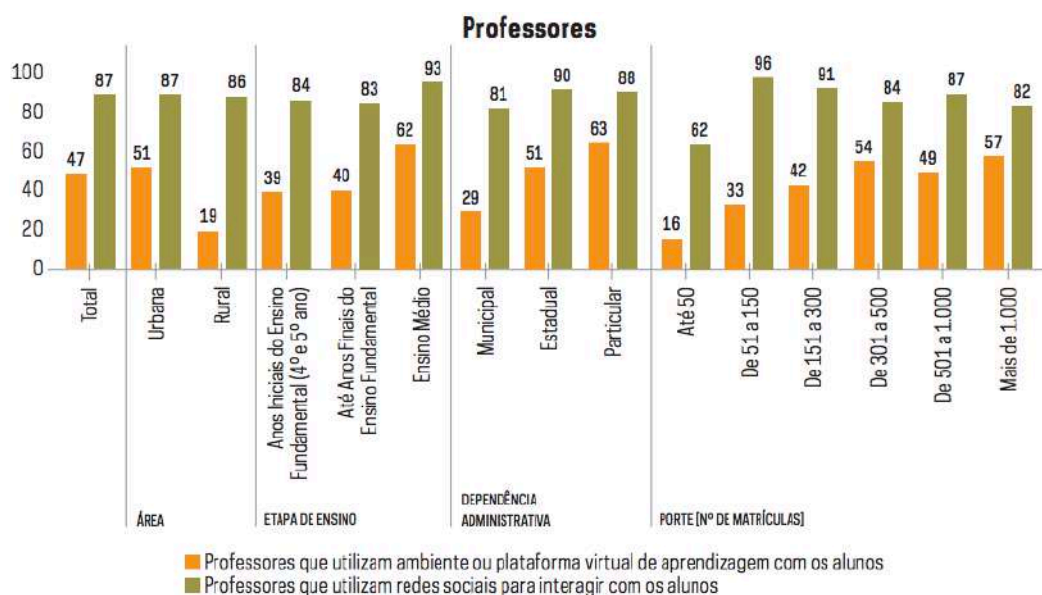
Neste contexto é importante ressaltar que a educação midiática não se limita a uma disciplina isolada na programação escolar, mas deve ser integrada de forma transversal, abrangendo oportunidades diversas áreas do conhecimento. Dessa forma, promove-se o desenvolvimento da cidadania digital e o aprimoramento das habilidades criativas dos estudantes, principalmente das crianças, adolescentes e jovens.

⁶ Coletivo seres-humanos-com-mídia: conceito idealizado por Lévy (1993,1999), o autor defende que o uso de mídias na escola pode reorganizar o pensamento de forma diferenciada, facilitando a compreensão e aprendizagem sobre conceitos.

O sociointeracionismo, abordagem metodológica defendida por Vygotsky, enfatiza a importância da colaboração entre as pessoas e a integração da aprendizagem por meio do desenvolvimento conjunto. Os resultados obtidos no levantamento do CETIC (2023) indicam que a incorporação da tecnologia no ambiente escolar oferece uma ampla gama de possibilidades para os professores promoverem a aprendizagem colaborativa entre os alunos. Os dados obtidos no estudo evidenciam que os professores desempenham um papel fundamental como mediadores do ensino ao fornecerem as tecnologias como ferramentas para aprimorar a capacidade dos alunos de tomar decisões, resolver problemas, pensar de forma criativa e gerar inovação em diversas disciplinas do currículo escolar.

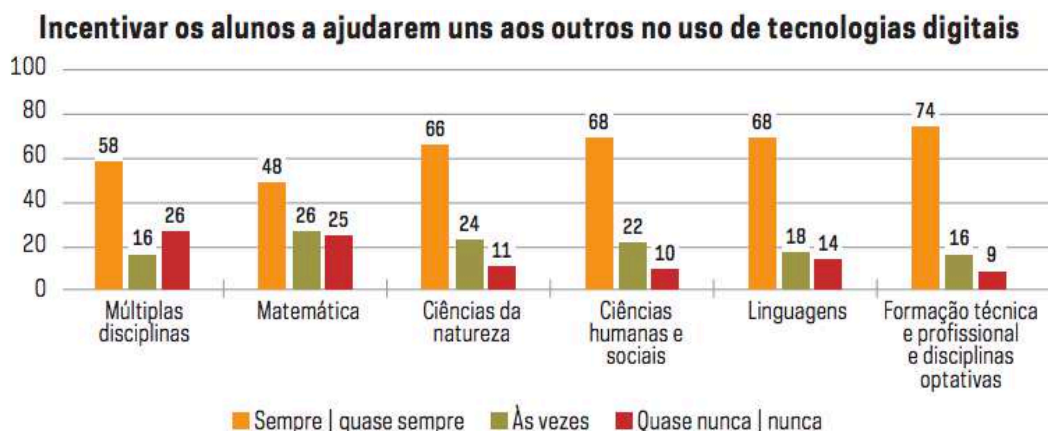
A respeito da atuação dos educadores neste contexto digital, a entidade afirma: "[...] O apoio aos professores é uma via importante de aprimoramento da qualidade da oferta de educação aos estudantes. No que concerne ao uso de tecnologias digitais, os professores são mediadores essenciais para estimular e criar oportunidades de desenvolvimento de habilidades digitais entre os estudantes, para que possam usufruir dos benefícios, ao mesmo tempo que se tornam mais resilientes, capazes de mitigar os possíveis riscos da apropriação desses recursos (CETIC, 2023, p. 90). Os gráficos a seguir notabilizam informações centrais pertinentes ao uso das tecnologias digitais em sala de aula.

Gráfico 1: O uso de AVAs, plataformas educacionais e redes sociais por professores.



Fonte: CETIC (2022).

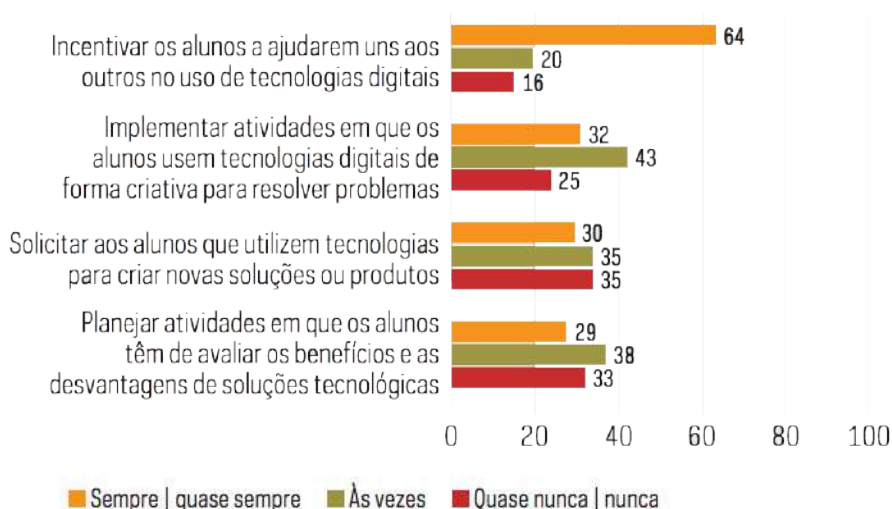
Gráfico 2: O uso das tecnologias para o incentivo da cooperação mútua.



Fonte: CETIC (2022).

Gráfico 3: Finalidades do uso dos dispositivos tecnológicos por professores.

Total de professores de escolas de Ensino Fundamental e Médio (%)



Fonte: CETIC (2022).

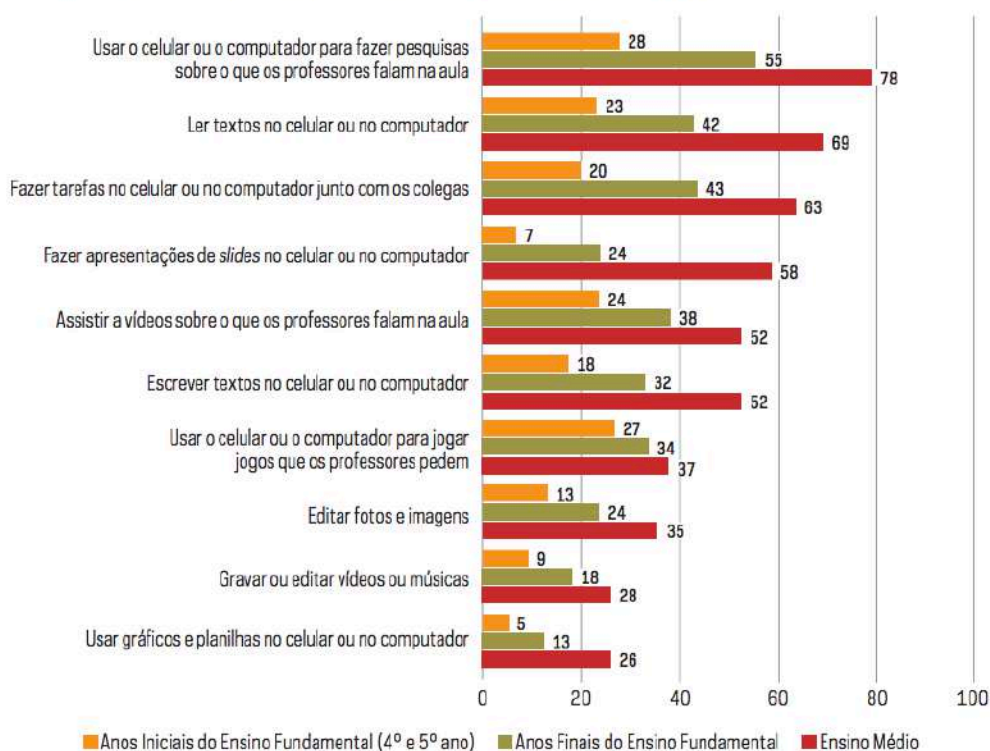
A análise dos dados coletados revela uma ampla prevalência do uso de dispositivos tecnológicos em atividades relacionadas à interação, colaboração e socialização entre alunos e professores. É notável que um grande número de docentes utiliza as redes sociais como meio de comunicação, superando o uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Isso sugere uma necessidade significativa de interação social com os alunos, bem como de comunicação rápida e direta. Os gráficos também destacam o uso expressivo da tecnologia para incentivar a colaboração entre os estudantes, especialmente em sua formação técnica e profissional.

Essa abordagem pode cultivar hábitos saudáveis de convivência e cooperação social nos futuros ambientes profissionais dos estudantes. Além disso, os dados indicam que as tecnologias são frequentemente utilizadas para desenvolver atividades que envolvem a resolução de problemas, a criação de soluções inovadoras e o planejamento de atividades que estimulam o pensamento crítico dos estudantes.

O Gráfico 4 demonstra que os estudantes incorporam a tecnologia para diversos fins educacionais. Os recursos de mídia nativos dos aparelhos, como vídeos, fotos e áudio, são bastante utilizados nas atividades didáticas. Além disso, outras funções digitais, como jogos, apresentações de slides e edição de gráficos e planilhas, também desempenham um papel importante no desenvolvimento da aprendizagem.

Gráfico 4: Finalidades do uso dos dispositivos tecnológicos por alunos nas escolas.

Total de alunos de escolas de Ensino Fundamental e Médio usuários de Internet (%)



Fonte: CETIC (2022).

Fica claramente demonstrado que as tecnologias digitais são instrumentos que viabilizam a aplicação da metodologia vygotskiana, uma vez que a conectividade e os recursos disponíveis proporcionam um vasto potencial de comunicação e sociointeração.

2.6 PSICOLOGIA COGNITIVA: MEMÓRIA E APRENDIZADO

A Psicologia Cognitiva desempenha um papel fundamental no sistema de aprendizagem, pois busca a profunda compreensão dos processos mentais que estão por trás do comportamento humano. No contexto educacional, este campo de estudo coopera para a identificação de inúmeras dificuldades e limitações cognitivas, possibilitando a elaboração de estratégias educacionais que promovam um ambiente mais significativo, estimulante e acolhedor para os alunos.

Sternberg (2010) debruçou-se cientificamente sobre o entendimento dos processos mentais envolvidos na área cognitiva do cérebro humano, adotando em sua obra uma perspectiva interdisciplinar que percorre os campos da Psicologia, Neurologia, Filosofia e Tecnologia. Conforme descrito pelo autor, os "Processos Mnésicos" correspondem aos desdobramentos mentais relacionados à memória, essa capacidade cognitiva de reter, armazenar e aprender novas informações. O autor sublinha quatro aspectos principais em torno dessa dinâmica: a forma como as informações são codificadas e armazenadas; o processo de recuperação da memória; as interferências que podem ocorrer nas memórias já armazenadas, e por último, os desafios enfrentados pela memória com o avanço da idade.

Sternberg (2010) revela que a memória opera por meio de três estágios de processamento: Codificação, Armazenamento e Recuperação. Em grande parte das vezes, essas atividades são desempenhadas de forma sequencial. A Codificação é responsável por converter informações físicas e sensoriais em representações mentais que podem ser localizadas na memória, o Armazenamento refere-se à maneira como esses dados são guardados na memória, e a Recuperação está relacionada com a evocação dessas memórias.

A memória possui duas categorias de armazenamento, a de curto prazo e a de longo prazo. A memória de curto prazo codifica as informações mais efetivamente por meio dos recursos auditivos. De acordo com o resultado das investigações de Conrad (1964), o cérebro parece armazenar com mais precisão as informações que escuta em relação as que vê. Nesse sentido, quando ocorrem falhas ao tentar lembrar de memórias de curto prazo, esses erros tendem a manifestar-se por meio de confusões com os sons. Já a memória de longo prazo é codificada prioritariamente pelo modo semântico, ou seja, pelo significado que o indivíduo atribui às informações.

A transferência da memória de curto prazo para a memória de longo prazo depende da memória declarativa e não declarativa. Conforme descrito por Sternberg (2010), a memória declarativa de longo prazo ocorre por meio de inúmeros processos. Prestar atenção atentamente a uma informação é um dos caminhos conhecidos desta função. Outro exemplo é a associação entre as novas informações que estão sendo recebidas e as informações já conhecidas e compreendidas pelo cérebro, o que se denomina de "Consolidação". Algumas manifestações da memória não declarativa processam as informações de maneira rápida e volátil, esquecendo facilmente, outras se mantêm disponíveis em função dos padrões de repetição, como amarrar os sapatos, por exemplo.

Outro aspecto notabilizado pelo autor diz respeito à maneira como as memórias são adquiridas. Segundo Sternberg (2010), as memórias tendem a ser melhores quando são obtidas por meio da "Prática Distribuída" e não da "Prática Contínua". Isso ocorre porque na "Prática Distribuída" o aprendizado se consolida através de várias sessões de memorização espalhadas ao longo do tempo, o que chamamos de "Efeito Espaçamento". Por outro lado, na "Prática Contínua" o aprendizado ocorre por meio de sessões concentradas em um curto período de tempo. Quanto maior o tempo de ensaio da aprendizagem, percorrendo longos períodos, melhor será a fixação dos dados.

O declínio da memória também é um elemento apresentado por Sternberg (2010). Quando as informações já estão consolidadas, é menos provável que sofram interferências ou declínios, mas ainda assim há riscos de danos a essas informações. Quando uma memória é trazida para a consciência, ela pode se tornar instável novamente. Para evitar a perda dessa memória, o cérebro utiliza um mecanismo denominado "Reconsolidação", que funciona da mesma forma que a "Consolidação", mas nesse caso, a atividade é realizada por meio do acesso de codificações já processadas anteriormente.

A epistemologia clássica declara que o conhecimento é dividido em duas categorias: o "Declarativo" e o de "Procedimento". Enquanto que o conhecimento "Declarativo" equivale ao processamento de fatos que podem ser expressos verbalmente, como nomes e datas, o conhecimento de "Procedimento" se refere ao que pode ser implementado na prática, como conduzir um veículo na estrada, fazer um cálculo matemático ou amarrar os cadarços do sapato. Ryle (1949) resume a diferença entre essas duas proficiências por meio dos dizeres: “saber que” e “saber como”.

Direcionando suas descobertas para a capacidade de representação cognitiva humana, Sternberg (2010) traça um comparativo entre a forma como o cérebro computa as imagens e as palavras, quando utiliza esses elementos como instrumentos representacionais. O autor esclarece que nem imagens nem palavras são capazes de reproduzir todas as características daquilo que se quer representar, mas são essenciais para a expressão da linguagem humana. De forma geral, as imagens buscam similaridade com as propriedades dos objetos no mundo real. Quando solicitados a desenhar um gato embaixo de uma mesa, focamos nas características anatômicas do animal, como a cabeça, o tronco, as patas e o rabo. Preocupamo-nos em alocar a mesa acima do gato e representá-la com quatro pés que encostam no mesmo chão que o gato pisa. Dessa forma, o desenho tenta reproduzir condições espaciais e de proporcionalidade equivalentes às da realidade tangível. Em contrapartida, as palavras são usadas para representar conceitos abstratos.

Segundo a Teoria do Código Dual, de Paivio (1969, 1971), o ser humano utiliza dois códigos para representar as informações, os imaginados e os verbais. Atuando juntos, esses códigos são capazes de processar, organizar, relacionar e acessar o conhecimento adquirido. Por meio dos códigos analógicos, a mente humana é capaz de criar imagens mentais que se caracterizam por representações perceptivas de estímulos físicos contidos no ambiente. Elementos da natureza, como os rios e as árvores, podem ser representados por códigos analógicos, assim como os ponteiros do relógio, que representam a passagem do tempo. O número 9 traduz a contagem de nove itens, as cores do semáforo representam ações que conduzem à organização do fluxo do trânsito.

Por conseguinte, inúmeras imagens mentais, como os símbolos, são capazes de traduzir analogicamente fenômenos físicos que se manifestam na esfera material. Diferindo dessa teoria, determinados autores propõem a visão da Teoria Propositiva, como Anderson e Bower (1973), e Pylyshyn (1984), que consiste em utilizar proposições para representar qualquer tipo de ação ou relacionamento. Essas proposições atuam codificando informações visuais e verbais. Assim, quando a mente precisa recuperar esses dados, a representação proposicional é acionada, construindo um código verbal preciso. Para exemplificar, pode-se utilizar a seguinte frase: "um camundongo mordeu um gato." A Teoria Propositiva classificaria essa sentença como uma ação, representaria imagneticamente por meio de um camundongo mordendo o rabo de um gato e definiria essa imagem por meio da seguinte

representação proposicional: "morder" [ação], (camundongo [agente da ação], gato [objeto]). Dessa maneira, é possível representar o significado subjacente das coisas de forma taquigráfica, ou seja, abreviando a escrita.

A mente manipula as informações adquiridas de diversas formas. A hipótese da "Equivalência Funcional" destaca que, embora não seja possível criar imagens idênticas aos perceptos, nossa mente tenta se aproximar ao máximo da equivalência funcional dos perceptos. A esquizofrenia oferece um bom exemplo de como o cérebro encontra essas similaridades. Pessoas com esse transtorno experienciam devaneios auditivos que se originam de estímulos reais já armazenados internamente. Nesse sentido, a mente reproduz o som de forma tão parecida com a realidade que fica difícil para as pessoas afetadas distinguir o estímulo autoproduzido do originado externamente (Sternberg, 2010).

Sternberg (2010) também se aprofunda em outros assuntos referentes ao controle dos pensamentos e à assimilação das informações. As rotações mentais, por exemplo, consistem em transformar rotacionalmente as imagens dos objetos. Essa prática imaginativa é mais fácil de ser realizada por pessoas jovens se comparada às idosas. Já a gradação da imagem corresponde a uma representação visual que se equivale funcionalmente à capacidade de percepção do indivíduo. Ou seja, alguns limites como clareza e resolução poderão interferir na construção dessas imagens representacionais. O “escaneamento de imagens” é mais um fenômeno mental, consiste em observar rapidamente imagens que contêm um grande número de informações, estimulando o cérebro a criar códigos imagéticos capazes de memorizar precisamente esse grande volume de dados.

2.6.1 Comunicação: Características e Desenvolvimento

No que tange a comunicação humana e o desenvolvimento da linguagem, Sternberg (2010) elucida três aspectos principais: as propriedades da linguagem, os processos envolvidos na linguagem, e a maneira como adquirimos as nossas capacidades linguísticas. “Linguagem é o uso de um meio organizado de combinação de palavras a fim de criar comunicação” (Sternberg, 2010, p. 303). Ela possibilita a comunicação com os indivíduos ao nosso redor, seja por meio de palavras vocalizadas, escritas ou por gestos (LIBRAS, por exemplo). Essa ferramenta também auxilia na forma como pensamos, proporcionando a

capacidade de refletir sobre elementos intangíveis, como aqueles que não podemos sentir, ouvir ou cheirar.

De acordo com o autor, seis propriedades constituem a linguagem, sendo cada uma delas apresentadas a seguir: 1) Comunicativa, permite que haja comunicação com uma ou mais pessoas que compartilham a mesma linguagem; 2) Arbitrariamente simbólica, cria uma correlação casual entre um símbolo e seu referente, podendo ser este referente um artefato, um conceito, uma ideia ou uma descrição; 3) Estruturada regularmente, possui uma estrutura onde um conjunto de símbolos semelhante constroem significados. Símbolos diferentes e desconexos não geram sentido; 4) Estrutura em níveis múltiplos, pode ser estratificada em diferentes níveis, como fonemas, sílabas, palavras, frases, etc.; 5) Gerativa e produtiva, é capaz de gerar novas formas de expressão, respeitando os limites de sua estrutura. 6) Dinâmica, encontra-se em constante estado de desenvolvimento e aprimoramento.

Existem componentes fundamentais na linguagem. A forma como codificamos e decodificamos a língua é repleta de processos (assim como a memória). A codificação diz respeito a expressão da linguagem e a produção dos elementos que a constituem. Já a decodificação corresponde a assimilação de significados através de referenciais simbólicos, como escutar, ler, ou interpretar ícones pictográficos. A compreensão e a fluência verbal também são elementos importantes da linguagem. Enquanto que a compreensão verbal corresponde a habilidade de entendimento dos elementos da língua, como palavras, texto e parágrafos, a fluência verbal refere-se a aptidão para expressar a produção linguística. Segundo Thurstone (1938), essas duas capacidades podem operar de forma dissociada. É o caso de pessoas em processo de aprendizado de uma segunda língua, por exemplo, é comum que saibam compreender a língua, mas não a reproduzir verbalmente, e vice-versa.

Fonemas, morfemas, léxico e sintaxe são atributos estruturais de uma língua. Juntas, essas partes integram o arranjo sintático de um sistema linguístico. Um fonema é a menor unidade de som de uma língua falada, utilizado para distinguir as palavras. São representados por meio de símbolos que descrevem os sons das sílabas e vogais. Os morfemas são as menores unidades que geram significado em uma palavra, são encontrados por meio do desmembramento das palavras, a palavra “transformado”, por exemplo, é composta por quatro morfemas, o prefixo (trans), a raiz (form) o sufixo (ad) e o segundo sufixo (o), cada um deles atuando para produzir um sentido na palavra (Sternberg, 2010).

O léxico corresponde ao conjunto de todos os morfemas de uma língua, ou seja, todas as palavras existentes em seu vocabulário. Já a sintaxe lida com o arranjo das palavras em uma sentença, diz respeito a forma como os elementos gramaticais são combinados em uma estrutura textual. A compreensão dos componentes que engendram uma determinada língua é fundamental para o desenvolvimento do processo de fala. Sternberg (2010) elucida que somos capazes de perceber a fala com uma rapidez impressionante. É possível que compreendamos até 50 fonemas por segundo de uma língua que se possua fluência (Foulke; Sticht, 1969). Algumas teorias postulam que o processamento neural da compreensão da fala atua por meio de diferentes estágios. A Teoria do Refinamento Fonético defende que o processo se inicia com a análise das sensações auditivas que chegam até os nossos receptores neurais. Posteriormente, o cérebro realiza a eliminação sistemática da combinação entre fonemas, identificando assim as palavras já conhecidas pela memória.

Sternberg (2010) destaca que as funções semânticas e de sintaxe também caracterizam a linguagem de forma importante. A semântica associa-se com a atribuição de significado às palavras, sentenças e expressões. É uma área que se concentra na interpretação de ideias e na relação que se cria entre vocábulos e o que eles descrevem. Na semântica, a denotação (definição literal do dicionário) e a conotação (significado implícito) atuam de forma complementar para gerar significado. A sintaxe é responsável por estruturar a língua gramaticalmente, definindo as regras que a compõem. É essencial para a organização e configuração das frases orações, permitindo relacionar as palavras de forma lógica.

Dessa forma pode-se constatar que a linguagem é um sistema integrativo e complexo, e pode ser utilizada para diferentes propósitos. São inúmeros os conceitos, atributos e componentes existentes em uma língua, atuando em conjunto para auxiliar a comunicação humana. É um elemento “vivo” que pode ser utilizado em diversas situações e contextos, considerando constantemente novas possibilidades de uso e possíveis mudanças que podem ocorrer com o passar do tempo.

2.7 O DESPERTAR DO INTERESSE ESTUDANTIL POR MEIO DA CONTEMPORANEIDADE TECNOLÓGICA

Os estudantes costumam se interessar por ferramentas de ensino que estimulam e facilitam as práticas educacionais. Os instrumentos tecnológicos despertam o interesse e disponibilizam novas alternativas para o ensino-aprendizagem. Moraes e Lima (2018) discorrem: "[...] na atualidade, as tecnologias digitais se tornaram “instituições” primárias da cultura entre pares e passaram a desempenhar um papel importante na vida dos jovens adultos, que se apropriaram delas em suas vidas cotidianas de diferentes formas” (Moraes, Lima, 2018, p. 301). As autoras também esclarecem que além de mediar o pensamento e o e a operação mental, as tecnologias e as simbologias contextuais impõem desafios intelectuais ao proporcionar ambientes de aprendizagem novos e diferenciados (Moraes, Lima, 2018). Complementarmente, Nunes (2017) expressa: “[...] muitas instituições de ensino em todo o mundo já aderiram ao movimento *Bring Your Own Device (BYOD)*, que significa “traga seu próprio dispositivo”. Nele, alunos do ensino superior são incentivados a levar seus *tablets* e *smartphones* para a sala de aula, usando-os para acessar livros texto e outros materiais necessários ao curso” (NUNES, 2017, p. 23).

Para Santaella (2010) as mídias digitais apresentam um diferencial positivo em relação as outras mídias, por meio desta ferramenta os estudantes lidam com o grande volume de informações (excesso informacional) de forma não linear, e isso acarreta mudanças na forma de aprender, que se difere dos formatos anteriores. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNS), por exemplo, é de responsabilidade da escola inserir a criança na realidade atual da sociedade em que vive. Nesta perspectiva, o Governo Federal Brasileiro, em parcerias com as Universidades Federais e Secretarias Estaduais lançou no ano de 2013 o Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio, “[...] o objetivo é promover uma formação continuada, utilizando *tablets* para cerca de 495,6 mil docentes do ensino médio que trabalham em 20 mil escolas públicas do país” (Barros *et al.*, 2014, p. 2).

Estas políticas de incentivo à integração da tecnologia na Educação, juntamente com os movimentos de transformação sociais, provocam impactos, sobretudo mercadológicos, na aquisição de dispositivos móveis também por parte das instituições de ensino particulares.

“Dados do *IDC*⁷ Brasil apontam um crescimento de 157% na venda de *tablets* em 2013 se comparado ao ano anterior. Em 2013 foram vendidos 8,4 milhões de *tablets* e um dos motivos apontados pelos pesquisadores é a utilização por crianças nas escolas” (Barros *et al.*, 2014, p. 2). Nota-se neste contexto, que os educadores vêm buscando adaptar as práticas tradicionais de ensino às novas abordagens pedagógicas advindas das ferramentas digitais.

A partir de estudos de campo realizados com crianças de 2 a 7 anos, por Barros *et al.* (2014), autores de uma pesquisa sobre o uso de *tablets* na Educação, constatou-se que a inclusão destas ferramentas nas aulas regulares proporcionou um aumento do interesse dos alunos nas disciplinas de Matemática, Português, Inglês e Artes, além de auxiliar a interação e inclusão de alunos com hiperatividade e autismo. Observou-se também que estes dispositivos disponibilizam elementos recreativos que auxiliam a aprendizagem. Os autores expressam: “[...] os *tablets* proporcionam a vivência de maneira lúdica do processo de desenvolvimento do conhecimento, sendo a criança a descobridora a partir de seu próprio ritmo” (Barros *et al.*, 2014, p. 8). Os autores acreditam que as tecnologias não devem ocupar integralmente o espaço dos recursos de ensino tradicionais, mas complementar de forma equilibrada o processo de ensino/aprendizagem.

2.8 TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO *ONLINE*

“Durante as últimas décadas, as instituições educacionais vêm passando por um processo de mudança muito significativo, com destaque para o crescimento da Educação a Distância no processo educacional” (Sousa, *et al.*, 2016, p. 44). Recentemente, com as alterações na configuração dos formatos de ensino-aprendizagem no Brasil, provocadas por conta da pandemia do Covid-19, o Ensino a Distância (EaD) deixa de ser somente uma alternativa para os estudantes que não podem comparecer presencialmente nas aulas e se consolida como uma modalidade de ensino. Esta transição, que ocorre de forma inesperada na atualidade, origina-se de decretos governamentais e de orientações da Organização Mundial de Saúde em vistas de preservar a saúde e a vida humana. Neste sentido, educadores e educandos estão diante de novos desafios e se veem na necessidade de explorar, compreender e dominar este novo modelo de ensino.

⁷ *IDC: Internacional Data Corporation.*

Apesar das dificuldades vivenciadas neste período de adaptação, os aspectos positivos que acompanham o uso das ferramentas digitais no EaD são amplos. De acordo com Santos (2005), os alunos precisam de capacitação para usufruir dos novos sistemas culturais da sociedade contemporânea, o que implica em novas formas de alfabetização (sonora, visual, hipermídia, etc.) próprias da cibercultura. Ainda segundo a autora, o conceito de Educação Online está relacionado diretamente ao avanço da cibercultura, pois este espaço virtual promove a convergências das mídias, o encurtamento geográfico, a aprendizagem colaborativa, a interatividade e os sistemas de comunicação síncronos e assíncronos. O grande desafio da Educação *Online* não se resume unicamente à disponibilização gratuita e ao acesso facilitado aos ambientes virtuais, mas está centrado na compreensão destes artefatos como potencializadores das práticas de ensino, concebendo que estas ferramentas são capazes de permitir que os estudantes sejam coautores na construção do conhecimento e do seu próprio processo de aprendizagem.

2.9 APRENDIZAGEM MÓVEL: FINALIDADES, BENEFÍCIOS E DESAFIOS

A expressão *m-learning* engloba dois conceitos, “*mobile*” e “*learning*”. “Embora o termo *learning* não levante muitas dúvidas, o conceito *mobile* pode reportar-se tanto às tecnologias móveis, como à mobilidade do aprendente e também à mobilidade dos conteúdos” (MOURA, 2016, p. 77). Em consonância com este preceito, a *United Nations Educational Scientific and Cultural Organization*, UNESCO (2013) expõe: “*m-learning* é um ramo da TIC⁸ na educação e tem como objetivo propiciar a acessibilidade a informações e conhecimentos a qualquer hora e lugar, utilizando aparelhos eletrônicos, digitais, portáteis, com acesso à internet e aspectos multimídias, como os *smartphones* (UNESCO, 2013). Nesta perspectiva, observa-se que o *m-learning* se apropria do poder ubíquo dos dispositivos móveis e da rede global de internet para proporcionar aos estudantes a autonomia de aprender sem se preocupar com as barreiras geográficas e predeterminações de tempo. “A ubiquidade dos dispositivos móveis conduzirá o *m-learning* a um importante meio para fornecer educação e formação” (Moura, 2016, p. 77).

⁸ TIC: Tecnologia da Informação e Comunicação

A partir desta compreensão pode-se inferir que essa modalidade educacional apresenta um potencial promissor de integrar-se em definitivo aos processos de ensino-aprendizagem presenciais, mistos e a distância. Por meio dos dispositivos móveis, cada vez mais presentes nos espaços escolares, os alunos são capazes de interagir com os conteúdos didáticos, os professores e colegas, se utilizando dos recursos de mídia, áudio e vídeo. Além disso, o acesso a internet, aos aplicativos educacionais *mobile*, às bases de dados científicas e às plataformas *streaming* ampliam a democratização do conhecimento e transferem aos estudantes a possibilidade de atuarem como co-autores do seu próprio aprendizado. A respeito das oportunidades ofertadas neste contexto, Freitas e Filho (2018) acrescentam: "Entende-se que a tecnologia móvel pode auxiliar na formação integral do indivíduo, uma vez que oportuniza a disseminação da educação a todos de forma mais isonômica. Os aparelhos móveis e a internet estão cada vez mais acessíveis às diferentes classes sociais, contribuindo para a democratização da educação e, conseqüentemente, colaborando para o rompimento da dualidade educacional e a desigualdade de oportunidades" (Freitas, Filho, 2018, p.53).

“As características destes dispositivos permitem a construção do conhecimento em qualquer espaço e o acesso à informação *just-in-time*” (Moura, 2016, p. 75). A instantaneidade da informação se configura como apenas uma das inúmeras potencialidades advindas do uso do *m-learning*. De acordo com Costa (2018), as vantagens da prática educacional por meio do uso de dispositivos móveis correspondem à:

- **Mobilidade:** o aluno transporta o *smartphone* para diferentes lugares, sem se deparar com barreiras físicas e geográficas.
- **Leveza:** o peso de um *smartphone* é menor se comparado a apostilas de ensino.
- **Imediatismo:** os materiais didáticos (atividades, testes, *quizzes*) podem ser acessados rapidamente e com apenas poucos cliques na tela.
- **Autodidatismo:** o aluno pode estudar por conta própria o conteúdo de seu interesse.
- **Constância:** os materiais didáticos ficam constantemente disponíveis para o aluno, seja na memória física do aparelho ou no armazenamento em nuvem.
- **Entretenimento:** o sistema permite a criação de jogos e pode proporcionar maior engajamento e motivação por meio atividades com sistema de gamificação.

- **Aproveitamento:** disponibiliza o monitoramento de atividades acadêmicas por meio de dados mensuráveis que permitem o planejamento de futuras práticas estudantis.

Segundo a autora, esses benefícios ressaltam a facilidade do acesso aos conteúdos didáticos, a possibilidade de quantificar o desempenho do estudante, a perenidade da informação e a iniciativa própria do aluno em buscar conhecimento (Costa, 2018). De acordo com os estudos realizados por Costa (2018), os aparelhos tecnológicos também apresentam limitações. Os aspectos negativos detectados são apresentados na sequência:

- **Isolamento:** dificulta questionamentos, o esclarecimento de dúvidas e a troca de conhecimentos por meio das relações interpessoais com professores e colegas.
- **Limitações de uso:** falhas na conexão com a internet e baixa autonomia da bateria podem ocasionar interrupção dos estudos. Os riscos de *bugs* no sistema também ameaçam a usabilidade.
- **Condições de Iluminação:** a leitura contínua dos materiais didáticos pode provocar desconforto e esforço excessivo da visão, correndo o risco de interromper o fluxo dos estudos.
- **Distrações:** aplicativos pessoais e outros recursos instalados no dispositivo móveis podem auxiliar na distração e perda de foco por parte dos usuários.
- **Barreiras de acessibilidade:** o uso pode se tornar difícil ou ineficiente para usuários que apresentam deficiências cognitivas ou dificuldades de manuseio.
- **Correção de erros:** podem surgir dificuldades para reportar problemas e solicitar ajuda em plataformas digitais.

Verifica-se, desse modo, que os *smartphones* e *tablets* estão sujeitos a apresentar vulnerabilidades na interação com os usuários em função de fatores internos (do sistema) e externos. Neste sentido cita-se principalmente dois aspectos: a conexão com a internet e a obrigatoriedade de uma fonte de bateria para manter o aparelho ligado.

Duarte Filho e Barbosa (2013) salientam outros fatores que se caracterizam como limitadores para a integração dos dispositivos móveis nas práticas pedagógicas, como a descrença social, a resistência por parte de professores e diretores de ensino e a dificuldade na construção e autoria de material didático. “Apesar de os celulares estarem sendo utilizados cada vez mais por professores e alunos em atividades pedagógicas e de comunicação no dia

a dia, estas tecnologias ainda não são consideradas como ferramentas centrais para gestores de educação” (Freitas; Filho, 2018, p. 53). Corroborando com esta constatação os autores Mateus e Brito (2011) revelam que não é raro encontrar objeções com relação ao uso de tecnologias em sala de aula. “O professor hoje se vê envolto por um processo de virtualização aligeirado e muitas vezes assustador” (Mateus; Brito, 2011).

Apesar do predomínio do uso de dispositivos móveis em meio ao público de estudantes, um percentual de professores/educadores resiste ao uso destes artefatos nas aulas e atividades didáticas. Esta barreira se origina a partir do receio de explorar novas ferramentas ou mesmo da preferência pelo uso dos métodos tradicionais já perpetuados na área da Educação. Em defesa das tecnologias móveis, Freitas (2010) elucida que os professores precisam se familiarizar com as linguagens e recursos disponíveis, a fim de “integrá-los de forma criativa e construtiva, ao cotidiano escolar”, e desta forma, desenvolver o letramento digital em resposta às necessidades advindas da sociedade atual (Freitas, 2010).

Conforme descrito na subseção “2.1.1” deste trabalho, os estudantes costumam se interessar em utilizar as novidades tecnológicas nas práticas da aprendizagem, nesta perspectiva, Sousa *et al.* (2017) acredita que os métodos de ensino pautados no quadro, no giz e na apresentação de slides estão sendo insuficientes para estimular os educandos. O autor destaca que as aulas são espaços para promover experiências transformadoras que ressignificam a comunicação, e não somente para expor conteúdos. “No contexto escolar atual ainda é recorrente a insatisfação de alguns alunos no que diz respeito ao tradicional método de ensino adotado por professores em sala de aula, seja pautado no giz e lousa, ou mesmo com o uso de apresentações de slides, sobretudo em relação à área da educação preparatória para o acesso à vida acadêmica. Desse modo, a didática de ensino enfrenta a necessidade de superar o estigma de ser apenas uma expositora de conteúdos, para se transformar em experiência inovadora e capaz de ressignificar as vias de expressão e comunicação, com a finalidade de uma melhor construção de signos e conhecimento pelos alunos” (SOUSA, *et al.*, 2017, p. 2).

Cabe frisar que os sistemas de ensino nem sempre estarão dispostos ou possuirão condições de acompanhar as constantes renovações do cenário tecnológico. Tanto o apoio quanto a oposição ao uso do *m-learning* parecem coexistir simultaneamente no âmbito educacional. Divergências podem ocorrer entre professores e alunos quanto às preferências

do método de ensino adotado nas aulas. Portanto, identificar um ponto de convergência entre o interesse dos docentes e as práticas dos jovens estudantes revela-se como uma abordagem sensata para beneficiar ambas as partes.” (Costa, 2018).

2.10 O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS VOLTADOS À ALFABETIZAÇÃO

A alfabetização infantil enfrenta inúmeros desafios, este período nem sempre é contemplado pelo desenvolvimento de habilidades que garantem a autonomia e o protagonismo dos alunos na construção do seu próprio conhecimento. Geralmente é marcado pela transmissão de conceitos preestabelecidos (Rosseto; Dutra, 2016). Neste sentido, as tecnologias móveis surgem para somar-se aos métodos convencionais de ensino e promover novas oportunidades de assimilação, memorização, visualização e interpretação dos conteúdos educacionais. “A alfabetização digital, por sua vez, com as inúmeras possibilidades fornecidas pelo mundo cibernético, pode auxiliar a tornar visíveis as interpretações das hipóteses que as crianças elaboram quando estão aprendendo a ler e a escrever” (Rosseto; Dutra, 2016, p. 301).

Visvanathan (2008) expressa que por meio das ferramentas digitais/tecnológicas aliadas a outras práticas de ensino, as crianças na faixa etária de alfabetização podem entrar em contato com novos desafios e construir a habilidade da leitura e da escrita com mais facilidade. O autor pontua também que são amplas as formas de alfabetizar e cada uma delas realça um aspecto no aprendizado. O Método Fônico, que faz agregação entre as letras e sons, o Método da Linguagem Total, que não segue regras e padrões, e o Alfabético, que trabalha com o soletramento das palavras. Todos contribuem de uma forma ou de outra, para o processo de alfabetização (Visvanathan, 2008). “Nessas circunstâncias, o conceito de Alfabetização engloba diversas formas de expressão e comunicação, sejam elas verbais, visuais e/ou digitais” (Carrion, 2017, p. 9).

No meio digital, o aluno se depara com uma pluralidade de alfabetização que ocorre em função do ambiente multimodal não linear promovido pelas tecnologias digitais. Essa virtualidade permite o arranjo de diferentes tipos de mensagens verbais e não verbais, como sons, imagens e dados. Por este motivo, considera-se a Alfabetização Digital uma habilidade

abstrata, cujos parâmetros de excelência mudam constantemente, e por conta disso o usuário precisa manter-se num processo de aprendizagem constante. (Carrion, 2017).

Ainda que o processo de construção do conhecimento na alfabetização digital envolva abstrações cognitivas, a interação dos usuários com as interfaces gráficas pode apresentar problemas tangíveis. Crianças em fase de desenvolvimento de leitura e escrita, geralmente pertencentes a faixa etária entre 6 e 8 anos, estão em desenvolvimento quanto as suas capacidades motoras, sociais, de linguagem, adaptativas e também cognitivas. Para o desenvolvimento de *softwares* direcionados à alfabetização o contexto cognitivo tem importante destaque, pois o alvo do interesse destes produtos consiste em possibilitar que o aprendiz responda adequadamente aos estímulos apresentados no ambiente virtual construído, e principalmente, que consiga significar, integrar e processar as informações com facilidade. Neste prisma, destaca-se que: "[...] o Design exerce função importante na percepção de indivíduos em processo de interação com dispositivos, visto a responsabilidade na concepção de interfaces gráficas e de objetos visuais e seus *affordances*" (Carrion, 2017, p. 48).

Alguns exemplos de interfaces gráficas pertencentes à aplicativos móveis de Alfabetização infantil são apresentados na Figura 1.

Figura 1: Interfaces móveis de aplicativos de alfabetização.



Fonte: PlayStore – Android.

Percebe-se elementos únicos e exclusivos atribuídos ao uso de dispositivos móveis, como o toque interativo nos elementos textuais (letras do alfabeto), os recursos de áudio para escutar a pronúncia das palavras, e a possibilidade de falar em voz alta, se utilizando da captação de áudio do próprio *smartphone* (recurso nativo do aparelho). Em relação a didática de ensino, observar-se como um ponto em comum entre todos os aplicativos o quesito lúdico. Soma-se a este elemento principal outros três atributos: um espectro de cores variado, o tamanho ampliado dos textos, e a maneira simplificada de apresentar as informações, todos necessários para criar engajamento, aproximação e familiaridade com o contexto infantil.

A Gamificação é outro recurso bastante presente em interfaces gráficas voltadas à alfabetização infantil. À medida que interagem com essa ferramenta, os estudantes recebem *feedback* imediato sobre as ações realizadas no sistema e isso permite-lhes explorar as relações de causa e efeito na construção do aprendizado. Silva, Barbosa e Leal (2020, p.3) manifestam-se a respeito do uso de *games* no letramento digital: " O jogo leva a criança a um movimento mental que na maioria dos casos necessita do reconhecimento e da busca de informações, para avançar para outras fases é preciso recorrer aos conhecimentos adquiridos, testando hipóteses, explorando a espontaneidade e a criatividade. Para além do divertimento os jogos contribuem e enriquecem o desenvolvimento intelectual das crianças, construindo por meio da experimentação uma transição entre o mundo real e o mundo imaginário, e favorecendo ainda a apropriação e interpretação dos recursos linguísticos importantes no processo de alfabetização" (Silva, Barbosa, Leal, 2020, p. 3).

Esta interação proporciona ainda inúmeras outras vantagens, desta forma destaca-se que a Gamificação é capaz de: estimular conquistas por meio de desafios, dinamizar o estudo, promover a identificação entre as crianças e os conteúdos didáticos, aumentar a motivação dos estudantes e tornar a práticas estudantil mais atrativa. "O trabalho pedagógico a partir dos jogos eletrônicos tem a função de contribuir para o desenvolvimento dos exercícios dos aspectos cognitivos, para que as atividades se tornem mais lúdicas e prazerosas". (Silva, Barbosa, Leal, 2020, p. 3).

2.11 PLATAFORMAS DE APRENDIZAGEM ENTRE JOVENS E ADOLESCENTES

Os jovens pertencem ao grupo que domina o uso das tecnologias móveis (*smartphones* e *tablets*) em âmbito global. Seja para finalidade educacional, recreativa, social, cultural ou relacionada a qualquer outro aspecto de interesse, os dispositivos móveis fazem parte do dia a dia dos adolescentes e integram-se significativamente as suas atividades cotidianas.

Corroborando com este preceito Castells *et al.* (2019) afirmam que os celulares têm se tornado um aparelho central na construção da identidade dos jovens. Estes são rápidos ao se apropriar das tecnologias móveis porque costumam usá-lo com intensidade para todos os tipos de propósitos. Desta forma, configuram-se como o maior grupo social que está interligado por comunicações sem fio, o que demonstra o potencial do uso dessa tecnologia.

Na dimensão pedagógica os alunos vêm usufruindo da contemporaneidade e desfrutando dos benefícios que acompanham esta nova Era Digital. Por meio da *internet*, disponibiliza-se acesso à inúmeros aplicativos educacionais voltados à diferentes áreas, disciplinas e ciências, proporcionando caminhos de aprendizagem para além dos apresentados em sala de aula. “Assim, acredita-se que o estudante que utilizam esta tecnologia, tem um aliado no processo educacional, amplificando situações de aprendizagem, ultrapassando barreiras e oportunizando novas possibilidades para a compreensão dos conteúdos escolares” (Sonego, Behar, 2015, p. 523).

É importante salientar que a o cenário tecnológico atual impõe alguns desafios aos educadores. Os estudantes hoje buscam constantemente o estímulo digital, a instantaneidade das informações e a facilidade de acesso ao conhecimento. As abordagens tradicionais de ensino se tornam desinteressantes em determinadas circunstâncias, podendo desencadear que os alunos encarem o ensino como uma atividade monótona e desestimulante.

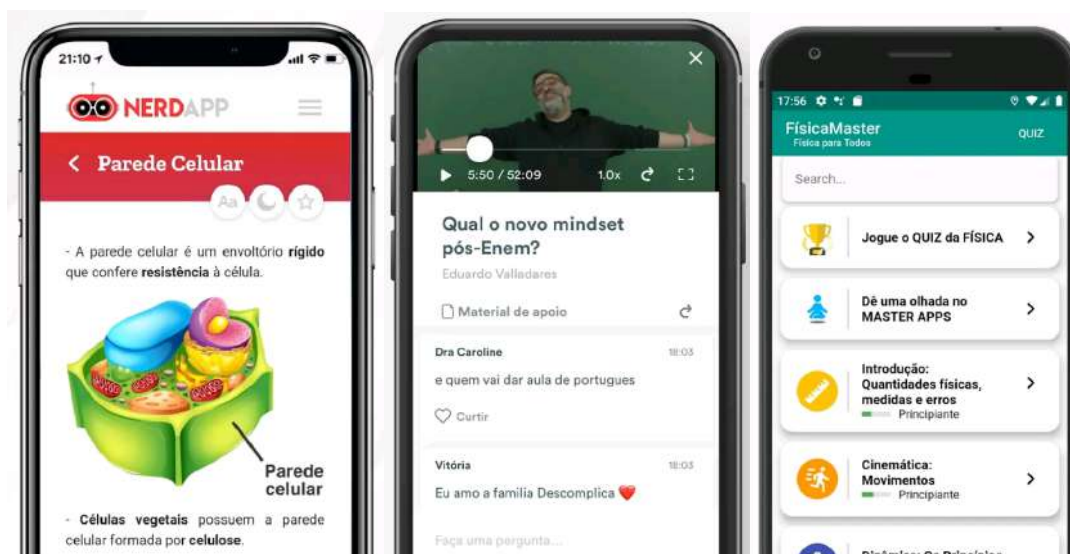
Dayrell *et al.* (2009, p. 79) discorrem: "Muitos percebem estar aí uma das causas da crescente evasão e repetência. Reconhecem a importância do professor no processo de ensino e aprendizagem e demandam docentes mais qualificados e principalmente motivados, capazes de ministrar aulas dinâmicas e interessantes" (Dayrell *et al.*, 2009, p. 79).

Demo (2009) defende a eliminação do antagonismo entre as práticas tradicionais de ensino e o estudo digital, de forma a incentivar que ambos se complementem e fomentem

atividades didáticas mais envolventes, dinâmicas e criativas em sala de aula. "O foco precisa sair da obsessão competitiva (estudo online x sala de aula; substituição da sala de aula; presencial x não presencial) para tomar a sério modos de fomentar estilos mais colaborativos, envolventes e também críticos de aprender bem. O modo de organizar e fazer é que decide a qualidade da aprendizagem, mais do que tecnologias simplesmente" (Demo, 2009, p. 7).

Assim como há uma variedade de aplicativos móveis para o auxílio da alfabetização e do letramento digital, as plataformas educacionais móveis voltadas para o ensino fundamental e médio são amplamente diversificadas.

Figura 2: Interfaces móveis, aplicativos preparatórios para o ENEM.



Fonte: *PlayStore - Android*.

A Figura 2 evidencia como exemplo três plataformas direcionadas à preparação de alunos para provas de vestibular e ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Os sistemas disponibilizam aos estudantes provas, simulados, *quizzes* e vídeo aulas. A Gamificação também está presente nas atividades como uma metodologia ativa de ensino. Os usuários destas plataformas podem acompanhar a evolução do seu próprio desenvolvimento por meio de parâmetros quantitativos (scores), e traçar estratégias de estudos visando alcançar resultados de desempenho cada vez melhores.

Em comparação com as interfaces dos aplicativos infantis, observa-se diferentes elementos presentes no *layout* destes *apps*. Pode-se destacar as cores mais sóbrias, os textos em tamanhos reduzidos e uma maior densidade informacional. Compreende-se desta forma

o Design de Interfaces como o principal agente da versatilidade da mensagem transmitida em um ambiente digital. Nota-se que em um mesmo contexto as informações podem dispor-se de diferentes formas e conectar-se com públicos distintos. Isto suscita que o Design, e áreas correlatas, atentem-se as singularidades de cada grupo de usuários. "O design de interfaces, o *layout* da tela, a disposição dos recursos, funcionalidades e botões, são um conjunto de elementos que juntos representam o cartão de visitas dos sistemas interativos, os quais possibilitam ao usuário avaliar a eficiência e eficácia destas plataformas digitais. Do ponto de vista do usuário, a interface é uma das partes mais importantes dos sistemas computacionais, porque por meio dela o usuário vê, ouve e sente" (Costa, 2018, p. 38).

Em contexto específicos, como a aprendizagem móvel, os esforços devem ser aplicados no sentido de compreender os diferenciais de uso destas ferramentas portáteis. "Considerando que o uso e interação a partir dos dispositivos móveis são peculiares e diferem bastante dos computadores pessoais, por exemplo, as características e limitações para estes dispositivos precisam ser considerados no processo de design" (Andrade, 2021, p. 177).

Em aplicações direcionadas ao público jovem, necessita-se perceber o padrão de comportamento atrelado à navegação destes usuários. Em termos de facilidade de uso, os jovens educandos possuem rápido processamento cognitivo, capacidade de interpretação textual, capacidade de memorização, destreza manual, dentre outros atributos associadas à uma boa usabilidade em plataformas educacionais. Por outro lado, a distração tende a ser maior, as necessidades comunicacionais e sociais consomem tempo de estudo, a densidade informacional requer mais organização, hierarquia e consistência, o armazenamento e o processamento de dados do sistema precisam ser mais eficientes, assim como a conexão com a internet precisa ser mais estável para suportar grandes arquivos de mídia e vídeo-aulas.

2.12 TERCEIRA IDADE E APRENDIZAGEM CONTÍNUA

Cada vez mais, os idosos estão incorporando as tecnologias móveis em suas atividades sociais, comunicacionais, administrativas, culturais e educacionais. "Ao começar relacionar-se com as tecnologias, a autoestima dos idosos aumenta, pois se sentem incluídos no meio onde vivem, melhorando a comunicação com netos e a geração dos dias de hoje" (Ferreira, Dirino, Toschi, 2016, p. 1). A inclusão digital tem proporcionado perspectivas cada vez mais

favoráveis para os grupos da terceira idade que buscam educação contínua. Conforme as interfaces móveis se tornam mais adaptativas, as oportunidades educacionais se expandem para esse grupo de idosos, que demonstra um interesse ativo na busca pelo aprimoramento do conhecimento.

No Brasil, considera-se pertencente a faixa etária dos idosos, pessoas a partir de 60 anos de idade. De acordo com Mol (2011), países desenvolvidos definem a fase inicial da terceira idade a partir de 65 anos. O autor expressa: "A definição de terceira idade varia com o nível de desenvolvimento do país. A Organização Mundial de Saúde considera, para os países desenvolvidos, a idade de 65 anos como a fase inicial da terceira idade. Já em países em desenvolvimento como o Brasil, a terceira idade é atingida aos 60 anos de idade. Um fator levado em consideração para definir a terceira idade é seu princípio cronológico que coincide com a época declarada em muitos sistemas legislativos de aposentadoria. Essa faixa etária varia de 60 a 65 anos dependendo da legislação e do país" (Mol, 2011, p. 13).

Souza e Silva (2016) apontam: "[...] atualmente, no Brasil existem mais de 14 milhões de idosos com 60 anos ou mais. Em 2025, a previsão é que sejam 33,4 milhões, quando o país deve ocupar o sexto lugar dentre os países com maior população idosa" (Souza; Silva, 2016, p. 6), e complementam: " [...] no período entre 2040 e 2050, estima-se que o número de idosos no Brasil supere o de jovens" (Souza; Silva, 2016, p. 6).

As autoras sublinham também que as AVDs (Atividades de Vida Diária), ou AIVDs (Atividades Instrumentais de vida Diária) avaliam a capacidade funcional dos idosos. Este método avaliativo permite por meio de recursos disponíveis no meio ambiente, que o idoso realize atividades cotidianas e seja considerado ativo e independente. A Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia classifica as AIVDs baseando-se em diferentes ações desempenhadas no dia a dia, sendo estas atividades: gerenciar finanças; lidar com transporte; fazer compras; preparar refeições; usar telefone e outros aparelhos de comunicação; gerenciar medicações; manutenção das tarefas domésticas e da casa. Define-se por incapacidade funcional qualquer restrição para desempenhar uma atividade dentro da extensão considerada normal para a vida humana (Murray; Lopez, 1996). Sob esta ótica, é fundamental ressaltar o Design como um importante agente facilitador entre as ações de usuários que apresentam restrições/comprometimento funcionais e um produto/sistema. É necessário pensar em

interfaces inclusivas como ferramentas primordiais nos dias de hoje, capazes de promover independência e maior qualidade de vida a pessoa idosa.

De acordo com Carneiro e Ishitani (2014) os dispositivos móveis podem ser considerados ferramentas facilitadoras da aprendizagem para os usuários idosos, desde que promovam as adaptações necessárias requeridas por este público. Os autores defendem: "A tendência de envelhecimento da população mundial provocou um crescimento no número de pessoas na faixa de idade acima de 60 anos, também conhecida por terceira idade. Essas pessoas necessitam atualizar seus conhecimentos na tentativa de se manterem ativas e inseridas na sociedade. Nesse contexto, a educação a distância (EaD) apresenta-se como uma alternativa interessante, oferecendo conteúdo por meio da internet, com flexibilidade de hora e local de uso. Os dispositivos móveis facilitam o acesso a recursos de aprendizagem, todavia, os aplicativos requerem adaptações para as pessoas da terceira idade que, em geral, possuem uma ou mais restrições decorrentes da idade" (Carneiro; Ishitani, 2014, p. 81).

Por esta razão torna-se relevante mapear os fatores limitantes/restrições que tendem a surgir paulatinamente por meio do processo natural de envelhecimento, e compreender em quais dimensões estes aspectos podem comprometer as ações dos idosos enquanto usuários de dispositivos móveis (*smartphones e tablets*). Sales (2007) elucida que dentre os declínios relacionados ao envelhecer, as mudanças no processo cognitivo são as mais relevantes. “À medida que as pessoas envelhecem, podem ocorrer alterações como: redução da capacidade de memória de curto tempo, acuidade visual, audição, motricidade fina, locomoção e outras” (Sales, 2007, p. 30). Segundo Perracini (2002), os cinco sistemas sensoriais do corpo humano são afetados neste processo, a autora destaca que as mudanças sensoriais promovidas com o avanço da idade no público idoso correspondem à (Quadro 2):

Quadro 2: Mudanças nos Sistemas Sensoriais advindas do Processo de Envelhecimento.

Sistema	Característica	Alteração
Sistema Básico de Orientação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ocorre no labirinto; ▪ Responsável pelo equilíbrio e postura do corpo estático 	Diminuição do equilíbrio: dificuldade em lidar com o autodeslocamento e em selecionar as informações sensoriais
Sistema Auditivo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ocorre no ouvido; ▪ Responsável pela orientação do indivíduo a partir dos sons 	Diminuição na discriminação de sons e percepção da fala

Sistema Háptico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ocorre nas células presentes na pele, articulações e músculos; ▪ Responsável pela percepção de toque, temperatura e movimento 	Diminuição da sensibilidade tátil na palma das mãos e nas solas dos pés, na latência da sensibilidade dolorosa
Sistema Paladar-Olfato	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ocorre nas células do nariz e boca; ▪ Responsável pela compreensão das composições dos objetos ingeridos ou inalados. 	Diminuição na sensação gustativa, perda pelo interesse pela comida; Diminuição na percepção de odores.
Sistema Visual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ocorre nos olhos; Responsável pela percepção do espaço a partir da luz, detectando formas, profundidades, distâncias e cores. 	Diminuição da acuidade visual, do campo visual periférico, da noção de profundidade e da discriminação de cores e da capacidade de adaptação ao claro-escuro

Fonte: Perracini, 2002.

Considerando as particularidades da senescência, existem inúmeros estudos que visam identificar e estruturar um conjunto de boas práticas para a elaboração de interfaces *web* voltadas à terceira idade. “Os resultados encontrados nesses estudos são igualmente válidos no contexto de *mobile learning*, uma vez que a *web* é um dos principais meios de acesso ao conteúdo educacional por meio de dispositivos móveis” (Carneiro; Ishitani, 2014, p. 84). Dentre os trabalhos desenvolvidos, cabe acentuar o *do National Institute on Aging (NIA)* - Instituto Nacional de Envelhecimentos dos Estados Unidos, em conjunto com a *United States National Library of Medicine (NLM)* – Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos. Estes departamentos possuem um vasto material científico direcionado a área da saúde, e publicaram diretrizes de *design* (para interfaces *web*) voltadas aos idosos a partir de descobertas científicas sobre envelhecimento, cognição e fatores humanos (Becker, 2004). O conjunto de recomendações pode ser consultado no Quadro 3, a seguir:

Quadro 3: Diretrizes para a Criação de Sites Amigáveis voltados à idosos.

Diretrizes para a Concepção de Textos Legíveis	
Fontes sem serifa	Utilize fontes não condensadas (por exemplo, Arial, Helvetica) para exibir as informações.
Fontes de tamanho grande	Use tamanho de fonte de 12–14 pontos para melhorar a legibilidade da informação

Diretrizes para Apresentação de Informações	
Estilo	Apresente as informações de forma clara e familiar, como forma de reduzir o número de inferências a serem feitas
Simplicidade	Escreva o texto em linguagem simples
Diretrizes para Facilitar a Navegação	
Ajuda e Informações de Contato	Forneça informação de ajuda e telefones para contato pessoal
Mapa do Site	Forneça um modelo visual e hierárquico (mapa do site) para mostrar a organização e os conteúdos do site.
Menus	Utilize menus “ <i>pull down</i> ” (lista de opções apresentadas quando o mouse é colocado por cima)

Fonte: NIA; NLM. 2002. *Making your Web site senior-friendly: A checklist*. National Institute on Aging and National Library of Medicine. Tradução nossa.

Reforçando a importância destas diretrizes, Becker (2004) esclarece que ao contrário dos usuários mais jovens, existem fatores fisiológicos que afetam o uso da *Web* por adultos mais velhos. O processo normal de envelhecimento, incluindo os declínios da visão, cognição e o surgimento de deficiências físicas, tem importante impacto na usabilidade da *Web* quando o design das interfaces não é projetado adequadamente. Problemas de design associados a fontes, cores, gráficos, imagens de fundo, navegação, mecanismo de pesquisa e outros, podem impedir que usuários adultos mais velhos tirem proveito dos recursos” (Becker, 2004, tradução nossa).

▪ Visão

Com o passar dos anos o olho humano reduz a capacidade de focalizar objetos próximos devido à redução da elasticidade da lente. Há um declínio na acuidade visual que afeta a habilidade de ver objetos com clareza. A lente do olho se torna amarela e espessa, afetando também a percepção das cores. Há uma diminuição da sensibilidade à luz, o que afeta a adaptação às mudanças nos níveis de luz e aumenta a sensibilidade do brilho ambiente refletindo nos olhos. A percepção de profundidade também é reduzida, tornando mais difícil perceber a distância dos objetos (AFB⁹, 2004, tradução nossa).

⁹ AFB: American Foundation for the Blind.

▪ **Audição**

O avanço da idade afeta o sistema auditivo periférico e central, podendo desencadear: “mudanças na diminuição do suporte cognitivo, diminuição da percepção e elevação de limiares, redução da compreensão de fala no ruído e ambientes reverberantes, interfere na percepção das mudanças rápidas na fala, e na localização do som” (Baraldi; Almeida; Borges, 2007, p. 65). Corroborando com as considerações, Bess, Williams e Lichtenstein (2001) revelam que a perda auditiva provocada pelo envelhecimento altera a sensibilidade auditiva em todas as frequências, ocasiona decréscimo na discriminação da fala e um expressivo declínio da função auditiva central, que se manifesta por meio da dificuldade de obter atenção auditiva, realizar julgamento auditivo, dentre outros comportamentos.

▪ **Cognição**

“O processo de envelhecimento acarreta o comprometimento do sistema nervoso central, atingido, tanto por fatores intrínsecos, quanto extrínsecos (meio ambiente, entre outros)” (Bertoldi; Batista; Ruzanowsky, 2013, p. 153). O acometimento deste sistema diminui a capacidade intelectual de adultos mais velhos, prejudicando as funções de raciocínio lógico, pensamento crítico, orientação espacial, relações afetivas, comunicação e memória, sendo este último domínio cognitivo o mais afetado (Fichman *et al.*, 2013). De acordo com Neri (2013) determinadas funções cognitivas tendem a permanecer sem danos com o envelhecimento, como por exemplo: conhecimento semântico (vocabulário e leitura), informações autobiográficas e habilidades de recordar informações por memória *priming*¹⁰ (pré-ativação). Ainda de acordo com as autoras, as habilidades cognitivas mais afetadas ao longo do envelhecimento biológico são: nomeação de objetos, atenção seletiva, habilidades visuoespaciais, aprendizagem de novas informações, velocidade do pensamento, fluência verbal, raciocínio abstrato e memória operacional¹¹.

¹⁰ Memória *Priming*: muito utilizada na neurociência, é um tipo de memória que se evoca por meio de um estímulo sensorial, como cheiros, palavras e sons. É representada por tudo aquilo que se associa com esse estímulo.

¹¹ Memória operacional: também conhecida como memória de trabalho ou memória operativa, consiste em um conjunto de processos cognitivos responsáveis pelo armazenamento temporário de informações e memórias de curto prazo.

▪ Habilidades Motoras

“A coordenação motora fina ou motricidade fina é um trabalho ordenado de pequenos músculos, que englobam principalmente atividades manuais, digitais, oculares, labiais e linguais” (SILVEIRA, 2015, p.21). A motricidade fina está associada com atividades corriqueiras do dia a dia, como pegar e lançar objetos, escrever, recortar, desenhar, dentre outras ações. Refere-se ao desempenho de uma atividade guiada pela visão e executada pela mão, ou seja, coordenação visuo-manual. Essas habilidades motoras finas demandam um alto grau de precisão da mão e dos dedos, exigindo maior controle dos músculos pequenos (Neto, 2009). As alterações nas habilidades manuais decorrentes da degenerescência estão vinculadas à redução da coordenação motora, da força, da velocidade de movimento, da acuidade visual, da fotossensibilidade e da percepção de profundidade. (Hackel *et al.*, 1992; Thompson, 1994, tradução nossa).

As considerações acerca das vulnerabilidades adquiridas com o passar da idade acentuam a necessidade integrar a acessibilidade no processo de desenvolvimento de qualquer dispositivo computacional, seja para interfaces móveis ou *web*. Segundo Lindôso *et al.* (2011) o declínio das capacidades motrizes afeta o uso do teclado e o *mouse* de um computador. A redução da acuidade visual pode dificultar a visualização da tela, assim como a redução da acuidade auditiva pode prejudicar tanto a percepção do som quanto o processamento de informações.

2.13 USABILIDADE

Desde que surgiu, em meados da década de oitenta, o termo usabilidade tem sido muito utilizado para se referir à facilidade de uso de um determinado produto (Carrol, 2009). Mais adiante, nos anos noventa, o entendimento sobre usabilidade ganha características menos herméticas e mais abrangentes, compreende-se então que este conceito está relacionado com o fornecimento de suporte aos usuários para atingir um determinado objetivo, e não apenas à aspectos restritos de interação com o utilizador (Cockton, 2012).

Segundo Nielsen (1994), a usabilidade se conecta ao grau de capacidade de um usuário a realizar uma tarefa, esta atividade envolve a análise de diferentes aspectos, como:

funcionalidade correta do sistema, eficiência de uso, facilidade de aprender, facilidade de relembrar, tolerância ao erro, e satisfação subjetiva do usuário.

Na área de IHC (Interação Humano-Computador), o termo foi sendo constantemente reformulado e tornando-se ainda mais integral. Conforme Martins *et al.* (2013, p. 32): “A usabilidade integra, agora, qualidades como diversão, bem-estar, eficácia coletiva, estética, criatividade, suporte para o desenvolvimento humano, entre outras”.

A norma ISO 9241-11 aplica oficialmente uma definição para o conceito de usabilidade, revelando que é uma: “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (ABNT, 2002, p. 3). De acordo com a Associação Brasileira de Normas e Técnicas, o termo "Usabilidade" apropria-se das seguintes definições:

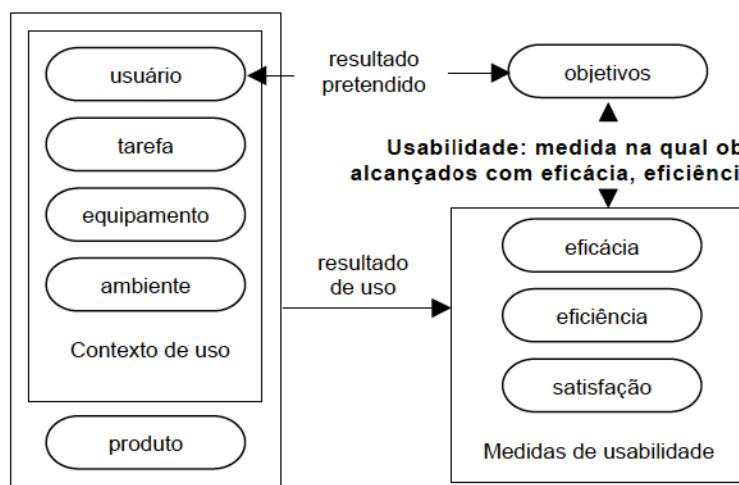
Eficácia – relaciona-se com a acurácia e a completude com a qual os objetivos ou sub-objetivos do usuário são alcançados. Por exemplo, se o objetivo final consiste em reproduzir um documento textual de duas páginas em um formato específico, então a acurácia por ser medida pelo número de erros de ortografia no texto e também pelo número de desvios do formato pré-determinado, já a completude é mensurada pelo número de palavras do documento transcrito dividido pelo número de palavras do documento original.

Eficiência – relaciona-se com o nível de eficácia atingido baseando-se no dispêndio de recursos. Recursos significativos podem incluir esforço cognitivo, físico, tempo, custos financeiros e materiais. Por exemplo, para medir a eficiência humana deve-se dividir a eficácia pelo esforço humano, já a medição da eficiência econômica, implica em dividir a eficácia pelo custo. Se o objetivo do usuário for imprimir cópias de um documento, então a eficiência pode ser especificada pelo número de cópias pretendido dividido pelos recursos gastos para desempenhar tal tarefa, como horas de trabalho, despesas materiais, etc.

Satisfação – relaciona-se com as atitudes do usuário em relação ao uso do produto, medindo subjetivamente a extensão pela qual os usuários estão livres de desconforto. Pode ser especificada por *feedbacks* do usuário quanto à: gostar ou não do produto, estar satisfeito com o uso do produto e aceitar a carga de trabalho empregada na realização de tarefas para que os objetivos particulares de usabilidade sejam alcançados. Outras medidas de satisfação incluem comentários positivos e negativos registrado durante o uso do produto, como por exemplo sobrecarga, subcarga ou problemas de saúde relatados.

“De modo a especificar ou medir usabilidade é necessário identificar os objetivos e decompor eficácia, eficiência e satisfação e os componentes do contexto de uso em subcomponentes com atributos mensuráveis e verificáveis” (ABNT, 2002, p. 4). A relação entre a usabilidade e seus compostos é apresentada na Figura 3.

Figura 3: Estrutura de usabilidade.



Fonte: ABNT, 2002.

Para mensurar a usabilidade são necessárias três informações: 1) descrição dos objetivos; 2) descrição dos componentes inseridos no contexto de uso, incluindo os usuários, ambientes, tarefas e equipamentos; 3) definição de valores desejados de usabilidade (eficácia, eficiência e satisfação) no contexto de uso específico.

É importante ressaltar a necessidade de descrever as características relevantes do usuário. Estas descrições podem incluir habilidades, experiências, conhecimento, treinamento, atributos físicos, capacidades motoras e sensoriais. Também pode se fazer necessário definir as características de diferentes tipos de usuários, por exemplo, quanto aos níveis de experiência ou o desempenho de diferentes funções no produto (ABNT, 2002).

2.13.1 Medidas de Usabilidade

Medidas de usabilidade podem ser direcionadas para objetivos globais ou objetivos particulares. “As medidas de usabilidade devem ser baseadas em dados que reflitam os resultados de usuários interagindo com o produto ou sistema de trabalho” (ABNT, 2002, p.

12). É possível coletar dados por meio de medidas objetivas (velocidade, média, porcentagem, etc.), as quais fornecem indicativos diretos de eficácia e eficiência, e por meio de medidas subjetivas (tais como crenças, sentimentos, atitudes e preferências), que estão relacionadas diretamente com a satisfação. Exemplos de medidas apropriadas são descritas no Quadro 4.

Quadro 4: Exemplo de medidas de usabilidade.

Objetivos de usabilidade	Medidas de eficácia	Medidas de eficiência	Medidas de satisfação
Usabilidade global	Porcentagem de objetivos alcançados	Tempo para completar uma tarefa	Escala de satisfação
	Porcentagem de usuários completando a tarefa com sucesso	Tarefas completadas por unidades de tempo	Frequência de uso
	Média da acurácia de tarefas completadas	Custo monetário de realização da tarefa	Frequência de reclamações

Fonte: ABNT, 2002.

Além das medidas globais de usabilidade, pode-se fazer necessário utilizar medidas adicionais voltadas para propriedades particulares desejadas no produto. Neste caso, a Associação Brasileira de Normas e Técnicas orienta a definição de pelo menos 7 objetivos diferentes de usabilidade, os quais devem considerar os seguintes critérios: Adequação as necessidades dos usuários; Redução de necessidade de suporte; Facilidade de aprender; Tolerância a erros e Legibilidade. Para cada um destes objetivos recomenda-se utilizar medidas específicas de eficácia, eficiência e satisfação, conforme especificado no Quadro 5.

Quadro 5: Exemplo de medidas para propriedades desejáveis do produto.

Objetivos de usabilidade	Medidas de eficácia	Medidas de eficiência	Medidas de satisfação
Adequado às necessidades de usuários treinados	Número de tarefas importantes realizadas; Porcentagem de funções relevantes usadas	Eficiência relativa comparada com um usuário experiente	Escala para satisfação com características importantes
Adequado às necessidades para usar facilmente	Porcentagem de tarefas completadas com sucesso na primeira tentativa	Tempo gasto na primeira tentativa ¹ ; Eficiência relativa na primeira tentativa	Taxa de uso voluntário

Adequado às necessidades para uso não frequente ou intermitente	Porcentagem de tarefas completadas com sucesso depois de um período específico sem uso	Tempo gasto reaprendendo funções ¹ ; Número de erros persistentes	Frequência de reuso
Redução de necessidade De suporte	Número de referências para documentação; Número de chamadas ao suporte; Número de acessos para obter ajuda	Tempo produtivo; Tempo para aprender por critério ¹	Escala para satisfação com recursos de apoio
Facilidade de Aprender	Número de funções aprendidas; Porcentagem de usuários que conseguem aprender por critério	Tempo para aprender por critério ¹ ; Tempo para reaprender por critério ¹ ; Eficiência relativa durante o aprendizado	Escala para facilidade de aprendizado
Tolerância a erros	Porcentagem de erros corrigidos ou apresentados pelo sistema; Número tolerado de erros do usuário	Tempo gasto na correção de erros	Escala para tratamento de erros
Legibilidade	Porcentagem de palavras lidas corretamente em uma distância normal de visualização	Tempo para ler corretamente um número especificado de caracteres	Escala para desconforto visual
¹ Recomenda-se que nesses exemplos os recursos sejam medidos em relação a um nível especificado de eficácia.			

Fonte: ABNT, 2002.

“Convém notar que é possível obter dados relacionados para cada componente de usabilidade a partir de medidas objetivas ou subjetivas” (ABNT, 2002, p. 12). A satisfação, por exemplo, pode ser avaliada por meio de medidas objetivas do comportamento do usuário, assim como é possível realizar inferências a respeito da eficiência e eficácia a partir de opiniões subjetivas derivadas dos usuários. A validação dos dados obtidos a fim de inferir o nível de usabilidade alcançado com o uso do produto depende do nível de proximidade de situações reais dos usuários, contextos e tarefas envolvidos na análise.

2.13.2 Heurísticas, Princípios e Regras de Usabilidade

Avaliar a usabilidade de um produto envolve verificar se o sistema funciona adequadamente e se atende às expectativas dos usuários. Neste tipo de avaliação investiga-se as funcionalidades disponíveis no sistema e possíveis problemas de design. Para nortear este processo, determinadores autores, predominantemente da área de IHC, desenvolveram e postularam heurísticas, princípios, e regras de usabilidade voltadas para a apreciação do design de interfaces de sistemas interativos. Neste contexto destaca-se quatro conjuntos de diretrizes que concentram esforços em fornecer orientações gerais de usabilidade para o desenvolvimento de interfaces em conformidade com diferentes critérios ergonômicos. Tais delineamentos originam-se dos seguintes autores: Shneiderman (1986), Bastien e Scapin (1993), Jakob Nielsen (1994), e também da norma ISO 9241-10 (1996).

Os princípios de Shneiderman (Oito regras de ouro do design de diálogo), são princípios precursores das heurísticas de usabilidade. Podem ser utilizados tanto para orientar a concepção quanto a avaliação da maioria dos produtos que apresentam sistemas.

Quadro 6: Regras de ouro do design de diálogo.

Oito regras de ouro de Ben Shneiderman	
1. Esforce-se pela consistência	Fontes, cores, <i>layouts</i> , botões, avisos e telas devem manter um padrão em todo o projeto.
2. Permita que usuários frequentes utilizem atalhos	Incluir recursos para usuário iniciantes (como tutoriais e explicações) e atalhos para os usuários experientes.
3. Ofereça feedback informativo	Para cada ação do usuário o sistema deve informar o que está acontecendo.
4. Projete diálogos que indiquem o fim de uma ação	Deixar claro para os usuários quando as ações são encerradas proporciona satisfação e realização, além de indicar que a próxima tarefa já pode ser iniciada.
5. Evite erros	Prever situações de erro nas quais o usuário possa se envolver, caso aconteça, fornecer instruções claras.
6. Permita a fácil reversão de ações	As ações realizadas pelos usuários devem ser reversíveis sempre que possível. Isso minimiza a ansiedade/medo de errar, e incentiva a exploração de outras ações no sistema.
7. Suporte o controle do usuário	Sempre fornecer aos usuários a possibilidade de sair do sistema, caso seja necessário.
8. Reduza a carga de memória curta de duração	Evitar que os usuários necessitem memorizar informações de uma tela para utilizar em outra.

Fonte: Elaborado pela autora (2020), a partir de Shneiderman (1986).

Bastien e Scapin (Critérios ergonômicos para avaliação de interfaces humano-computador) – Criados em 1993, estes critérios evidenciam aspectos envolvidos na fase de concepção do produto que não são revelados pelas metodologias aplicadas no desenvolvimento do projeto. Possibilitam construir sistemas inteligentes e adaptados as necessidades dos usuários. O Quadro 7 notabiliza os referidos critérios e suas descrições.

Quadro 7: Critérios ergonômicos para avaliação de interfaces humano-computador.

Critérios ergonômicos de Christien Bastien e Dominique Scapin	
1. Condução	Tem por função conduzir e capacitar usuários iniciantes quanto ao aprendizado e utilização do sistema. A interface deve favorecer a interação com os recursos disponíveis no produto. Este critério possui subcritérios, sendo estes: convite, legibilidade, presteza, distinção entre itens e <i>feedback</i> imediato.
2. Carga de trabalho	Refere-se a carga cognitiva e capacidade de memória do operador do sistema. Poucas entradas de dados e diálogos não complexos permitem a redução de erros durante a interação.
3. Controle Explícito	Este critério se aplica na realização de tarefas longas e sequenciais, onde as atividades são demoradas. Neste contexto, onde o usuário não controla o sistema, especificar explicitamente as ações de entrada otimiza o tempo e minimiza erros e redundâncias.
4. Adaptabilidade	Relaciona-se com a capacidade de atender as solicitações, necessidades e preferências do usuário. Este critério envolve a dimensão da flexibilidade e da percepção quanto ao nível de experiência do usuário em prol de oferecer diferentes caminhos e soluções.
5. Gerenciamento de erros	Refere-se a prevenção e redução de erros, e principalmente, a capacidade de auto recuperação do sistema mediante a ocorrência de falhas.
6. Homogeneidade/ Consistência	Está relacionado com a padronização do projeto de interface, mantendo uma unidade gráfico-visual e comunicacional por meio de formas, códigos, termos e procedimentos operacionais do <i>software</i> . Quando o usuário consegue prever, por meio do padrão, onde estão localizados os recursos da interface, esta se torna mais previsível e amigável.
7. Significado de códigos	Retrata a familiarização com códigos, símbolos e denominações presentes no sistema. Usuários mais experientes lidam mais facilmente com problemas de comunicação da interface, já os inexperientes podem ser induzidos ao erro por conta da falta de adequação entre objetos e suas referências na interface.
8. Compatibilidade	Este critério relaciona-se com a correspondência do sistema em relação as características do usuário. As funções disponibilizadas devem ser compatíveis a idade, expectativas, nível de diálogo e capacidade cognitiva (memória e percepções) do usuário.

Fonte: Elaborado pela autora (2020) a partir de Bastien e Scapin (1993).

Nielsen (Heurísticas de usabilidade) – Definidas em 1994 e perpetuadas cientificamente desde então, não houve necessidade de reformulação/atualização destas heurísticas de usabilidade até os dias atuais. São amplamente utilizadas para projetar interfaces e melhorar a experiência de uso por meio de orientações simples e claras. O Quadro 8 destaca as dez heurísticas de Jakob Nielsen e as suas respectivas propriedades.

Quadro 8: Heurísticas de usabilidade.

Heurísticas de usabilidade de Jakob Nielsen	
1. Visibilidade do status do sistema	Informar o usuário sobre o contexto geral do ambiente digital em que está, sua localização, de onde veio e para onde pode se dirigir.
2. Compatibilidade entre o sistema e o mundo real	A linguagem e os símbolos utilizados na interface precisam ser compreensíveis ao entendimento do usuário.
3. Controle e liberdade para o usuário	Permitir que o usuário reverta com segurança ações que foram realizadas por engano.
4. Consistência e padronização	Manter as informações consistentes e padronizadas auxilia que o usuário replique as ações em todas as telas do sistema sem sentir-se confuso ou desorientado.
5. Prevenção de erros	Apresentar caixas de confirmação para o usuário antes que este concretize ações importantes no sistema, como deletar um arquivo, por exemplo.
6. Reconhecimento ao invés de memorização	Fornecer ao usuário caminhos para aprendizagem por meio do reconhecimento de padrões na interface, desta forma o usuário não precisa memorizar diversas informações ao longo do uso do sistema.
7. Eficiência e flexibilidade de uso	Promover formas mais rápidas de interação com o sistema a medida em que o usuário se torna mais experiente, como atalhos no teclado, por exemplo.
8. Estética e Design minimalista	Manter na interface apenas informações necessárias, quanto maior a quantidade de informações analisadas, mais decisões o usuário precisará tomar.
9. Diagnóstico e recuperação de erros	Informar ao usuário quando um erro é cometido, como ocorreu, e o que precisa ser feito para corrigi-lo.
10. Ajuda e documentação	Disponibilizar informações sobre as principais dúvidas do usuário para que o mesmo se torne mais autônomo na resolução de problemas, e consequentemente, menos dependente do suporte.

Fonte: Elaborado pela autora (2020) a partir de Nielsen (1994).

ISO 9241-10 (Princípios do diálogo) – Elaborados em 1996, estes sete princípios gerais destinam-se especificamente às interfaces de *software*, e aportam as seguintes técnicas de diálogo: Adaptação à tarefa; Autodescrição (*feedback*); Controlabilidade; Conformidade

às expectativas do usuário; Tolerância a erros; Facilidade de individualização e Facilidade de aprendizagem. O Quadro 9 aponta os atributos de cada um destes princípios.

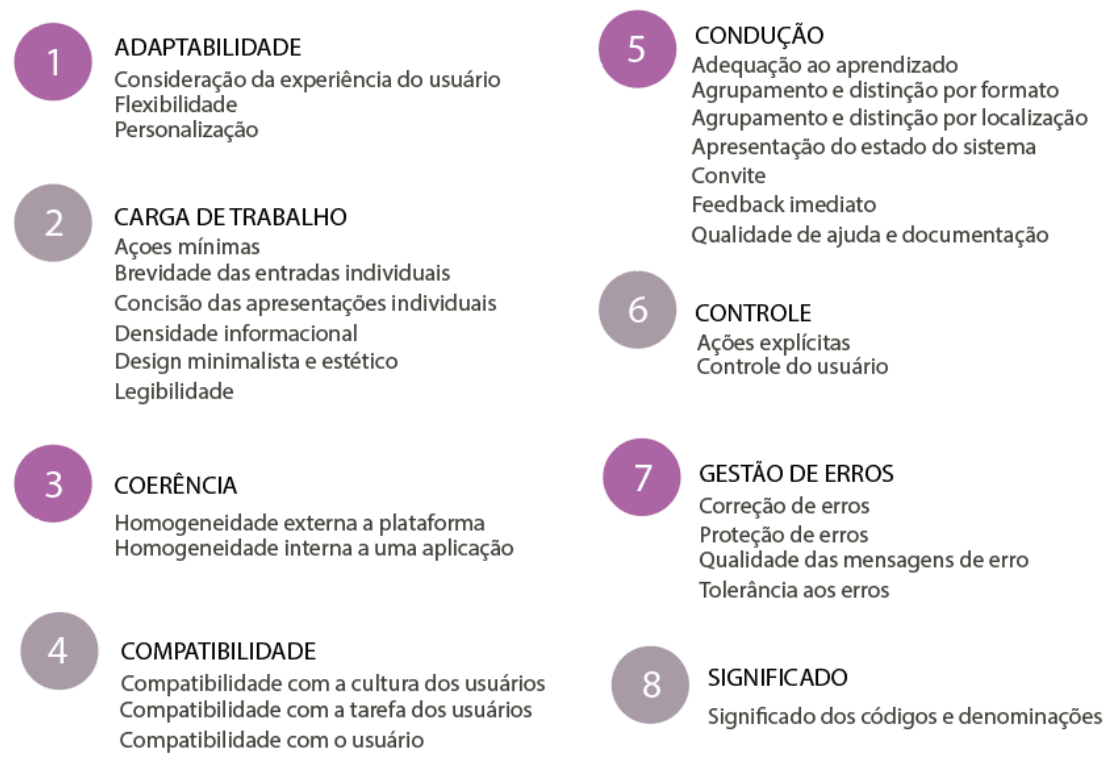
Quadro 9: Sete princípios do diálogo de acordo com a norma ISO 9241-10.

ISO 9241-10 – Princípios do diálogo	
1. Adaptação à tarefa	Consiste em facilitar que o usuário execute tarefas com eficiência e eficácia.
2. Autodescrição (<i>feedback</i>)	Relaciona-se com a compreensão imediata do diálogo, seja por meio de <i>feedback</i> ou a partir de solicitações de informações por parte do usuário.
3. Controlabilidade	Proporciona caminhos de diálogo para que o usuário inicie e gerencie a interação até o final da tarefa.
4. Conformidade às expectativas do usuário	Adequar o sistema aos atributos do usuário, como nível de experiência, grau de instrução, etc.
5. Tolerância a erros	Permitir que o usuário obtenha os resultados desejados minimizando a necessidade de correção de erros.
6. Facilidade de individualização	O diálogo é considerado adequado à individualização quando a interface possibilita que o usuário realize modificações para atender suas necessidades e preferências individuais.
7. Facilidade de aprendizagem	Guia o usuário no processo de aprendizagem do uso do sistema.

Fonte: Elaborado pela autora (2020) a partir de ISO (1996).

A união destes quatro conjuntos de diretrizes de usabilidade (Oito regras de ouro do design de diálogo, Critérios ergonômicos para avaliação de interfaces humano-computador, Heurísticas de usabilidade e Princípios do diálogo) foi proposta por Cybis, Betiol e Faust (2010). Integrando estas heurísticas, princípios e regras, os autores desenvolveram uma lista única com 8 critérios ergonômicos que podem ser utilizados como referência global para o design de interfaces. O detalhamento destes requisitos pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4: Oito critérios ergonômicos.



Fonte: Elaborado pela autora (2020) a partir de Cybis, Betiol e Faust (2010).

Esse conjunto de critérios já percorreu uma série de experimentos com o intuito de validá-los. A essência desta ferramenta consiste em contribuir para o aperfeiçoamento do diagnóstico ergonômico no processo de avaliação de produtos e ferramentas com o máximo de conforto, segurança e eficácia. A partir dos resultados das validações, considera-se que os critérios são úteis e confiáveis para guiar o trabalho de avaliadores e ergonomistas. Utilizar uma abordagem que se baseia nestes princípios e critérios contribui não somente para a concepção de sistemas adequados ao usuário (análise, especificação e construção de ambiente digitais voltados as suas necessidades reais e práticas de trabalho), como também avaliar e testar a usabilidade do produto desenvolvido.

2.13.3 Usabilidade Móvel: Heurísticas Direcionadas Para Dispositivos Portáteis

Na criação de aplicações para dispositivos móveis e em atividades de verificação de *softwares* implementados em *smartphones* e *tablets*, deve-se considerar a mobilidade do aparelho e fatores limitantes do ambiente no qual está inserido. Neste sentido, a capacidade reduzida da memória, do processador, do armazenamento e o tamanho da tela caracterizam-se como limitações que demandam adaptações no processo de avaliação do sistema.

Por conta da interação peculiar nestes dispositivos, Bertini *et al.* (2006) perceberam a necessidade de elaborar heurísticas de usabilidade apropriadas para a apreciação do design de interfaces em aparelhos móveis. A partir de estudos, os autores elaboraram um conjunto de oito regras de usabilidade direcionadas ao contexto móvel, evidenciadas no Quadro 10.

Quadro 10: Heurísticas de usabilidade para dispositivos móveis.

Heurísticas de Bertini <i>et al.</i> (2006)	
1. Visibilidade do status do sistema e facilidade de encontrar o mundo real	Manter o usuário informado sobre o que está ocorrendo, priorizar mensagens sobre a autonomia da bateria, condições do ambiente e conexão com a internet.
2. Compatibilidade entre o sistema e o mundo real	Permitir que o usuário compreenda claramente as informações do sistema, dispor os elementos de maneira familiar (em ordem natural e lógica).
3. Consistência e mapeamento	Preservar a consistência entre as ações realizadas no sistema e as ações realizadas no mundo real.
4. Boa ergonomia e design minimalista	Considerar que dispositivos móveis devem ser fáceis de manusear com apenas uma das mãos e devem ser resistentes a agentes degradantes do ambiente, como umidade. Além disso, o excesso informacional deve ser evitado na interface.
5. Facilidade de entrada de dados, legibilidade e capacidade de assimilação	O sistema deve facilitar a entrada de dados, preferencialmente com apenas uma das mãos. As informações devem visíveis, independente da condição de iluminação da tela do dispositivo, e devem ser assimiladas de imediato.
6. Flexibilidade, eficiência de uso e personalização	O sistema deve permitir que o usuário personalize ações de acordo com suas necessidades. Deve sugerir caminhos de personalização que sejam benéficos em um determinado contexto de uso.
7. Convenções estéticas, sociais e de privacidade	Considerar aspectos emocionais e estéticos do usuário, garantir que os dados informados são mantidos com segurança e privacidade.
8. Gerenciamento de erros realístico	Permitir que o usuário identifique, diagnostique e corrija os erros de interação cometidos no sistema.

Fonte: Elaborado pela autora (2020) a partir de Bertini, Gabrielli e Kimani (2006).

As heurísticas desenvolvidas por Bertini *et al.* (2006) baseiam-se no refinamento das heurísticas de Nielsen (1994) e na adaptação destas diretrizes genéricas para o contexto das interfaces móveis. Nota-se, portanto, que na lista de Bertini *et al.* (2006) além de aspectos sistêmicos e estéticos, aparecem também aspectos de *hardware*. As heurísticas 4 e 5, por exemplo, ressaltam a necessidade de facilitar que o usuário utilize apenas uma das mãos para inserir dados de entrada no sistema. Os autores também destacam a preocupação com os agentes degradantes do ambiente, como a umidade, indicando que os dispositivos móveis tendem a possuir estruturas mais frágeis, maior propensão ao desgaste e ao mal funcionamento por conta de fatores externos.

O ambiente de uso de um aparelho móvel tende a ser mais dinâmico se comparado a um computador de mesa, neste sentido, a atenção do usuário volta-se para outras atividades além da própria utilização do sistema. O “usuário móvel” interage com outros elementos e atividades do ambiente ao redor. Outro aspecto pontuado por Ballard (2007) diz respeito a facilidade de interrupção de atividades desempenhadas em dispositivos móveis, por exemplo, se o usuário está digitando uma mensagem e recebe uma ligação, ele não poderá terminar de escrever ou salvar a mensagem. Assim, é importante considerar estas características no desenvolvimento ou avaliação de aplicações móveis, visando a projeção de sistemas que se adequem e satisfaçam plenamente as necessidades dos usuários.

2.14 TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção referencia diferentes trabalhos desenvolvidos na área de Usabilidade que apresentam resultados direcionados ao contexto de interfaces móveis no que tange a avaliação ergonômica destes artefatos digitais por meio de heurísticas. A partir de uma busca sistemática em bases bibliométricas, foram selecionados seis trabalhos científicos publicados nos últimos dez anos. Os títulos encontrados demonstram afinidade com a temática abordada nesta pesquisa e evidenciam critérios de usabilidade importantes para a complementaridade dos estudos aqui propostos.

2.14.1 Proposições de Usabilidade para o Público Infantil

Martins (2018) propôs o estudo dos principais aspectos que podem influenciar a experiência de uso em jogos digitais como ferramentas do processo de alfabetização, para crianças entre 6 e 8 anos de idade. O autor investigou as características comuns de usabilidade percebidas pelo público infantil no processo de interação com jogos digitais. Os aspectos identificados foram associados as 10 heurísticas de Nielsen (1994), como resultado foram levantadas novas proposições de uso a fim de integrar estas orientações de forma mais aprofundada ao campo do Design, dos Fatores Humanos e da Usabilidade.

Quadro 11: Proposições de Usabilidade baseadas nas heurísticas de Nielsen (1994).

Heurísticas de Nielsen	Novas proposições
1. Visibilidade do Status do Sistema	a) Clareza e consistência no <i>feedback</i> da evolução do jogador b) Controle do sistema disponível e sempre visível c) Tamanho da fonte apropriada a idade da criança
2. Compatibilidade entre o sistema e o mundo real	a) Informações e orientações escritas e por áudio b) Linguagem clara e familiar à criança c) A criança deve poder responder ao sistema no seu próprio tempo, o sistema, porém, deve responder imediatamente a criança
3. Controle e liberdade do usuário	a) Capacidade de sair e salvar sua evolução b) Capacidade de retomar o jogo de onde o deixou c) Capacidade de criação e salvamento de persona
4. Consistência e padrões	a) Constância e padronização dos comandos básicos b) Padronização de cores, sons e imagens
5. Prevenção de erros	a) Considera a capacidade motora e cognitiva da criança b) Impossibilidade de cometer erros irreversíveis
6. Reconhecimento ao invés de memorização	a) Ajuda escrita e por áudio, sempre disponíveis b) Conceitos abstratos são ilustrados com conceitos concretos
7. Flexibilidade e eficiência de uso	a) Escolha apropriada de <i>hardwares</i> b) Capacidade de agilizar o uso de usuários experientes, sem desconsiderar os inexperientes c) Alto nível de <i>replayability</i> (rejogabilidade)
8. Estética e design minimalista	a) Mínimo uso necessário de informações na tela b) O <i>feedback</i> do sistema é divertido e surpreendente
9. Diagnóstico e recuperação de erros	a) Mensagens de erro não destacam a falha do usuário b) Mensagens de erro sempre apresentam uma solução

10. Ajuda e documentação	a) Presença de tutorial no início do jogo ou sempre que uma nova funcionalidade for apresentada b) O manual do jogo é interativo c) Capacidade de receber orientações adicionais
--------------------------	--

Fonte: Elaborado pela autora (2020) a partir de Martins (2018).

2.14.2 Heurísticas de Usabilidade para o Público Juvenil

No trabalho de Kunar e Goundar (2019) três novas heurísticas foram elaboradas como extensão das heurísticas de Nielsen (1994) para apoiar a avaliação de interfaces em aplicativos de aprendizagem móvel. Na condução deste trabalho os autores realizaram análises em 16 estudos de casos (*apps* de aprendizagem) extraídos da bibliografia. As investigações apontaram problemas de usabilidade que não podem ser detectados por meio das heurísticas genéricas de Nielsen (1994). Neste sentido, Kunar e Goundar (2019) implementaram o processo de validação das novas heurísticas e concluíram que estas diretrizes mapeiam de forma mais ampla os problemas de uso nestes sistemas específicos.

Quadro 12: Extensões das heurísticas de Nielsen (1994).

Novas Heurísticas	Descrição
1. Comandos dirigidos por seleção	Substituir a digitação de dados pela seleção de comandos por meio de menus, listas, botões ou outros recursos da interface que proporcionem controle para o usuário.
2. Organização de conteúdo	O conteúdo precisa destacar os pontos chave da aprendizagem. As informações precisam ser otimizadas para caber em uma tela. Várias telas podem ser utilizadas para exibir o conteúdo caso este seja muito grande.
3. Representação Visual	O uso de imagens, ícones, sons, textos coloridos, fundos coloridos e animações podem auxiliar o processo de aprendizagem.

Fonte: Elaborado pela autora (2020) a partir de Kunar e Goundar (2019).

De forma semelhante, a pesquisa de D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016) propõe um novo conjunto de heurísticas específicas para avaliar a usabilidade de aplicativos educacionais. O estudo foi conduzido por meio da apreciação crítica dos critérios de

usabilidade elaborados por Nokelainen (2006) e Silveira e Carneiro (2012), a análise destas heurísticas existentes na literatura e a proposição das novas diretrizes foi realizada com o apoio de um especialista na área educacional, este profissional caracteriza-se por um pedagogo que frequentemente utiliza dispositivos móveis em suas práticas pedagógicas. O Quadro 13 evidencia o resultado deste estudo.

Quadro 13: Proposição de heurísticas de usabilidade para dispositivos móveis.

Heurística	Origem
1. Consistência e bom aproveitamento do espaço da tela	Heurística adaptada
2. Disponibilidade (Acesso de qualquer lugar) e Portabilidade	Heurística nova
3. Facilidade de acesso às funcionalidades	Heurística adaptada
4. Resposta Imediata e Visibilidade	Heurística adaptada
5. Adequação de mensagem à funcionalidade e ao usuário	Heurística adaptada
6. Prevenção de erros e recuperação rápida ao último estado estável	Heurística adaptada
6. Aprendizado orientado a um objetivo	Heurística nova
7. Aprendizagem e Recordação no processo de Interação	Heurística nova
8. Controle de aprendizado e Flexibilidade	Heurística adaptada
8. Disponibilizar diferentes experimentações de aprendizado, incluindo erros	Heurística nova
9. Aprendizado cooperativo/colaborativo	Heurística nova
10. Motivação	Heurística adaptada
11. Consolidação de novos aprendizados (Aplicabilidade)	Heurística nova
12. Ajuda e documentação	Heurística reutilizada

Fonte: Elaborado pela autora (2020) a partir de D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016).

O estudo de Limtrairut (2020) apresenta um trabalho de pesquisa que resultou em um conjunto de 16 heurísticas de usabilidade voltadas ao contexto de interfaces de aprendizagem móvel (*m-learning*). Estas heurísticas foram desenvolvidas com base nos princípios de Nielsen (1994), Benson *at al.* (2002) e Yanez *et al.* (2004), e fornecem regras mais detalhadas relacionadas ao uso de *softwares* em dispositivos móveis. Todas as heurísticas mantêm a mesma essência informativa das heurísticas de referência, sendo estas reformuladas para adequarem-se as necessidades de uso do público-alvo de usuários. Profissionais da área de

Tecnologia da Informação participaram do processo de desenvolvimento das heurísticas, atuando como especialistas na etapa de revisão do trabalho desenvolvido. Para consolidar o processo de validação estes participantes avaliaram a aplicação das heurísticas de usabilidade por meio de um protótipo digital na versão *mobile*, de segmento educacional, *desenvolvido* pelos pesquisadores, o que viabilizou a proposição de melhorias por parte dos especialistas. O Quadro 14 apresenta o resultado final das heurísticas elaboradas.

Quadro 14: Conjunto de heurísticas para a avaliação de interfaces *m-learning*.

Heurísticas
1. Fornecer progresso e status visíveis do aplicativo por meio de notificações adequadas e oportunas
2. Adaptar o design do sistema às convenções do mundo real
3. Permitir que os usuários assumam o controle do sistema e ofereçam-lhes liberdade de navegação
4. Utilizar linguagem consistente e manter padrões de interação de <i>software</i>
5. Fornecer prevenção de erros
6. Projetar para o reconhecimento, em vez de exigir memorização
7. Oferecer flexibilidade e eficiência de uso
8. Utilizar design estético e minimalista
9. Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros
10. Ofereça ajuda e documentação
11. Fornecer interatividade
12. Fundamentar o design de aprendizagem na teoria da aprendizagem
13. Garantir integração adequada de mídia
14. Fornecer avaliação instrucional
15. Fornecer recursos externos
16. Fornecer <i>feedback</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2022) a partir de Limtrairut (2020).

Por último, Sanz *et al.* (2016) também conduziram um estudo voltado para o desenvolvimento de heurísticas de usabilidade. O procedimento metodológico adotado pelos pesquisadores envolveu três pilares fundamentais: as características que compõem o conceito de *u-learning*, conforme proposto por Nilsen (1994) e Cofré (2013); o modelo de experiência

do usuário de Peter Morville; e a análise exploratória dos aplicativos educacionais "Duolingo" e "Linguaia", por meio dos quais foram identificados os principais problemas de usabilidade. As heurísticas desenvolvidas foram validadas por especialistas em usabilidade, utilizando um questionário semiestruturado, o qual permitiu que os participantes sugerissem melhorias para aprimorar o processo de refinamento dessas regras de uso. O conjunto das heurísticas elaboradas podem ser visualizados por meio do Quadro 15.

Quadro 15: Conjunto de heurísticas para a avaliação de interfaces *u-learning*.

Heurísticas	Descrição
1. Recursos de Aprendizagem	O aplicativo deve fornecer aos usuários atividades educacionais por meio do(s) curso(s) que contém unidades, lições e materiais de apoio para aprendizagem.
2. Apoio ao processo de aprendizagem:	O aplicativo deve oferecer aos usuários a oportunidade de responder perguntas e realizar aprendizagem colaborativa.
3. Continuidade e acesso aos recursos educacionais	O aplicativo deve registrar todos os processos de aprendizagem de forma independente no dispositivo usado.
4. Interatividade	O aplicativo deve permitir a comunicação com outros usuários e/ou especialistas em tempo real
5. Facilidade de uso e consistência	A facilidade de uso e a consistência estética no aplicativo são fundamentais para proporcionar uma experiência satisfatória.
6. Prevenção de erros e saídas de emergência	O aplicativo deve alertar sobre ações críticas e irreversíveis.
7. Ajuda ao usuário	Quando ocorrerem erros no aplicativo, mensagens simples de erro devem ser fornecidas, sugerindo soluções construtivas.
8. Aplicativo desejável	Imagens, ícones, identidade da marca e outros elementos de design são usados para evocar emoção e gratidão.
9. Recursos localizáveis	O conteúdo deve ser localizável e navegável interna e externamente, adaptando-se aos estilos de trabalho individuais dos usuários.
10. Recursos de aprendizagem	Recursos educacionais e avaliativos devem ser provenientes de autoridades competentes, pois os usuários devem confiar e acreditar no que lhes é dito.

Fonte: Elaborado pela autora (2022) a partir de Sanz *et al.* (2016).

2.14.3 Recomendações de Usabilidade para o Público Sênior

Mol (2011) desenvolveu por meio de suas pesquisas um conjunto de recomendações de usabilidade para interfaces de aplicativos móveis com foco na terceira idade. A lista com as dez recomendações do autor foi validada a partir de dois estudos de casos práticos, nesta etapa foram conduzidos testes com usuários e em seguida aplicados formulários de entrevistas para coletar a opinião dos participantes. O resultado da avaliação aponta para um panorama positivo em relação ao uso das recomendações, as diretrizes delineadas pelo autor demonstram-se eficazes para avaliar a usabilidade de dispositivos móveis com tecnologia *touchscreen* destinados à idosos. O Quadro 16 revela a lista de recomendações.

Quadro 16: Recomendações de usabilidade para interfaces voltadas a usuários idosos.

Recomendações	Características
1. Uso autônomo	Para que usuário utilize o dispositivo sem a necessidade do auxílio de um outro indivíduo recomenda-se instruções básicas de operação nas primeiras interações com o sistema.
2. Texto	Utilizar frases curtas, texto alinhado à esquerda, espaçamento simples, evitar informações redundantes, destacar partes relevantes e utilizar texto sem serifa com tamanho igual ou superior a 10 pixels.
3. Botões	Recomenda-se utilizar botões que apresentem retorno visual ou sensorial após o seu pressionamento. Podem ser utilizados em dimensões iguais ou superiores a 62 pixels.
4. Navegação	A navegação linear com o uso de botões para troca de telas pode ser utilizada, no entanto, é importante destacar e explicar o funcionamento dos itens de navegação antes da primeira interação com o sistema.
5. Lista de opções	É recomendado desde que os itens exibidos na lista respeitem as dimensões de texto e apresentem opções selecionáveis. Estes itens devem fornecer um retorno de interação para deixar claro a sua seleção.
6. Grade de imagens	As dimensões das figuras selecionáveis devem ser iguais ou superior a 62 pixels. É importante selecionar cautelosamente o desenho dos ícones que representarão as opções, para que esta imagem não dificulte ou impeça o uso do recurso.
7. Rolagem do texto	Recomenda-se o uso da rolagem de tela ao invés da rola por meio de barras laterais na página. Deve-se, no entanto, utilizar algum item de marcação ao final da tela para auxiliar o usuário.

8. Botões de rádio	Botões de rádio podem ser utilizados, permitem selecionar apenas uma opção em uma lista de itens. A compreensão do funcionamento com este elemento deve ser de fácil entendimento, deve-se respeitar as dimensões da fonte dos itens selecionáveis descritas nessa lista de recomendações.
10. Botões de checagem	Botões de checagem podem ser utilizados, permitem selecionar várias opções em uma lista de itens. Deve-se respeitar as dimensões da fonte dos itens selecionáveis descritas nessa lista de recomendações.
11. Animação	São recomendadas para facilitar a percepção do usuário na troca de contexto no aplicativo e funcionam como um <i>feedback</i> visual para a aceitação de comandos. Idosos são muito receosos com relação a erros.

Fonte: Elaborado pela autora (2022) a partir de Mol (2011).

Ainda no contexto da usabilidade móvel direcionada ao usuário idosos, Anjos e Gontijo (2014) estabeleceram algumas recomendações que podem facilitar a interação entre o idoso e o telefone celular. Para identificar os critérios de usabilidade e acessibilidade necessários neste processo interativo, as autoras utilizaram questionários de satisfação, arranjo de cartas e teste de compreensão de ícones com os participantes do estudo. O conjunto de recomendações elaborados por Anjos e Gontijo (2014) está estruturado em 4 princípios: Perceptível, Operável, Compreensível e Robusto, e subdivididos por temas. Concluiu-se que as diretrizes elaboradas auxiliam a orientar os desenvolvedores de interface na tomada de decisão durante o processo de design, o Quadro 17 apresenta essas recomendações:

Quadro 17: Recomendações de usabilidade para interfaces de *apps* para usuários idosos.

Princípios	Temas
1. Informações perceptíveis e interface do usuário	Tamanho do texto, cor, contraste, ícones e <i>feedback</i> .
2. Interface operacional e de navegação	Navegação e localização, atalhos, nomes das funções, rolagem da tela, adequação ao contexto do usuário, funções e informações mais importantes, redimensão do texto, apoio a personalização da interface e distrações.
3. Informações compreensíveis e interfaces do usuário.	Organização da página, número de telas, apoio a seleção de opções, linguagem compreensível, navegação consistente e rotulagem, apoio às interrupções, instruções e assistência de entrada, prevenção de erros e recuperação de formulários.
4. Conteúdo robusto e interpretação confiável	Celulares antigos e novas tecnologias.

Fonte: Elaborado pela autora (2022) a partir Anjos e Gontijo (2014).

As autoras destacam que as limitações e deficiências dos idosos, mesmo leves, podem apresentar-se como um grande desafio durante a interação com um aparelho celular. Como resultado dos estudos, verificou-se que os principais problemas nesta relação correspondem a baixa compreensão de ícones e dos significados das funções e comandos na interface, o tamanho pequeno dos textos, e a falta de padronização e ordem na navegação. A identificação das recomendações direcionadas ao público sênior possibilita a construção de interfaces ergonômicas e amigáveis, e permite que o uso destes dispositivos seja realizado com mais facilidade, eficiência e eficácia por este grupo de usuários.

2.15 DESIGN DE INTERFACES

Representar o Design de forma bidimensional é uma tarefa desafiadora. Traduzir os elementos físicos, conceituais, sensoriais, projetuais, ou em qualquer outra esfera existencial para uma dimensão plana, requer habilidades cognitivas, de raciocínio espacial e a implantação de práticas analíticas. O Design responsável por atuar neste processo, tanto o Gráfico quanto o de Informação, relacionam-se intrinsicamente com a percepção visual, apropriando-se desse componente para a codificação e decodificação de seus elementos.

Meirelles (2013) notabiliza a relevância do campo do Design da Informação e seu importante papel na elaboração de soluções visuais, como interfaces digitais, mapas e infográficos. Sua abordagem dá ênfase para as dificuldades que podem surgir no âmbito do Design em relação ao grande volume de dados informacionais gerados para consumo da população, instruindo sobre como lidar com essas informações e torná-las acessíveis.

A autora oferece um exemplo da aplicação adequada do Design da Informação, citando o mapa britânico do metrô de Londres, desenvolvido por Harry Beck em 1933, e considerado o primeiro Atlas de estradas da Europa. A estrutura do mapa se baseia em faixas verticais paralelas que exibem o desenho das estradas. De maneira harmoniosa e inteligível, a proposta visual e informacional dessa peça gráfica é fluida, coesa, padronizada, categorizada e hierarquizada, obtendo êxito ao evidenciar os aspectos informacionais mais importantes do mapa. A contribuição de Beck na organização de informações foi de tamanha relevância que os mapas e infográficos amplamente utilizados nos meios de comunicação contemporâneos são diretamente influenciados por sua abordagem (Quintão; Triska, 2014).

Dentro do campo do Design Gráfico são frequentemente empregados dois termos para designar composições visuais que têm como principal objetivo a transmissão de informações, os infográficos e o Design de Informação. Conforme manifestado por Meirelles (2013), os infográficos são eficientes em unir a linguagem visual com a linguagem verbal por meio de gráficos, representando os dados através de ilustrações, símbolos, diagramas e mapas. Livros pedagógicos e técnicos apropriam-se com frequência dos infográficos para explicar informações complexas, assim como o campo do Jornalismo o utiliza para exibir informações meteorológicas e ilustrar diferentes conteúdos para a população.

Por outro lado, o Design de Informação é um conceito mais abrangente, que engloba a criação de produtos visuais e também envolve o planejamento estratégico da comunicação da mensagem com os leitores. Esta disciplina engloba algumas outras, como o Design de Sistemas, Sistemas de Informação, Sistemas de Orientação, Visualização de Dados Estatísticos e a própria área de infográficos, todas elas compartilhando o objetivo comum de facilitar o entendimento de dados, dificilmente deduzidos sem o auxílio de representações visuais. Até recentemente, a representação de informações por meio de infográficos e o design de sistemas eram predominantemente estáticos. No entanto, com o progresso das tecnologias, a disponibilidade de informações se tornou mais interativa e dinâmica.

Conforme esclarecido por Meirelles (2013), as representações gráficas da informação podem ser consideradas artefatos cognitivos, pois desempenham um papel complementar e fortalecedor em relação às habilidades mentais das pessoas. A autora defende que o Design de Informação deve cumprir nove propósitos:

Quadro 18: Nove propósitos do Design de Interação.

1	Registrar informações
2	Transmitir significado
3	Aumentar a memória de trabalho ¹²
4	Facilitar a busca
5	Facilitar a descoberta
6	Dar suporte à referência perceptual ¹³

¹² Memória de trabalho: se refere ao sistema cognitivo responsável por processar informações durante tarefas mentais complexas. Também pode ser descrito como "espaço de trabalho mental" onde os dados são mantidos e manipulados ativamente. A memória de trabalho desempenha um papel importante em inúmeras atividades, como por exemplo: resolução de problemas, tomada de decisões, aprendizado, entre outras.

¹³ Referência perceptual: relaciona-se com os sentidos, envolvendo a percepção tátil, visual, auditiva e outras formas de percepção sensorial. Corresponde à capacidade de compreender imediatamente as informações por meio dos sentidos, interpretando e organizando os dados sensoriais para criar representações mentais do ambiente ao redor.

7	Aprimorar a detecção e o reconhecimento
8	Fornecer modelos do mundo real e teórico
9	Permitir a manipulação de dados

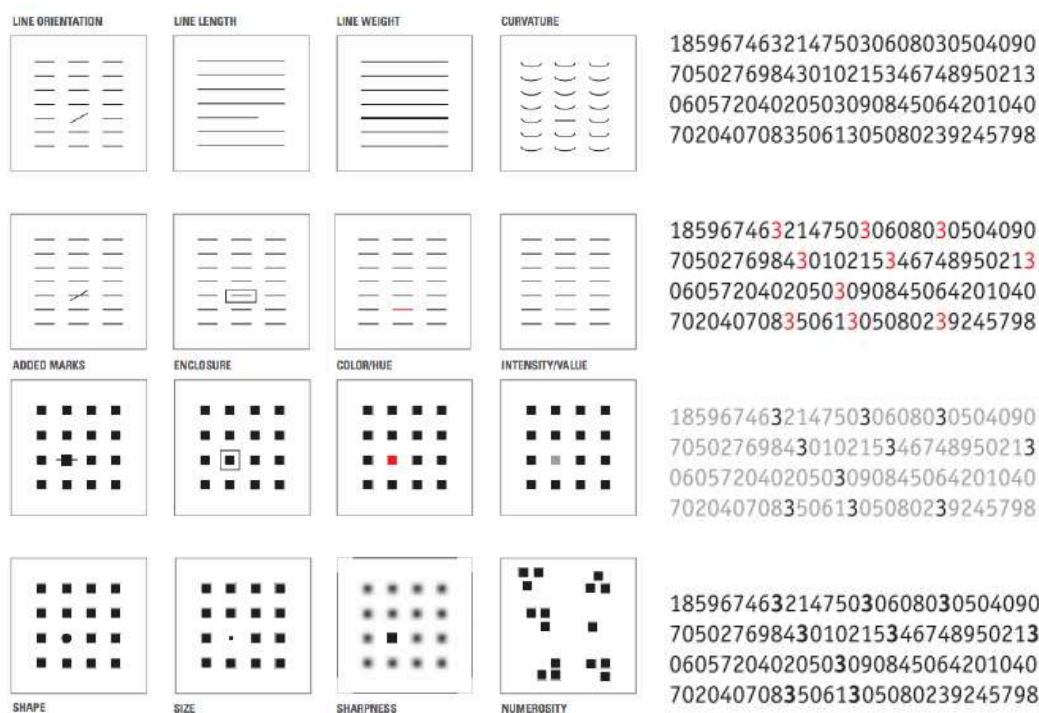
Fonte: Elaborado pela autora (2022) a partir de Meirelles (2013).

Em termos de Design Gráfico, Meirelles (2013) destaca que as leis da *Gestalt* podem ser aplicadas como diretrizes de design com o intuito de aprimorar de maneira eficaz a percepção de padrões e inferências perceptivas. Segundo Wertheimer (1959), os princípios da *Gestalt* são eficazes não apenas para melhorar as inferências perceptivas, mas também para facilitar a resolução de problemas e o processamento cognitivo. O autor elucida que os princípios desta teoria, como agrupamento, reorganização e centralização, por exemplo, facilitam a compreensão dos requisitos estruturais dos problemas, permitindo que os problemas sejam vistos de forma holística.

Embora as informações apresentadas por meio de telas e *displays* ou interfaces estejam disponíveis simultaneamente, nossos sistemas visuais processam separadamente cada informação, percorrendo estágios subsequentes. Na maioria das vezes inicia-se com o estágio pré-cognitivo por meio da entrada de dados através da visão, também denominado "*bottom-up*", até alcançar os níveis mais altos de processamento, nos quais os conhecimentos prévios são combinados para formar novas estruturas de conhecimento (Meirelles, 2013).

A Figura 5 ilustra dois exemplos em que os princípios da *Gestalt* são aplicados em informações visuais e textuais. Ao lado esquerdo exibe-se um conjunto de linhas e pontos que se diferenciam por meio de características distintas, como: tamanho, espessura, orientação, cor, forma, nitidez, quantidade, etc. Ao lado direito apresenta-se uma coluna numérica que propõe o destaque do número 3 por meio de princípios similares.

Figura 5: Princípios da *Gestalt* aplicados em informações visuais.



Fonte: Meirelles (2013) e Ware (2004).

Ware (2004) propõe um modelo de percepção da informação que se divide em três estágios:

- Estágio 1: Processamento paralelo rápido para extrair características básicas
- Estágio 2: Processamento serial lento para extração de padrões e estruturas
- Estágio 3: Processamento sequencial orientado a objetivos para formar a base do pensamento visual

O processamento do Estágio 1 ocorre muito rapidamente, geralmente em menos de 10 milissegundos com o objetivo de extrair rapidamente características visuais básicas. Esta percepção, que se denomina "pré-atentiva", ocorre antes da atenção consciente e corresponde ao que se pode comumente chamar de "dar uma olhada" ou "passar os olhos" nas informações. Designers podem apropriar-se dessas características pré-atentivas para melhorar a identificação rápida de informações importantes, pois os elementos em destaque serão visualizados rapidamente (Meirelles, 2013).

Na Figura 5, as quatro sequências numéricas da coluna da direita possibilitam a exemplificação deste processo cognitivo. Uma vez que o leitor precise identificar rapidamente o número 3 e quantificar o número de ocorrências deste elemento, o mesmo não

conseguiria encontrar facilmente por meio da primeira sequência, pois precisaria escanear cada número sequencialmente até encontrar o "alvo". Nas demais sequências numéricas os recursos pré-atentivos auxiliam a realizar essa tarefa de forma rápida e eficiente, identificando facilmente o elemento através de seu destaque visual (Meirelles, 2013).

A interação entre interfaces e seres humanos deve ser intuitiva, harmoniosa, coerente, e sobretudo, prazerosa. As informações, sejam elas textuais ou visuais, são componentes essenciais do Design, e, portanto, precisam atender determinados pré-requisitos para proporcionar ao usuário uma boa experiência de interação com o sistema/produto.

Norman (2018) idealizou seis princípios para o Design de Interação, sendo estes:

- **Visibilidade:** a visibilidade é um princípio fundamental que se refere à capacidade de um elemento ser facilmente identificado pelos usuários. Um exemplo prático dessa abordagem é a substituição dos menus hambúrguer por "*tabs bar*"¹⁴ em aplicativos móveis e *web apps*, proporcionando uma navegação mais clara e direcionada.
- **Feedback:** o *feedback* está relacionado à necessidade de fornecer informações claras sobre a efetividade das ações realizada pelos usuários. Um *feedback* adequado permite que o usuário compreenda os erros cometidos e saiba como resolvê-los.
- **Restrições:** o princípio das restrições implica em filtrar e minimizar as ações do usuário na interface, simplificando e conduzindo-o para as próximas etapas. As restrições devem servir para direcionar os usuários de forma intuitiva e diminuir a carga cognitiva.
- **Mapeamento:** refere-se à necessidade de estabelecer uma relação clara entre os controles disponíveis na interface e seus efeitos. É importante que os usuários adquiram a compreensão sobre como o controle afetará o sistema.
- **Consistência:** a consistência diz respeito à coesão entre elementos e operações em uma interface. Ao manter elementos consistentes, como: uniformidade da paleta cromática, tipografia padronizada e *layout* congruente, é possível proporcionar uma experiência mais intuitiva e agradável, reduzindo também a curva de aprendizado.
- **Affordance:** O conceito de *affordance* relaciona-se com a capacidade de transmitir de forma óbvia e clara a funcionalidade de determinado elemento da interface. A

¹⁴ *Tabs bar*: refere-se a maneira de organizar os elementos em uma interface. Consiste em dispor botões e abas específicas por meio de uma barra horizontal, geralmente situada no rodapé da página, permitindo o fácil acesso aos usuários aos recursos principais do sistema, sem que a organização e a compreensão das informações sejam comprometidas.

aparência dos botões, por exemplo, deve sugerir que sejam elementos clicáveis. A *affordance* adequada permite que os usuários saibam intuitivamente como agir na interface, facilitando o uso e a navegação no sistema.

Em relação ao Design de aplicativos móveis, Dias (2015) defende que o *Flat Design*, ou, design achatado, é o melhor estilo para ser adotado em interfaces deste tipo. Uma vez que o propósito dos aplicativos consiste em facilitar a vida dos usuários, ofertando conteúdos e informações de forma rápida e acessível, é pertinente que se construa interfaces com estruturas simples priorizando três elementos básicos: estética, interação e desempenho.

Nesse contexto deve-se considerar também o acelerado processo de mudança das tecnologias, incluindo a atualização constante dos *hardwares* dos equipamentos. Dias (2015, p. 43): menciona: "[...] outra das vantagens na criação de um “Ícone” *flat* é a mudança nos ecrãs dos aparelhos. À medida que os dispositivos móveis vão evoluindo e outros novos aparecem, os ecrãs deixam de ser totalmente planos e começam apresentar uma ligeira curvatura, como é o caso do *Samsung Galaxy S6 Edge* ou o *iWatch da Apple*." Corroborando com as concepções de Dias (2015), Oliveira e Noth (2014, p. 126) destacam: "o princípio do design achatado é o da pureza e simplicidade. Ele renuncia a qualquer elemento decorativo ou a qualquer elemento que crie profundidade, tal como chanfros, relevos ou gradientes, além de dar mais valor à escrita".

2.15.1 Design Inclusivo

A acessibilidade digital visa cumprir um importante papel social, pois permite que todas as pessoas tenham acesso, e, oportunidades igualitárias, para o usufruto dos artefatos digitais e das navegações *web*. Seus benefícios não se restringem às pessoas com deficiência, mas estendem-se à idosos, pessoas com baixas habilidades tecnológicas, entre outras categorias de usuários. Direcionando a investigação para o público idoso, em busca de atender a necessidade desta pesquisa, busca-se compreender, sob a ótica do Design de Interfaces, quais os principais aspectos funcionais e estéticos devem integrar a construção destas telas, tornando-as mais eficientes e atrativas para o público sênior.

Segundo Silveira, Parrião e Fragelli (2018) cada grupo de indivíduos demanda um conjunto de necessidades específicas. Por meio das dificuldades em comum, pessoas do

mesmo grupo tendem a associarem-se, gerando expectativas em relação ao meio em que vivem. Ao mesmo tempo, existe o desejo comum de se relacionarem bem com o próprio meio, buscando evitar o sentimento de exclusão em relação à sociedade. Neste sentido, a idade madura está cada vez mais conectada com a tecnologia, muito embora a interação não seja sempre satisfatória. Os desafios atrelados a esse desejo de se manter inserido e ativo no mundo digital não se deve somente as limitações físicas e cognitivas, mas também a falta de acessibilidade das interfaces, que de forma frequente não se empenham em adequarem-se as especificidades destes usuários.

Dentre as contribuições do trabalho de Martins (2016), destaca-se o levantamento de cinco requisitos de uso que visam proporcionar uma melhor aceitação das interfaces móveis pelos usuários idosos. Assim, identifica-se os seguintes critérios para o design de interfaces, nas palavras de Martins (2016, p. 114):

- **Utilizar botões com tamanhos múltiplos de 12 mm em interfaces flexíveis:** A questão referente aos tamanhos dos botões é um tema recorrente na literatura, verificada também na coleta dos requisitos. Dessa forma, levando em consideração na implementação da aplicação Eldernote, as métricas fornecidas pela literatura para os tamanhos dos botões, e os conceitos de telas com tamanhos e resoluções flexíveis, variando de acordo as características de cada dispositivo, optamos pela padronização dos tamanhos utilizando múltiplos de 12 mm. Com exceção do botão circular pequeno que foi rejeitado pelos usuários durante os testes preliminares na aplicação, constatamos que tal abordagem propiciou uma boa aceitação do usuário idoso, principalmente ao levarmos em conta a baixa taxa de erros associada a tais componentes durante a realização dos testes de usabilidade, independentemente do tamanho da tela dos dispositivos utilizados. Dessa forma, recomendamos a utilização de botões com tamanhos múltiplos de 12 mm por permitir uma boa adequação às principais recomendações de usabilidade presentes na literatura e as características distintas encontradas nos diversos dispositivos móveis presentes no mercado, possibilitando uma padronização das métricas para usabilidade.
- **Serializar as interações da aplicação:** A principal contribuição obtida da fase de coleta de requisitos foi o estudo de como o auxílio prestado pelos especialistas pode

influenciar na aceitação dos dispositivos móveis pelos usuários idosos. Sendo assim, visando aplicar a melhor abordagem possível para auxiliar o usuário na realização das tarefas optamos pela serialização das operações, de modo que, do ponto de vista do usuário cada operação da aplicação se assemelhe a um passo-a-passo. Dessa forma, recomendamos o direcionamento do usuário pela interface da aplicação de maneira similar ao auxílio prestado por um especialista, evitando assim, a necessidade de adicionarmos extensos manuais na aplicação.

- **Utilizar componentes explícitos:** Durante a análise dos erros cometidos pelos usuários, foi possível constatar a ineficiência do componente *Picker* presente no sistema *Android* para realizar a tarefa de seleção de data e hora para a criação dos lembretes. Isso porque, tal componente exige uma maior carga cognitiva dos usuários para ser utilizado adequadamente, dificultando a realização da tarefa por usuários inexperientes e com deficiências motoras. Dessa forma, recomendamos a utilização de componentes cujo funcionamento seja explícito, apresentando com clareza quais elementos de interface estão ou não aptos a receber ações.
- **Utilizar todo o espaço disponível na tela do dispositivo:** Outro componente cuja utilização deve ser reduzida em aplicações voltadas para usuários idosos são os fragmentos de interface, *Dialogs* no sistema *Android*. Isso porque, apesar de garantir o direcionamento da atenção do usuário para a realização da tarefa apresentada, seu tamanho reduzido acaba por limitar ainda mais o espaço disponível na tela do dispositivo móvel, dificultar a visualização e a interação dos usuários devido a apresentação de componentes reduzidos. Dessa forma, como constatado a partir dos resultados dos testes de usabilidade, recomendamos a utilização de todo o espaço disponível na tela do dispositivo para a realização das interações dos usuários idosos, permitindo a inserção de dicas explicativas sobre como proceder na utilização da aplicação.
- **Permitir o gerenciamento dos estados da aplicação:** Com base na generalização do nível de familiaridade da aplicação por meio dos desvios realizados utilizando o *Back Button* do *Android*, conseguimos verificar o hábito dos usuários idosos de

retomarem a ações realizadas no passado da interação para tomar decisões atuais na aplicação. Sendo assim, recomendamos a adequação da aplicação de forma a permitir a utilização do *Back Button* do *Android*, evitando comprometer a integridade dos dados durante o acesso as informações dos estados anteriores do sistema, durante a execução da aplicação. Uma extensão para esta funcionalidade seria substituir a pilha de navegação por uma fila, e permitir ao usuário navegar por entre os estados da aplicação, sem perder o trabalho realizado na última interação com a aplicação. Dessa forma, não limitamos o gerenciamento dos estados da aplicação apenas ao sistema operacional, permitindo à aplicação proporcionar tal comportamento de maneira independente de funcionalidades específicas do dispositivo (Martins, 2016, p. 114).

A sensibilidade para o tema do Design Inclusivo tem proporcionado aos designers a oportunidade de gerar aperfeiçoamento e inovação no desenvolvimento de novos produtos, visando a integração e a satisfação de públicos minoritários. O olhar direcionado para as diferenças, principalmente para as vulnerabilidades, favorece a concepção de novas ideias, métodos e conceitos, direcionando a atenção para os princípios do Design Universal¹⁵. Observando as necessidades em relação cenário de adaptabilidade e acessibilidade de interfaces e produtos, Story, Mace e Mueller (1998) enunciam os sete princípios do Design Inclusivo.

- **Uso equitativo:** O design deve ser funcional, acessível e disponível para atender a diversidade de habilidades e capacidades das pessoas. A implementação de portas automáticas em estabelecimentos comerciais, por exemplo, beneficia cadeirantes, deficientes visuais, pessoas que não possuem membros superiores, pessoas com debilidades cognitivas e motoras, clientes que carregam compras nas mãos, e até mesmo pessoas sem deficiências, proporcionando igualdade de acesso a todos os usuários.
- **Flexibilidade no Uso:** O design deve ser adaptativo e moldar-se as preferências e capacidades dos indivíduos, o enfoque da flexibilidade deve ser a praticidade e o

¹⁵ Design Universal: refere-se ao desenvolvimento de produtos, serviços e ambientes que propõem soluções para atender o maior número de pessoas, independente da idade, da classe social ou de suas habilidades físicas, cognitivas e psicomotoras.

conforto para o usuário. Uma xicara projetada com duas alças, ao invés de uma, por exemplo, pode proporcionar mais alternativas de uso, podendo ser utilizada com duas mãos ou da maneira que seja mais conveniente para o consumidor.

- **Uso simples e intuitivo:** É importante que o design seja de fácil compreensão, mesmo para aqueles que não sejam familiarizados com o contexto de uso, a fim de minimizar obstáculos desnecessários. O controle remoto de televisão, por exemplo, deve apresentar botões grandes e de fácil entendimento.
- **Informação perceptível:** O design deve ser eficaz em transmitir informações essenciais, sem que as condições do ambiente ou as limitações dos usuários interfiram na clareza da informação. Celulares com teclas grandes, por exemplo, auxiliam a informação perceptível. Embalagens de produtos alimentícios que disponibilizam informações claras e destacadas sobre ingredientes e prazos de validade, também exemplificam esse princípio.
- **Tolerância ao erro:** este princípio busca mitigar as consequências negativas de ações acidentais dos usuários, sem desencorajar o uso contínuo do sistema ou produto. Um exemplo disso é a presença do recurso "desfazer ações" (*undo*) no *software Microsoft Word*, que possibilita reverter ações mal planejadas ou não intencionais.
- **Baixo esforço físico:** este princípio visa garantir que a interação com o design seja confortável e elimine a necessidade de esforço físico excessivo por parte do usuário. Os designers devem buscar o desenvolvimento de interfaces e produtos que se adaptem ergonomicamente ao usuário, considerando posições neutras que promovam saúde e bem-estar. Como exemplo, pode-se citar cadeiras ergonômicas que oferecem amparo adequado para a coluna vertebral, assim como *mouses* e teclados projetados para o conforto das mãos.
- **Tamanho e espaço:** este princípio indica o uso de uma linha de visão clara que notabilize elementos importantes para qualquer usuário que esteja sentado ou em pé. Designers devem garantir que ícones, botões e informações estejam bem posicionados na interface ou produto, sendo acessíveis a todos os usuários. Essa

ergonomia visual pode envolver o uso de tipografias adequadas, tamanho das informações, contraste de cores e disposições espaciais de elementos, evitando assim obstruções e dificuldades de identificação dos principais componentes do produto.

Estas diretrizes concentram informações essenciais para que se torne possível projetar um Design integrador, participativo e democrático, sendo fundamentais para esclarecer os requisitos básicos para o desenvolvimento de produtos e serviços utilizáveis e práticos.

2.15.1.1 A Cor, o Texto, e o Processo de Envelhecimento Óptico

O Design Gráfico, componente essencial do Design de Interfaces, emprega a cor como um elemento central para a concepção de composições visuais. Presente em qualquer interface que ofereça recursos informativos e interativos, seja por meio de uma abordagem monocromática, bi cromática ou policromática, uma solução visual sempre faz uso das cores para compor sua estrutura visível e estabelecer suas definições elementares. Neste sentido, é importante considerar que conforme o avanço da idade, o sistema óptico humano modifica a sua sensibilidade em relação as cores, interferindo na forma como se enxerga as tonalidades, a intensidade, o contraste, a profundidade, dentre outros aspectos.

O mecanismo da visão e da percepção das cores envolve um sistema complexo constituído pelo sistema ocular e pelo cérebro. A percepção visual é uma experiência sensorial que ocorre quando o indivíduo recebe estímulos visuais que são imediatamente interpretados e processados pelo cérebro. As células fotossensíveis presentes na retina são ativadas pela luz, gerando impulsos elétricos que são enviados ao cérebro por meio do nervo óptico. No córtex visual, esses impulsos elétricos são decodificados para construir a imagem (Pinheiro; Silva, 2010).

Após os 60 anos, ocorrem alterações anatômicas e fisiológicas na visão, resultando em redução do diâmetro da pupila para menos da metade do que se tinha aos 20 anos. Esse processo de mudança pode desencadear o surgimento de problemas visuais significativos, afetando em média 14% da população idosa entre 70 e 74 anos. Comumente se percebe a dificuldade para dirigir à noite, embora durante o dia a capacidade visual seja preservada. Já a perda total ou parcial da visão acomete cerca de 32% da população acima de 85 anos. Grande parte da população sênior desenvolve doenças e degenerações visuais que se

originam do processo de envelhecimento, como o glaucoma, a catarata ou a retinopatia diabética, por esse motivo, uma maioria expressiva de indivíduos recorre ao uso de lentes corretivas. (Freitas; Py, 2013).

A redução gradual da luz que chega até uma retina envelhecida ocasiona o aumento da opacidade do meio ocular, provocando também a perda de fotorreceptores. "Com o aumento da opacidade, a lente (cristalino) torna-se mais espessa, reduzindo o poder de acomodação, presbiopia, (diminuição da capacidade de focar a distâncias curtas que ocorre com o envelhecimento). Não é uma doença, é uma evolução natural da visão, cujos sintomas se começam a manifestar a partir dos 40-50 anos de idade (Pinheiro; Silva, 2010, p. 66).

A distinção entre as tonalidades das cores é um dos aspectos prejudicados neste processo de envelhecimento da visão, principalmente entre cores mais frias, conforme descrito por Freitas e Py (2013), os autores sublinham que o destaque de objetos por meio do contraste de cores facilita a visualização e a identificação por parte da pessoa idosa: "[...] Para pessoas de todas as idades, é mais difícil distinguir tons de azul e verde do que tons de amarelo e vermelho. Essa dificuldade é ainda maior para o idoso. A utilização de utensílios de cores contrastantes pode facilitar sua localização no ambiente doméstico, facilitando a realização do trabalho cotidiano" (Freitas; Py, 2013, p. 1364).

Segundo a *WCAG's 2.1 (Web Content Accessibility Guideline, versão 2.1)*, conjunto de diretrizes internacionais que fornecem padrões de uso para acessibilidade digital, a apresentação de textos e imagens deve ter uma relação de contraste mínima de 4,5:1 entre estes elementos e o plano de fundo. Dessa forma os usuários com baixa visão podem visualizar adequadamente os conteúdos expostos nas interfaces. Esta recomendação abre um parêntese para descrever três casos de exceção, conforme enunciado:

- **Texto Grande:** Texto em grande escala e imagens de texto em grande escala devem ter uma relação de contraste de pelo menos 3:1
- **Incidental:** Texto ou imagens de texto que fazem parte de um componente de interface do usuário inativo, que são puramente decorativos, que não são visíveis para ninguém ou que fazem parte de uma imagem que contém outro conteúdo visual significativo não têm requisito de contraste
- **Logotipos:** Texto que faz parte de um logotipo ou nome de marca não tem requisito mínimo de contraste

No que se refere ao dimensionamento dos textos para garantir que pessoas com deficiência visual leve possam compreender as informações adequadamente, sem exigir o uso de tecnologias assistivas (ampliadores de tela, teclados alternativos, apontadores, *softwares* de fala, etc.), as recomendações da *WCAG's* esclarecem a seguinte informação: "[...] O conteúdo satisfaz o Critério de Sucesso se puder ser dimensionado até 200%, ou seja, até duas vezes a largura e a altura. Os autores podem apoiar o dimensionamento além desse limite; no entanto, à medida que o dimensionamento se torna mais extremo, os *layouts* adaptativos podem introduzir problemas de usabilidade. Por exemplo, as palavras podem ser muito largas para caber no espaço horizontal disponível, fazendo com que fiquem truncadas; restrições de *layout* podem fazer com que o texto se sobreponha a outro conteúdo quando for ampliado; ou apenas uma palavra de uma frase pode caber em cada linha, fazendo com que a frase seja exibida como uma coluna vertical de texto difícil de ler" (*WCAG's*, 2.1, 2023).

Conforme mencionado por Pinheiro e Silva (2010), as principais enfermidades que comprometem a capacidade visual estão relacionadas com degenerações associadas à idade do indivíduo e o desenvolvimento de determinadas doenças. Freitas e Py (2016) destacam que a causa mais comum para a deficiência visual é a degeneração da mácula (parte central da retina responsável pela visão central e pelo detalhamento das imagens), desempenha papel importante no reconhecimento de cores, rostos, profundidades e na leitura. Esta enfermidade acomete principalmente mulheres, cardiopatas, hipertensos, dislipidêmicos¹⁶ e tabagistas.

¹⁶ Dislipidêmicos: indivíduos que apresentam elevados níveis de triglicérides e colesterol "ruim" no sangue.

Figura 6: Visão de indivíduos com comprometimento da visão.



Fonte: Freitas e Py (2016).

A Retinopatia diabética é outra degeneração visual que ocorre em indivíduos diabéticos, manifestando-se mais frequentemente em idosos. Em estágios iniciais a doença pode não manifestar sintomas, em fases avançadas há o comprometimento da retina, "[...] pode haver borramento visual (se a fóvea é comprometida), escotomas¹⁷ ou descolamento da retina, associados à metamorfopsia¹⁸, hipersensibilidade ao brilho, perda de sensibilidade às cores e aos contrastes e, em casos extremos, cegueira" (Freitas; Py, 2013, p. 1367).

Já a Catarata é uma doença que atinge idosos principalmente na faixa etária entre 75 e 85 anos, provocando embaçamento visual. "O paciente com catarata apresenta diminuição da acuidade visual, com visão borrada, hipersensibilidade ao brilho, alterações na percepção de cores e metamorfopsia. O primeiro sintoma pode ser dificuldade para dirigir à noite, por intolerância à luz dos carros que vêm em sentido oposto (Freitas; Py, 2013, p. 1368).

¹⁷ Escotomas: áreas de perda parcial ou total da visão, como manchas e buracos escuros no campo visual.

¹⁸ Metamorfopsia: complicação na retina que afeta o reconhecimento de formas, tamanhos e linhas.

O Glaucoma é mais um acometimento visual comumente manifestado em idosos, sendo a idade avançada o maior fator de risco para o desenvolvimento da doença. Esta doença afeta principalmente diabéticos, hipertensos e portadores de miopia em graus elevados. "Cefaleia após a leitura ou em ambientes com iluminação inadequada, incapacidade de distinguir cores e comprometimento da visão noturna podem ser os primeiros sintomas dessa enfermidade (Freitas; Py, 2013, p. 1369). Em estágios avançados pode evoluir para perda do campo de visão periférico (visão túnel), visão borrada, impressão de partes faltantes em objetos (como a primeira letra das palavras, por exemplo), podendo haver o comprometimento da visão central também (Freitas; Py, 2013).

A Figura 6 apresenta exemplos da visão das imagens sob a ótica de indivíduos acometidos pelas doenças mencionadas (Degeneração macular, Retinopatia diabética, Catarata e Glaucoma). Fica claramente evidenciado que o processo de envelhecimento desencadeia uma variedade de elementos restritivos que afetam negativamente o desempenho visual. Como resultado, pode-se inferir que indivíduos mais idosos que utilizam interfaces necessitam que suas condições de saúde sejam devidamente consideradas, e que essa relevância seja integrada no desenvolvimento de sistemas, com o intuito de assegurar que a interação seja inclusiva e acessível a um amplo número de usuários.

2.16 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Inicialmente, o capítulo apresentado reúne diferentes conteúdos envolvidos no processo da aprendizagem móvel e especificamente no uso de *smartphones* relacionados à alfabetização infantil, às práticas estudantis em meio ao público jovem e às restrições funcionais associadas ao avanço da idade.

Buscando ampliar a compreensão a respeito do atual papel do *m-learning* no âmbito educacional e na vida dos estudantes, este capítulo congrega manifestações, estudos e opiniões advindas de diferentes autores referências nesta área de estudo. Por meio de dados estatísticos busca-se enriquecer o repertório de conhecimento e levantar informações relevantes acerca do eixo temático da presente pesquisa. Assuntos relacionados com a contemporaneidade tecnológica, o Ensino a Distância, o estímulo cognitivo dos estudantes,

os benefícios e desafios da aprendizagem móvel, dentre outros mencionados, situam o atual propósito da integração das tecnologias móveis no contexto educativo.

Também se dá ênfase aos aspectos cognitivos associados ao processo de envelhecimento. Com o intuito de compreender as atividades biológicas que provocam o decréscimo das habilidades sensoriais no público idoso, apresenta-se um conjunto de princípios e sínteses conceituais advindas de áreas externas ao Design, como a Medicina, Biologia (Neurociência¹⁹) e a Psicologia. Estes respectivos ramos de estudo interligam-se de forma complementar aos demais assuntos abordados no tópico e engrandecem a construção do conhecimento acerca do comprometimento cognitivo característico da idade avançada.

Em um segundo momento, este capítulo notabiliza diferentes aspectos considerados importantes para a condução do processo de desenvolvimento de novas heurísticas de usabilidade. Inicialmente, identifica-se os principais conceitos de usabilidade e apresenta-se os panoramas de análise existentes (medidas de usabilidade globais e específicas) para mensurar a eficiência, eficácia e satisfação do produto em relação à percepção dos usuários.

Posteriormente, enfatiza-se quatro conjuntos de diretrizes de usabilidade existentes e validadas/difundidas no campo científico, pelas quais pode-se extrair os principais critérios, fundamentos e princípios fundamentais da relação entre usuários e sistemas interativos. O último tópico do capítulo aborda a dimensão da Usabilidade Móvel, que objetiva ampliar a compreensão sobre as especificações necessárias para este segmento de uso.

Em síntese, este capítulo de teórico dá ênfase para o importante papel das heurísticas de usabilidade no processo de desenvolvimento de aplicativos móveis e de avaliação de interfaces. Sob diferentes prismas são apresentados conjuntos de heurísticas de usabilidade oriundos de diferentes autores (Martins, 2018, Kunar e Goundar, 2019, D'Carlo, Barbosa e Oliveira, 2016, Mol, 2011, e Anjos e Gontijo, 2014) evidenciando uma variedade de diretrizes de uso para o desenvolvimento de interfaces amigáveis no contexto de jogos infantis, conteúdos educacionais e interatividade entre idosos e dispositivos móveis.

A maior contribuição destes trabalhos está centrada na condução dos métodos de pesquisa. Após evidenciar os achados da literatura referentes a aplicação de heurísticas de usabilidade, os autores realizaram análises destas diretrizes por meio de estudos de casos (*apps* educacionais), coletas de dados com especialistas, testes com usuários e entrevistas

¹⁹ Neurociência: estudo científico do sistema nervoso.

com o público alvo. Como resultado foram propostas novas listas de heurísticas, catalogando dessa forma, heurísticas novas, adaptadas e reutilizadas de outros autores. Este *feedback* revelou importantes aspectos relacionados ao uso do sistema, como por exemplo: ações executadas na interface, controle de mídias (áudio e vídeo), configurações do sistema, nível de complexidade da navegação, entrada de comandos, tutoriais, representações visuais, etc.

Os problemas detectados reforçam a necessidade da aplicação do Design Centrado no Usuário neste segmento de produto, e ressalta, principalmente, a importância do Design Inclusivo e da Acessibilidade como principais atuantes no processo de desenvolvimento de interfaces digitais direcionadas à idosos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo dedica-se a elucidar em detalhes os caminhos percorridos, as etapas processadas e as atividades realizadas para a execução da metodologia aqui proposta. Conforme já mencionado, o método utilizado na pesquisa se baseia nos procedimentos adotados por Rusu *et al.* (2011). Acredita-se, perante o que foi conhecido, que a proposta metodológica dos autores delinea os mecanismos necessários para o desenvolvimento adequado de um conjunto de heurísticas de usabilidade. Parte desta confiança está ancorada na eficiente estrutura, especificidade e integralidade do método, e principalmente, na comprovação da validade dos procedimentos apresentados através de publicações científicas que comprovam este resultado.

Segundo Rusu *et al.* (2011, p. 1), “[...] a literatura geralmente se concentra em descrever as vantagens e desvantagens dos métodos de avaliação de usabilidade, mas não em como desenvolver novos métodos e/ou heurísticas de usabilidade” (tradução nossa). Diante desta convicção, os autores estabelecem este método para guiar pesquisadores com uma finalidade específica: o desenvolvimento de heurísticas de usabilidade. As etapas propostas são descritas na sequência.

Figura 7: Método para o Desenvolvimento de Heurísticas de Usabilidade.



Fonte: Adaptado pela autora (2020), a partir de Rusu *et al.* (2011).

1) Etapa Exploratória: Coletar bibliografia relacionada aos principais tópicos da pesquisa focando principalmente nas heurísticas de usabilidade gerais e/ou relacionadas (se houver).

2) Etapa Descritiva: Destacar as características mais importantes das informações previamente coletadas, a fim de formalizar os principais conceitos associados à pesquisa.

3) Etapa Correlacional: investigar interfaces específicas que sejam relevantes para o contexto de interesse da pesquisa em questão (estudos de caso) e correlacionar as ponderações realizadas na etapa anterior com heurísticas de usabilidade já existentes, a fim de compreender a necessidade de elaboração de novas diretrizes ou reelaboração das diretrizes pré-concebidas. Se a literatura não fornecer heurísticas de usabilidade relacionadas às interfaces específicas, deve-se utilizar como base as 10 heurísticas de usabilidade propostas por Jakob Nielsen (1994).

4) Etapa Explicativa: catalogar as diretrizes em desenvolvimento baseando-se no modelo padrão apresentado pelo método, constituído pelos seguintes critérios:

- **ID, nome e definição:** Identificação, nome da heurística e sua definição
- **Explicação:** uma explicação detalhada da heurística, incluindo referências de heurísticas propostas por outros autores, princípios de usabilidade e problemas típicos de usabilidade relacionados a ela
- **Exemplos: exemplos de violação de conformidade da heurística**
- **Benefícios:** benefícios de usabilidade esperados quando a heurística é aplicada no contexto específico
- **Problemas:** previsão de problemas relacionados à incompreensão da heurística

5) Etapa Experimental: validar o novo conjunto de diretrizes por meio de uma Avaliação Heurística, conduzida por especialistas em Usabilidade.

6) Etapa Aprimorativa: realizar o refinamento das novas diretrizes propostas considerando o *feedback* recebido na fase anterior. O pesquisador deverá compilar os dados obtidos, comparar os resultados, analisar as considerações dos avaliadores e refletir sobre o sucesso das diretrizes experimentais, a fim de aplicar as melhorias necessárias.

Conforme evidenciado na descrição geral do método, as etapas iniciais (1, 2 e 3) envolvem atividades de natureza autônoma e individual por parte do pesquisador. Nas fases preliminares, especificamente nas etapas 1) Exploratória e 2) Descritiva, foram identificadas e registradas, de maneira detalhada, as heurísticas gerais e específicas pertinentes ao estudo. Na etapa subsequente, as interfaces selecionadas foram analisadas pela pesquisadora com base nas heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen (1994) (heurísticas gerais), além das heurísticas específicas obtidas por meio da Revisão Sistemática da Literatura. Neste contexto, as 14 heurísticas de D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016) foram aplicadas nas análises direcionadas às interfaces voltadas ao público jovem. Para as análises focadas em crianças e idosos, foram utilizadas as heurísticas gerais de Nielsen (1994), uma vez que não foram encontradas heurísticas específicas para esses segmentos.

Os aplicativos selecionados para o desdobramento da terceira etapa do método (Correlacional) denominam-se: Formar Palavras, Silabando e Pré-escola Montessori, para a categoria infantil; Revisapp, Estuda.com e Brainly, para a categoria juvenil; Treinar seu Cérebro, *Games for senior citizens* e Foco, para a categoria sênior. A seleção das plataformas levou em consideração as abordagens pedagógicas disponibilizadas aos usuários, especialmente para os aplicativos destinados as crianças e jovens. Priorizou-se sistemas com disponibilização de atividade que respeitam os estágios do desenvolvimento cognitivo, estimulem a autonomia, resolução de problemas, aprendizagem ativa, *feedback* contínuo, exploração por tentativa e erro e tomada decisão. Dessa forma, as escolhas feitas puderam explorar as contribuições de Piaget e Vygotsky, que promovem, por meio de seus conhecimentos, o estímulo a um desenvolvimento resiliente e equilibrado.

Sob a perspectiva do Design de Interfaces, a tomada de decisão foi baseada na variedade de recursos gráficos, elementos estruturais, recursos audiovisuais, interação com o usuário e atividades educacionais oferecidas de uma plataforma para outra. Isso possibilitou estabelecer uma ampla base analítica para esta fase investigativa do estudo. Além dos aspectos mencionados, também foram considerados os seguintes critérios:

- Pertencer à categoria de *app* educacional/educativo na classificação da *Play Store*
- Direcionar os conteúdos didáticos ao público alvo da pesquisa
- Gratuidade do acesso
- Disponibilidade para sistemas *Android* e *iOS*
- Idioma em Português e/ou Inglês

- Nota superior a 4.0 na avaliação total de usuários
- Número de *downloads* superior a 100 mil.

A Figuras apresentadas a seguir exibem as interfaces das plataformas selecionadas.

Figura 8: Interfaces do aplicativo “Formar Palavras”.



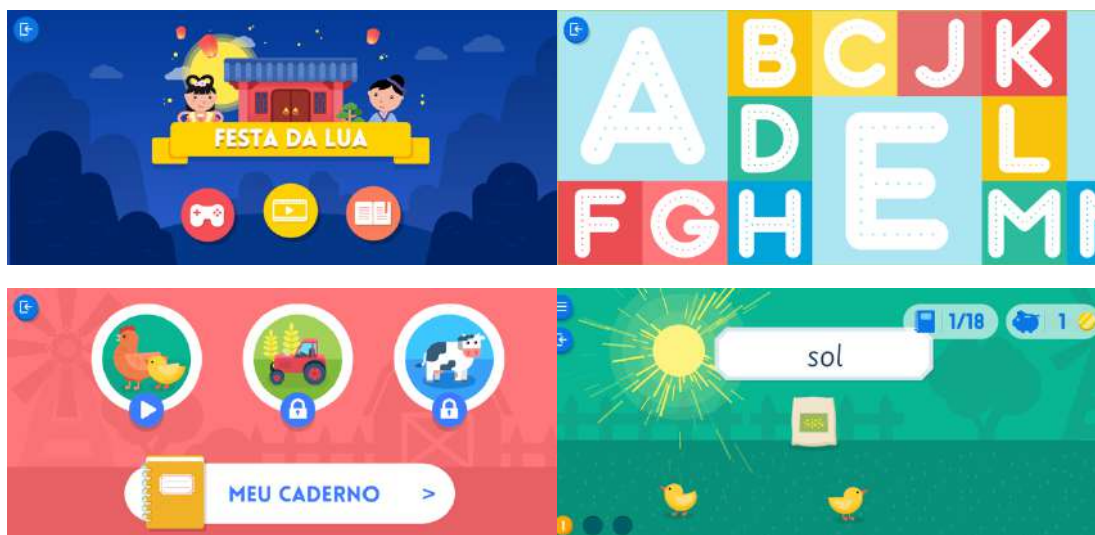
Fonte: Captura de tela - loja de aplicativos Google/Play Store.

Figura 9: Interfaces do aplicativo “Silabando”.



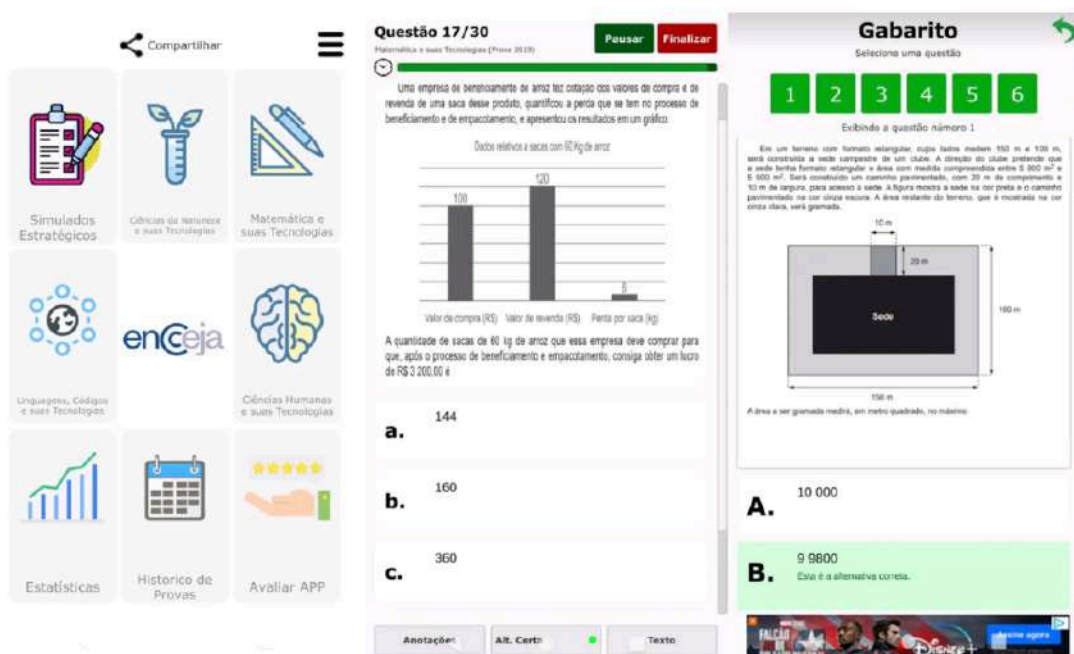
Fonte: Captura de tela - loja de aplicativos Google/Play Store.

Figura 10: Interfaces do aplicativo “Pré-escola Montessori”.



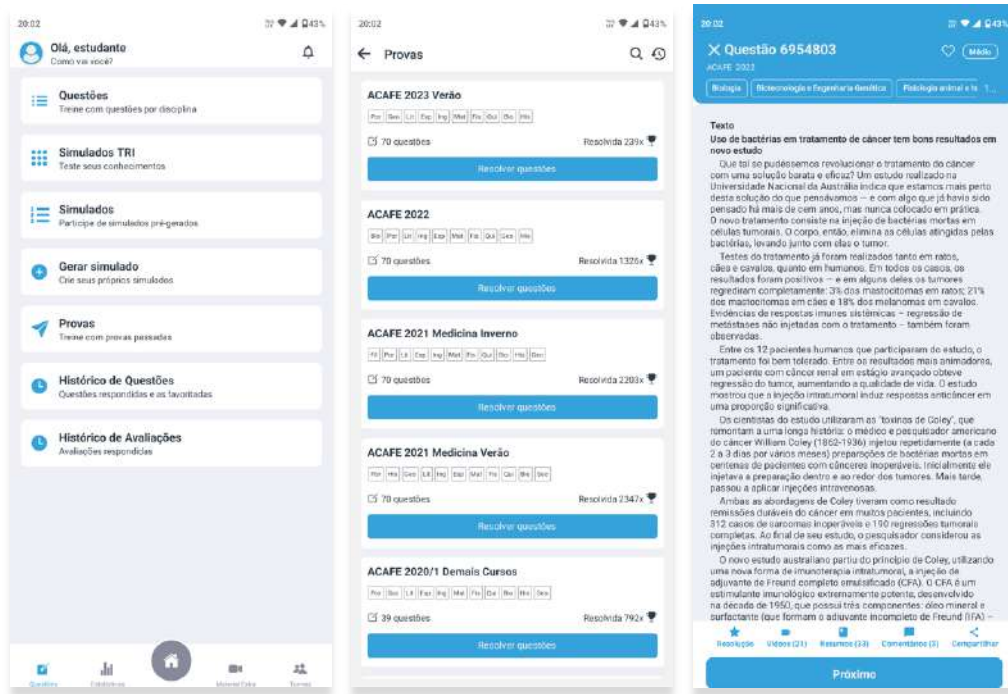
Fonte: Captura de tela - loja de aplicativos Google/Play Store.

Figura 11: Interfaces do aplicativo “Encceja 2021”.



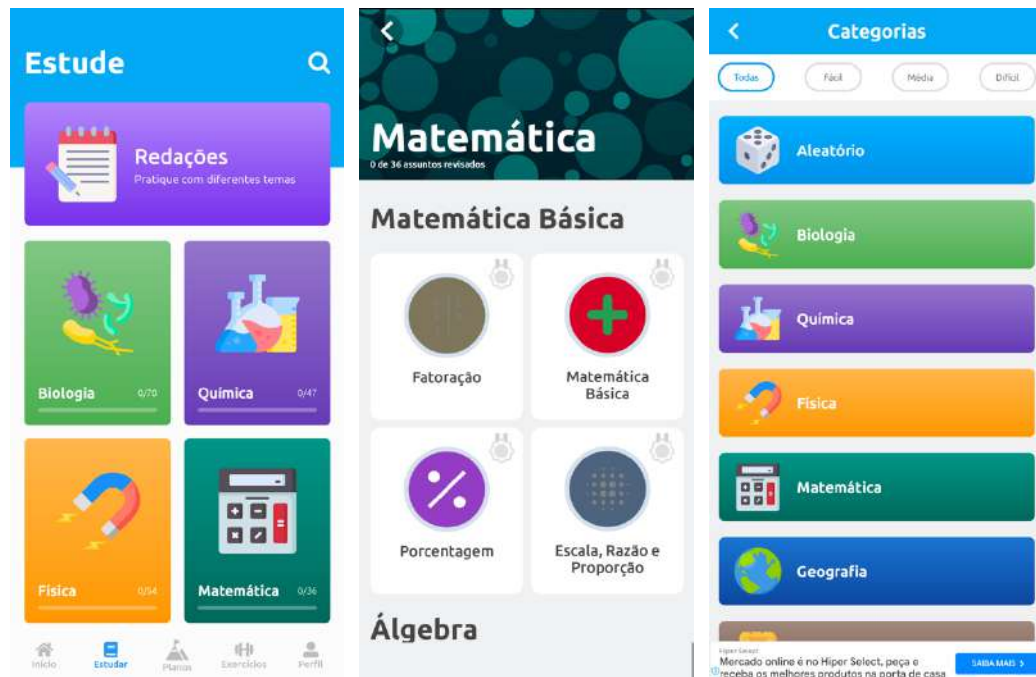
Fonte: Captura de tela - loja de aplicativos Google/Play Store.

Figura 12: Interfaces do aplicativo “Estuda.com”.



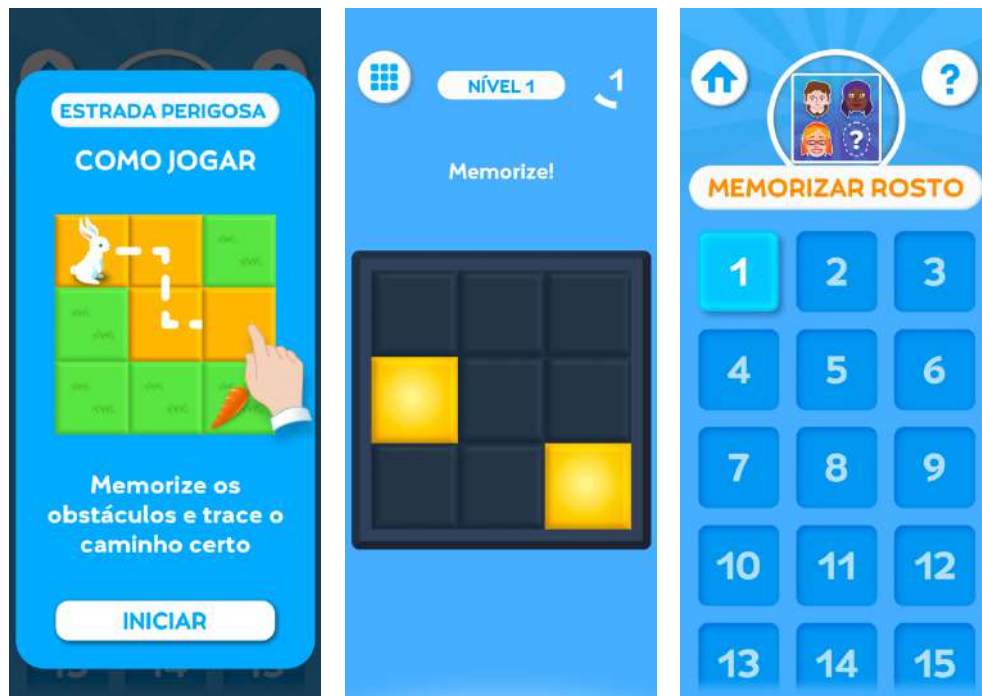
Fonte: Captura de tela - loja de aplicativos Google/Play Store.

Figura 13: Interfaces do aplicativo “Revisapp”.



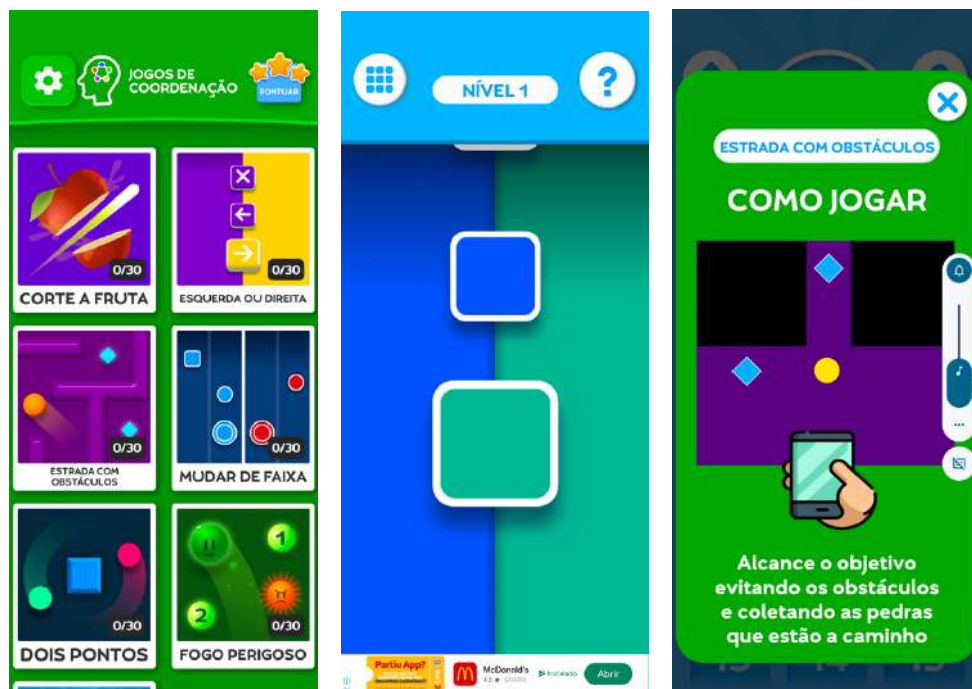
Fonte: Captura de tela - loja de aplicativos Google/Play Store.

Figura 14: Interfaces do aplicativo “Treine seu cérebro”.



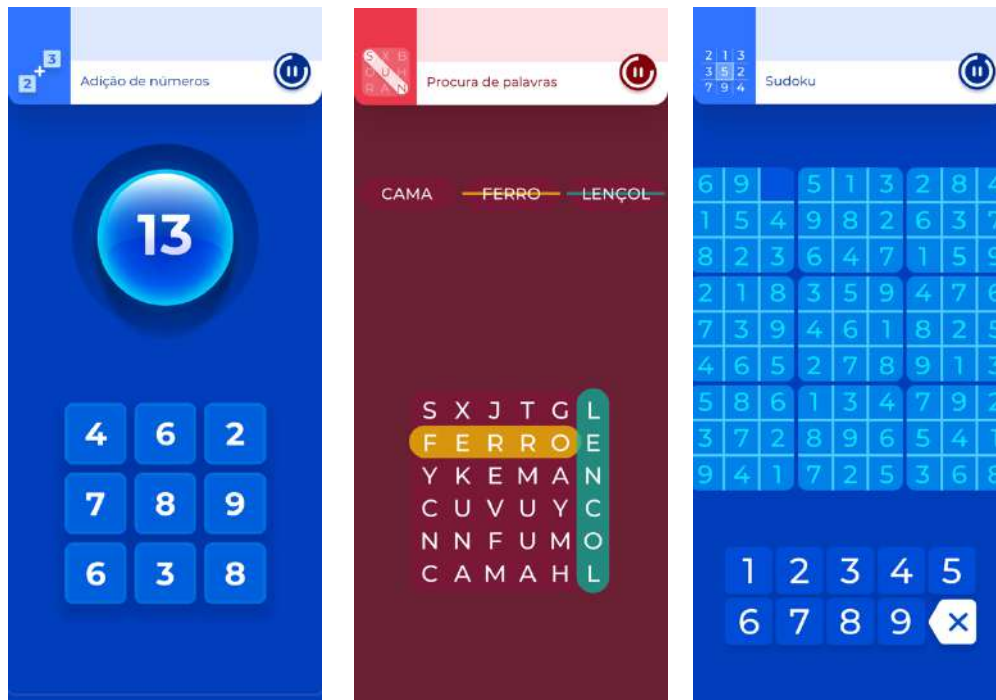
Fonte: Captura de tela - loja de aplicativos Google/Play Store.

Figura 15: Interfaces do aplicativo “Jogos de coordenação”.



Fonte: Captura de tela - loja de aplicativos Google/Play Store.

Figura 16: Interfaces do aplicativo “Foco”.



Fonte: Captura de tela - loja de aplicativos Google/Play Store.

Os aplicativos selecionados para o segmento sênior apresentam características singulares em comparação aos demais. Dada a escassez de plataformas educacionais móveis desenvolvidas exclusivamente para esse público, que não exijam credenciais institucionais para o acesso, optou-se por analisar aplicativos voltados ao treinamento das habilidades cognitivas dos idosos. Por meio de jogos, quebra-cabeças, atividades recreativas e desafios de raciocínio lógico, os sistemas escolhidos visam estimular a memória, a coordenação motora, a percepção visual e a concentração dos indivíduos da terceira idade.

O processo de investigação subsequente, previsto por meio da execução da etapa 3) Correlacional, tornou o pesquisadora apta a indicar as melhorias necessárias para tornar o conjunto de heurísticas mais adaptável ao contexto específico, apontando os problemas que não estão sendo previstos e considerados por meio da Avaliação Heurística tradicional (Rusu *et al.*, 2011). Iniciou-se a partir deste momento o processo de desenvolvimento do conjunto de heurísticas, consolidando a construção do objetivo principal almejado pelo estudo. Neste contexto foi proposto a reformulação de determinadas propriedades das heurísticas já existentes e apresentou-se uma proposta com novas heurísticas destinadas a atender as vulnerabilidades diagnosticadas.

Na etapa seguinte, 4) Explicativa, as novas heurísticas elaboradas pela pesquisadora foram organizadas e catalogadas para atender às propostas delineadas nos estágios anteriores. Com base nas análises realizadas, a pesquisadora delineou o propósito de cada uma das diretrizes, resultando em um quadro informativo que oferece uma descrição geral de cada heurística (disponível no capítulo 4).

Com os desdobramentos da 5) Experimental, iniciou-se a fase de coleta de dados com especialistas, com o objetivo de validar o novo conjunto de heurísticas proposto. Em conformidade com as diretrizes de Rusu *et al.* (2011), a coleta foi realizada por meio de uma Avaliação Heurística, que envolveu a aplicação das Heurísticas Experimentais (desenvolvidas pela pesquisadora) e das Heurísticas de Controle (já estabelecidas). Essa Avaliação foi conduzida por dois grupos distintos de avaliadores, em condições de igualdade, ambos com experiência similar no contexto da usabilidade de interfaces. Um dos grupos utilizou exclusivamente o conjunto de Heurísticas Experimentais (HE) desenvolvido pela pesquisadora, enquanto o segundo grupo focou apenas nas Heurísticas de Controle (HC), as quais são baseadas nas heurísticas de Nielsen já reconhecidas na literatura desde 1994.

Após a implementação da Avaliação Heurística os problemas de usabilidade fundados pelos dois grupos foram comparados. Neste âmbito de análise, o método de Rusu *et al.* (2011) sinaliza a identificação de três categorias de problemas:

- (P1) Problemas identificados pelos dois grupos de avaliadores
- (P2) Problemas identificados apenas pelo grupo que utilizou o conjunto de heurísticas definido na Etapa 4 (Heurísticas Experimentais)
- (P3) Problemas identificados apenas pelo grupo que utilizou as heurísticas de Nielsen (1994) (Heurísticas de Controle)

Deve-se considerar que as novas heurísticas obtiveram êxito quando (P1) e/ou (P2) incluem a maior porcentagem de problemas (heurísticas violadas). Caso a maior porcentagem de problemas seja identificada em (P3), este resultado acompanha o seguinte questionamento: Por que esses problemas não são identificados ao usar o novo conjunto de heurísticas? Rusu *et al.* (2011) elucida que existem dois motivos possíveis:

- (1) As novas heurísticas não são capazes de identificar esses problemas, porque não existem heurísticas apropriadas ou porque as heurísticas não estão especificadas corretamente
- (2) Os avaliadores que utilizaram as novas heurísticas ignoraram subjetivamente os problemas

A última etapa do método, 6) Aprimorativa, corresponde ao refinamento das novas heurísticas propostas, considerando o *feedback* obtido na etapa anterior. Nessa fase final, a pesquisadora compilou os dados obtidos, comparou os resultados, analisou as considerações realizadas pelos examinadores e refletiu sobre o êxito das Heurísticas Experimentais, aplicando as melhorias necessárias para torná-las mais eficazes.

Rusu *et al.* (2011) enfatizam que, caso o percentual de problemas identificados na etapa 5) Experimental revele-se desfavorável em relação à eficácia das Heurísticas Experimentais, é possível realizar novas rodadas de testes com especialistas de forma iterativa, até que o objetivo inicialmente estabelecido seja plenamente alcançado.

3.1 ÉTICA EM PESQUISA

Os procedimentos de pesquisa conduzidos neste estudo estão em conformidade com os critérios humanos e éticos estabelecidos para a abordagem adequada de seres humanos, preocupando-se em cumprir todas as normas definidas para a abordagem apropriada de indivíduos e os padrões estabelecidos para pesquisas científicas. Neste sentido é importante ressaltar que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisas (CEP) da Universidade do Estado de Santa Catarina, que concedeu a permissão para a coleta de dados. Seguindo os protocolos das normas éticas, cada participante forneceu sua autorização para participação no estudo por meio da assinatura do "Termo de Consentimento Livre e Esclarecido" (TCLE) e do "Consentimento para Fotografias, Vídeos e Gravações", cujo os modelos apresentados aos participantes encontram-se disponíveis nos Apêndices H, I, J e K deste documento. Para os participantes menores de idade, o termo foi assinado pelos pais ou responsáveis legais, o que incluiu também a assinatura do "Termo de Assentimento" (redigido em linguagem infantil e de fácil entendimento da criança) pelos próprios participantes e pelos responsáveis (Apêndice L). Neste sentido, cabe destacar também que a pesquisa conduzida com o público infantil na "Escola Estadual Básica José Simão Hess" recebeu a anuência da Coordenadoria Regional de Educação (CRE) do Estado de Santa Catarina, que analisou os procedimentos a serem realizados e aprovou o desenvolvimento das atividades na respectiva instituição de ensino, emitindo oficialmente uma carta de autorização para a realização do estudo na escola (ANEXO A).

3.1.1 Usuários

Para ampliar a edificação do processo investigativo desta pesquisa, optou-se por construir com os usuários um entendimento compartilhado sobre as principais benesses e contrariedades advindas do uso de dispositivos móveis. Dessa forma, acrescentou-se espontaneamente uma rodada de entrevistas semiestruturadas com usuários de plataformas móveis de aprendizagem, à fim de reunir relatos de experiências prévias com o objeto de estudo aqui apresentado, aproximando o pesquisador da realidade. Compreende-se que cada informação coletada, seja de conhecimento explícito ou tácito, é válida para a concepção do resultado final. As referidas entrevistas foram realizadas no primeiro trimestre de 2024.

Entrevistas semiestruturadas incentivam a comunicação bidirecional, "[...] combinam perguntas abertas e fechadas onde o informante tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto. O pesquisador deve seguir um conjunto de questões previamente definidas, mas ele o faz em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal." (Boni; Quaresma, p. 75). Na presente pesquisa, a interlocução direta com os participantes almejou reunir informações sobre o próprio usuário, sua relação com a tecnologia, e principalmente, sobre os problemas de usabilidade já enfrentados por meio do uso de dispositivos móveis para finalidade educacional. Essa atividade não está contemplada pelo método de Rusu *et al.* (2011) e foi incorporada de maneira complementar à pesquisa, por decisão da pesquisadora, com o intuito de enriquecer o repertório de dados e informações sobre a utilização de interfaces educacionais por usuários finais. As entrevistas foram realizadas após a conclusão da etapa Correlacional, antecedendo a fase de desenvolvimento e catalogação das novas heurísticas de usabilidade (Etapa 4 - Explicativa).

Para a execução das entrevistas com os usuários, foi elaborado pela pesquisadora dois questionários direcionados aos grupos-alvo do estudo (adultos e crianças), os quais podem ser acessados nos Apêndices C e G deste documento. O material é composto por perguntas de três categorias: perfil individual, experiências prévias com Aprendizagem Móvel e preferências em relação a usabilidade do sistema. As perguntas são em sua maioria abertas para flexibilizar o diálogo entre o interlocutor e o ouvinte.

As entrevistas foram conduzidas presencialmente, contando com a participação total de 9 indivíduos. Embasado nos estudos de Nielsen e Landauer (1993), que abordam a

construção de um modelo matemático para identificar problemas de usabilidade, constatou-se que "a relação custo-benefício ideal é alcançada com a participação de 3,2 usuários de teste e 4,4 avaliadores heurísticos" (Nielsen; Landauer, 1993, p. 212). Dentro desse contexto, os resultados obtidos neste estudo foram fundamentais para embasar a decisão relativa ao número de usuários a serem entrevistados com o objetivo de mapear previamente os desafios associados à usabilidade de sistemas móveis. Assim, optou-se pela participação de três indivíduos de cada faixa etária. É relevante salientar que, como pré-requisito para a participação, os indivíduos deveriam ser usuários de dispositivos móveis e, preferencialmente, ter tido contato ou se envolvido em atividades educacionais através desses dispositivos. A seleção dos participantes foi realizada por meio de professores e coordenadores pedagógicos de instituições de ensino, que identificaram alunos aptos e interessados em participar do estudo. Adicionalmente, a pesquisadora também convidou diretamente, via *e-mail*, indivíduos que se encaixavam no perfil da pesquisa.

3.1.1.1 Detalhamento da Entrevista com o Público Infantil

James (2007) advoga que a pesquisa acerca da infância transcende o mero ato de conceder às crianças a oportunidade de se manifestarem e expressarem suas perspectivas de forma direta. Ela engloba, também, a análise aprofundada de como a voz atribuída às crianças influencia e reflete a compreensão da infância, bem como os discursos nos quais as crianças estão inseridas na sociedade (James, 2007).

A abordagem com o público infantil ocorreu na “Escola Estadual Básica José Simão Hess”, localizado no bairro Trindade, em Florianópolis, com três alunos matriculados em uma turma primária (idade entre 6 e 8 anos). Foi utilizado o espaço institucional da escola para realizar a coleta de dados da pesquisa, considerando os benefícios deste ambiente neutro, familiar e seguro para os participantes. Além das entrevistas, também foi integrado ao processo investigativo a técnica de pesquisa qualitativa denominada de Grupo Focal, na qual foi apresentado para o grupo de crianças cartões de papel (*mockups*) que continham o *layout* de interfaces digitais. Não houve a necessidade de se utilizar quaisquer recursos ou equipamentos próprios da instituição, sendo esta apenas provedora dos participantes e do espaço físico, descartando assim qualquer vínculo organizacional ou associativo com a

pesquisa e seus respectivos desdobramentos. O tempo utilizado para o desenvolvimento da atividade de coleta de dados foi de aproximadamente 60 minutos.

O primeiro contato com os estudantes (alunos do 2º ano vespertino do ensino fundamental, em fase de alfabetização), ocorreu por meio da visita da pesquisadora à escola durante uma aula de informática da turma. O laboratório de informática da instituição dispõe de aproximadamente 30 computadores e cabines individuais, onde os alunos realizam exercícios didáticos previamente estabelecidos pela professora regular da turma e mediados pelo professor de informática. Durante a visita, foram feitas observações sobre as atividades de letramento propostas para os alunos, que alternavam espontaneamente entre a atividade de pintura das letras do alfabeto, e a atividade de formação de palavras, por meio da inclusão da vogal faltante. Identificou-se a preferência dos estudantes pela atividade com maior grau de ludicidade e psicomotricidade, sendo a tela de pintura das letras individuais a mais frequente nos monitores. As Figuras 17, 18 e 19 exibem as atividades da aula de informática.

Figura 17: Atividades de pintura das letras do alfabeto.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 18: Cabines individuais da sala de informática com atividades de pintura.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 19: Atividades de pintura e identificação de vogais.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na sala de informática, além dos computadores de mesa, há cerca de 40 *tablets* fornecidos pelo Governo Federal com o propósito de apoiar o processo educacional por meio da tecnologia e melhorar a qualidade do aprendizado. Os *tablets* são disponibilizados aos alunos pelos professores, que incorporam atividades de ensino ao cronograma pedagógico.

Figura 20: Tablets disponíveis na sala de informática da escola.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Durante o primeiro contato com a turma, foi possível realizar uma breve análise das características essenciais desse grupo de alunos, que incluem o número total de estudantes (26 alunos), a participação nas aulas, o desenvolvimento comportamental, as atividades realizadas com a turma e a interação com a tecnologia. Além desses aspectos observacionais, o diálogo estabelecido com os professores, tanto o professor de informática quanto a professora responsável pela turma, desempenhou um papel importante para a compreensão das abordagens educacionais implementadas para essa faixa etária de alunos.

Após a visita à aula de informática e a discussão com os docentes, procedeu-se ao agendamento da coleta de dados com um grupo de três alunos da turma. Em colaboração com

os coordenadores da escola e com os professores da turma, foi possível estabelecer a data da pesquisa de forma adequada e alinhada.

A coleta de dados junto às crianças foi realizada durante o período de aula, com a autorização concedida pela professora para a participação dos alunos no estudo. Os participantes (todos com 7 anos de idade) foram encaminhados para uma sala de aula reservada, onde o estudo foi conduzido. Inicialmente, foi realizada a entrevista em grupo, utilizando um questionário semiestruturado previamente elaborado pela pesquisadora.

Os estudantes foram interpelados sobre suas experiências, preferências e habilidades, direcionando as perguntas a todos os participantes, sem restringir a manifestação espontânea de opiniões e comentários a qualquer momento desejado. O questionário foi utilizado como material de apoio e a conversa foi construída de forma flexível, perguntas adicionais foram realizadas conforme novos assuntos foram sendo colocados em pauta pelos próprios participantes.

Em um segundo momento foi introduzida a atividade de Grupo Focal, a pesquisadora apresentou cartões de papel exibindo telas de um aplicativo móvel hipotético, para que os participantes selecionassem as interfaces de sua preferência.

Figura 21: Dinâmica de Grupo Focal realizada com os participantes do grupo infantil.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Esta dinâmica ocorreu quatro vezes, em cada rodada aplicou-se uma categoria diferente de análise em relação às interfaces digitais, sendo estas: *Layout*, Legibilidade, Ludicidade e Cor. Cada cartão apresentava duas telas de *smartphone* com pares de interfaces que comunicavam as mesmas informações sob formas diferentes. Por exemplo, no cartão de *Layout*, haviam duas opções de visualização dos menus principais de uma plataforma educacional fictícia, em um deles as informações eram listadas em forma de textos, no outro, se manifestavam por meio de ícones, e cada participante deveria escolher uma opção. Assim, cada criança indicou suas preferências durante a atividade, explicando para a pesquisadora os motivos de cada escolha realizada. Os *mockups* dos cartões podem ser visualizados por meio das Figuras 22, 23, 24 e 25.

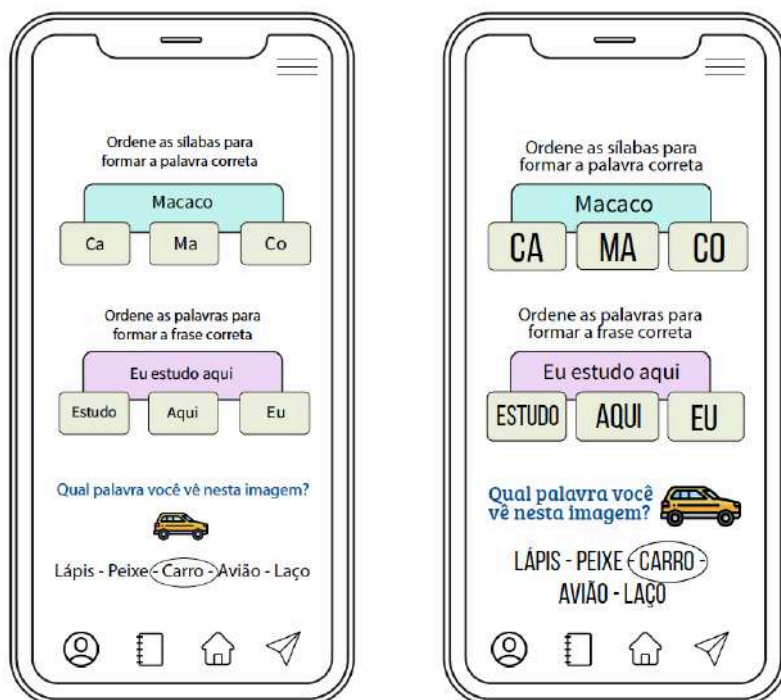
Utilizou-se também um gravador de voz para captar o áudio do diálogo com os participantes, este recurso de gravação de áudio encontra-se instalado no *smartphone* da pesquisadora (Motorola G52) por meio do *app* “Gravador de voz”.

Figura 22: Par de cartões utilizados no Grupo Focal para análise de *layout*.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 23: Par de cartões utilizados no Grupo Focal para análise de legibilidade.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 24: Par de cartões utilizados no Grupo Focal para análise de ludicidade.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 25: Par de cartões utilizados no Grupo Focal para análise cromática.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A postura colaborativa e participativa dos alunos favoreceu a realização da atividade, fornecendo uma variedade de informações relevantes para o contexto do estudo. As respostas dos participantes foram registradas por gravações de áudio pela pesquisadora, para que cada fala pudesse ser transcrita fidedignamente posteriormente.

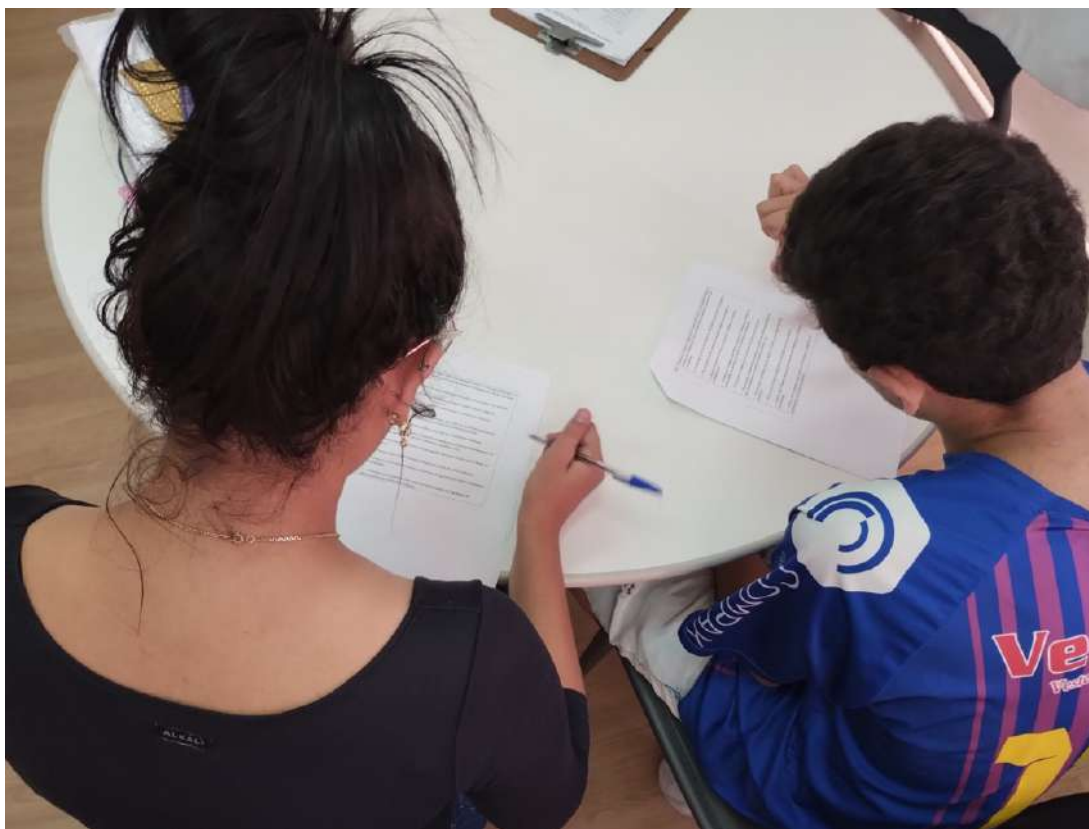
3.1.1.2 Detalhamento da Entrevista com o Público Juvenil

Para o público juvenil a coleta de dados seguiu a mesma proposta, sendo realizada de forma presencial na “Escola SESC” localizada no bairro Prainha, em Florianópolis. Os participantes são alunos do Ensino Médio, pertencentes ao Programa de Educação de Jovens Adultos (EJA) da instituição, a idade do grupo se estabelece entre 18 e 25 anos.

Após o alinhamento prévio com a equipe de coordenação pedagógica da instituição a respeito da disponibilidade das turmas e professores, realizou-se o agendamento para a realização dos procedimentos de coleta de dados com os participantes. Foram entrevistados 2 alunos do período vespertino e 1 aluna do período noturno. No primeiro momento da

entrevista a pesquisadora realizou as perguntas abertas, baseando-se no questionário previamente estabelecido, nesta etapa os participantes relataram suas experiências prévias com plataformas educacionais, descrevendo os desafios enfrentados e fornecendo opiniões sobre aspectos de aprimoramento. As boas soluções de Design de interfaces também foram questionadas, em busca de compreensão dos principais elementos de aceitabilidade por parte dos usuários.

Figura 26 - Participantes da turma do período vespertino do grupo juvenil.

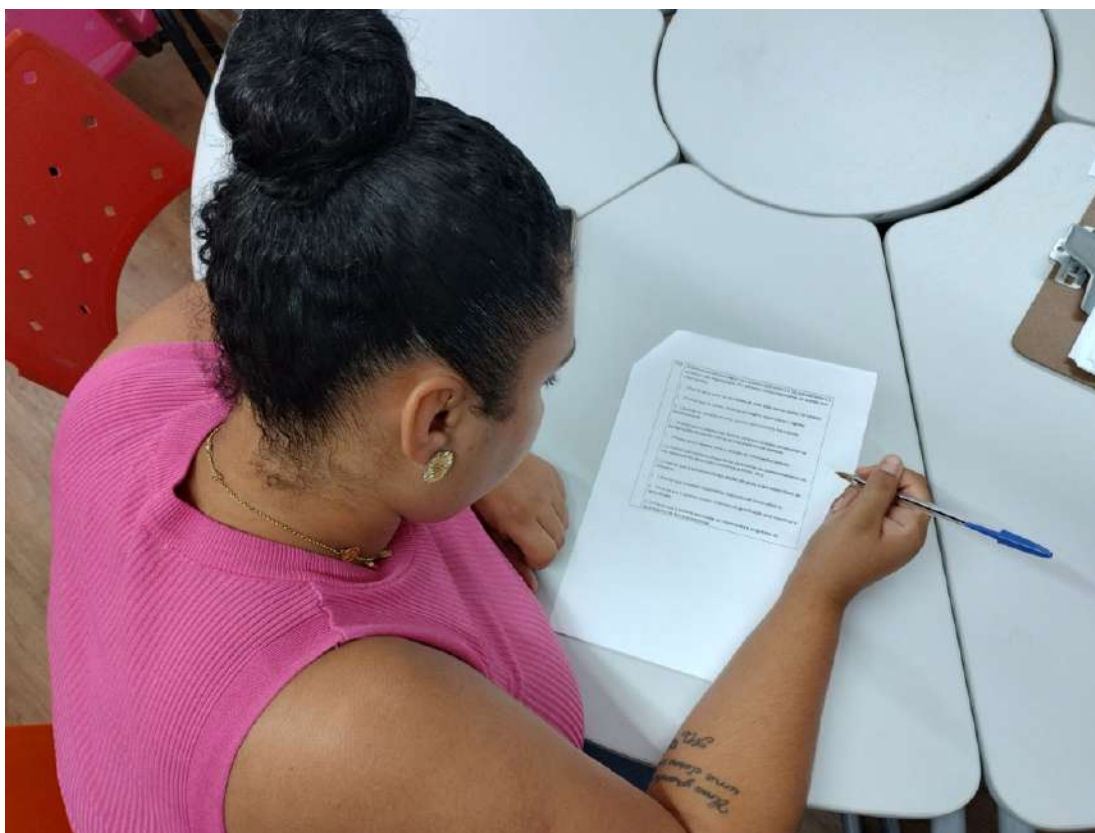


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Em um segundo momento da entrevista, os participantes foram conduzidos para a realização da atividade de ordenamento de sentenças sobre usabilidade, que corresponde à última questão do questionário previamente elaborado. Baseando-se em suas próprias experiências como usuários de *m-learning*, os estudantes listaram de forma ordenada as características mais importantes de um sistema, numerando em ordem crescente (de 1 a 10), os aspectos primordiais de interação. As sentenças relacionadas ao uso de sistemas móveis educacionais para a atividade de ordenamento são listadas a seguir.

- Preciso ver e ouvir os resultados de cada ação que eu realizo no sistema
- Preciso que os ícones, símbolos e imagens sejam claros e legíveis
- Quando eu cometo um erro, preciso que o sistema me informe imediatamente
- Preciso que o sistema seja flexível, para que eu possa personalizar as configurações de acordo com as minhas preferências pessoais
- Preciso que o sistema evite o excesso de informações textuais
- Preciso que o sistema disponibilize parâmetros de acompanhamento do meu desempenho de estudos (relatórios, gráficos, etc.)
- Preciso que o sistema ofereça opções de ajuda, e que sejam fáceis de encontrar
- Preciso que o sistema disponibilize instruções de como utilizá-lo
- Preciso que o sistema possua dinâmicas de gamificação para incentivar o aprendizado

Figura 27 - Participante da turma do período noturno do grupo juvenil.



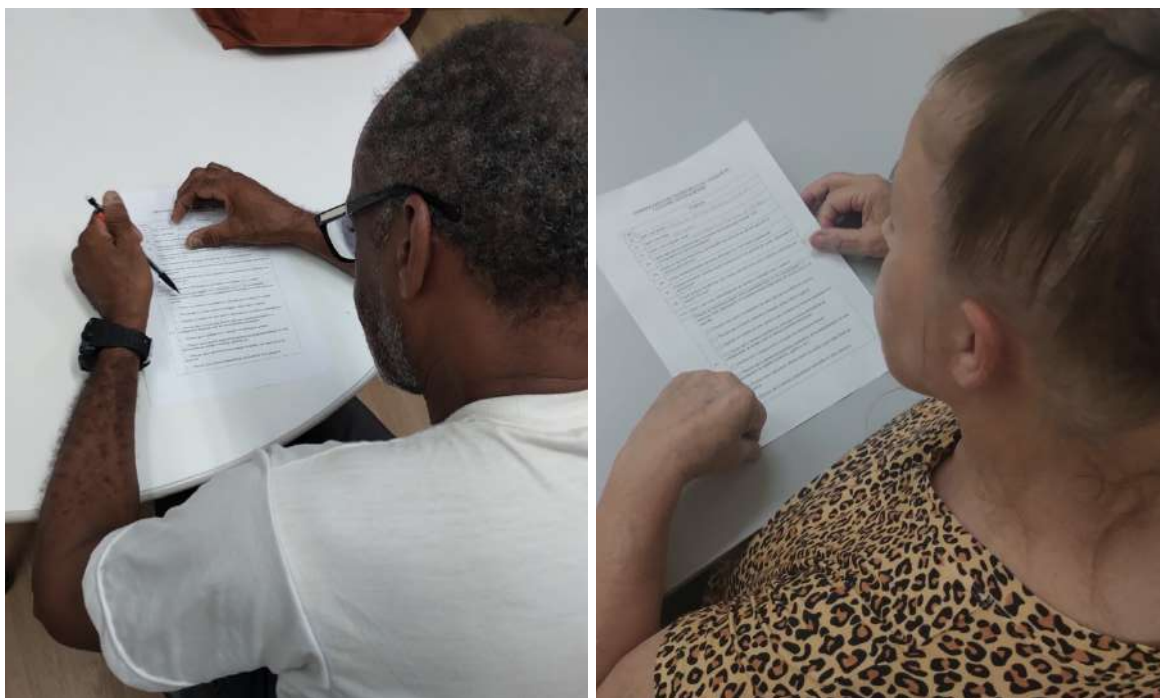
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A atividade foi realizada individualmente, sem a intervenção da pesquisadora. As entrevistas também foram gravadas por áudio e o tempo utilizado para o desenvolvimento da atividade foi de aproximadamente 40 minutos com a dupla de participantes da turma vespertina e 20 minutos com a participante da turma noturna. A colaboração ativa e o engajamento dos participantes auxiliaram a extração dos dados necessários para o estudo.

3.1.1.3 Detalhamento da Entrevista com o Público Sênior

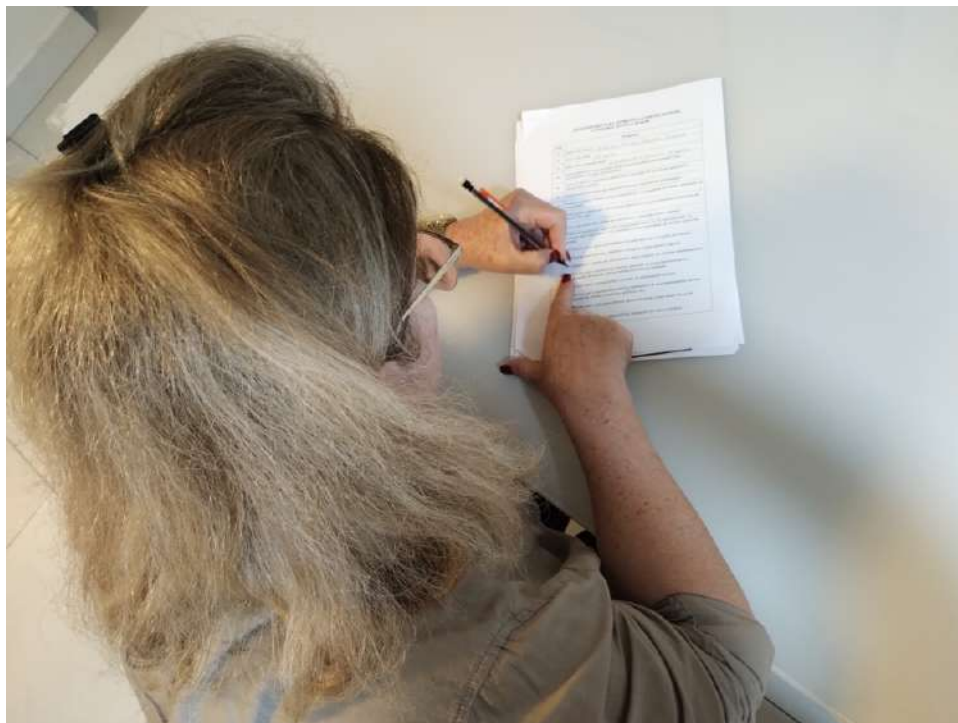
A coleta de dados com os participantes idosos ocorreu com dois alunos da "Escola SESC", unidade Prainha, em Florianópolis, seguindo os mesmos procedimentos adotados para as entrevistas com os jovens, e com uma participante usuária autônoma de plataformas móveis educacionais, desassociada de qualquer ambiente institucional.

Figura 28 - Participantes sêniores das turmas do período vespertino e noturno.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 29 - Participante sênior usuária autônoma de plataformas educacionais.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os alunos que frequentam a unidade Prainha da Escola SESC estão matriculados nos turnos vespertino e noturno. Ambos estão na fase final do Ensino Médio e têm como objetivo dar continuidade aos estudos, buscando ingressar em cursos técnicos e de graduação. A interação entre a pesquisadora e os alunos ocorreu por meio da coordenadora pedagógica da escola, que os encaminhou para uma sala reservada nas dependências da instituição para a realização das entrevistas. No caso da participante que não possui vínculo institucional, ela recebeu o convite diretamente da pesquisadora, via *e-mail*, por se enquadrar no perfil da pesquisa. Após o aceite, foi agendada uma data e local para a realização da entrevista, que ocorreu em um ambiente privado, visando proporcionar maior conforto à participante.

A faixa etária dos indivíduos envolvidos se estabelece entre 60 e 67 anos. A interação ocorreu de maneira aberta e flexível, indo além das questões definidas no questionário. Os participantes foram questionados principalmente sobre as principais dificuldades que enfrentam no dia a dia em relação ao uso de dispositivos móveis. Foram abordadas limitações cognitivas, psicomotoras e audiovisuais, bem como os desafios de acompanhar as mudanças tecnológicas, o sentimento de alienação e a necessidade constante de assistência.

Após a conclusão das perguntas de natureza aberta, foi proposta uma atividade de classificação das sentenças de usabilidade, igualmente ao que foi feito com os participantes mais jovens. Assim como nas entrevistas anteriores, não houve dificuldades na compreensão dessa atividade e nenhum obstáculo foi encontrado para o desenvolvimento dos diálogos. Os participantes demonstraram ativa participação e colaboração em suas contribuições. Mantendo o mesmo procedimento padrão adotado previamente, todas as entrevistas foram registradas em formato de áudio.

3.1.2 Avaliação Heurística com Especialistas

Para a execução da penúltima fase do método proposto por Rusu *et al.* (2011), Etapa 5) Experimental, foi conduzida uma atividade de validação das heurísticas elaboradas, com a participação de especialistas em usabilidade. Através de uma Avaliação Heurística, esses avaliadores identificaram violações nas Heurísticas Experimentais (HE) e nas Heurísticas de Controle (HC) no contexto do uso de aplicativos educacionais, reconhecendo e registrando os problemas associados a tais violações. As Avaliações Heurísticas ocorrem no terceiro trimestre de 2024 e contaram com a participação de um total de quatro especialistas, sendo estes acadêmicos e profissionais atuantes na área de interfaces digitais. Especificamente, o perfil dos especialistas incluiu: um doutor em Design, com título obtido pela Universidade Federal do Rio grande do Sul (UFRGS), dois doutorandos em Design, alunos da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), e um desenvolvedor de aplicativos móveis, mestre em Engenharia de Automação e Sistemas, com título obtido pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O número de especialistas foi fundamentado nas premissas apresentadas por Nielsen e Landauer (1993), já discutidas anteriormente neste trabalho.

A Avaliação Heurística foi realizada de maneira remota, por meio de plataformas *online*. Os quatro especialistas foram organizados em dois grupos, e os procedimentos foram conduzidos da seguinte maneira: o primeiro grupo, composto por dois especialistas, utilizou as Heurísticas de Controle (HC), de Nielsen (1994), enquanto o segundo grupo, também formado por dois especialistas, utilizou as Heurísticas Experimentais (HE), da pesquisadora. Nenhum dos grupos teve acesso a informações sobre o outro ou sobre quaisquer outros

avaliadores, de modo que as avaliações foram executadas sem um conhecimento abrangente acerca do propósito principal relacionado à comparação dos resultados.

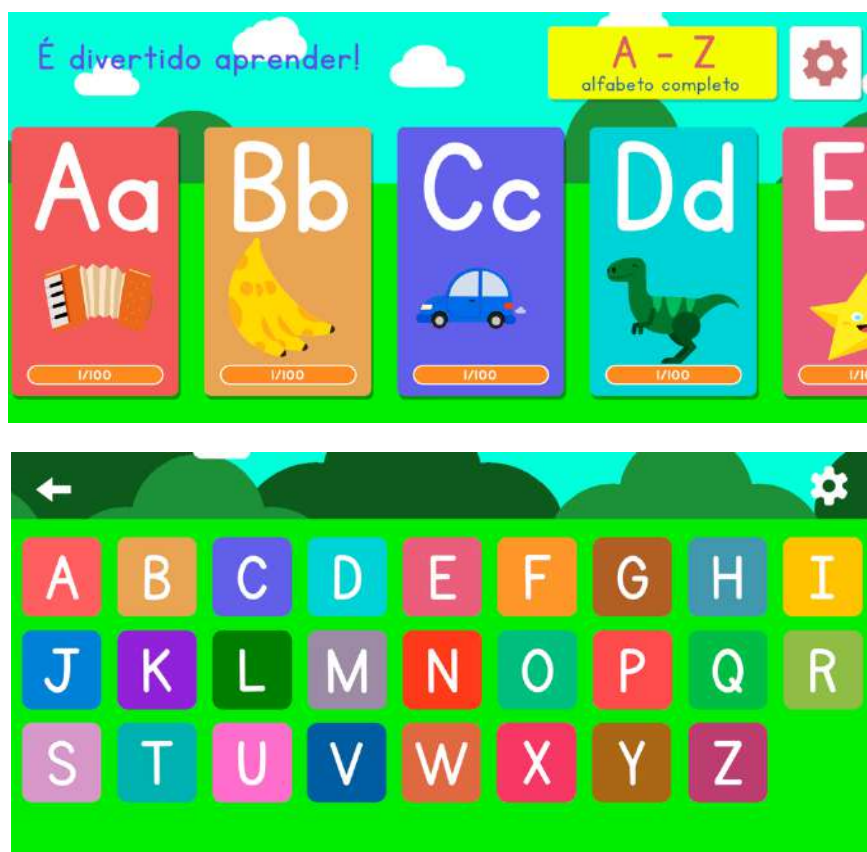
A abordagem com estes participantes foi realizada via *e-mail*. No primeiro contato foi realizado o convite e o detalhamento de todas as informações da pesquisa, solicitando em caso de aceite de participação, a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Maiores de 18 anos (ambientes virtuais). Após a confirmação sobre a ciência e o entendimento em relação à colaboração com a pesquisa, foi agendado individualmente uma seção para a realização da atividade. Os participantes receberam um *novo e-mail* contendo instruções detalhadas para a participação, bem como um *link* que os direcionou ao Formulário de Avaliação Heurística. Foi estabelecido um prazo de aproximadamente sete dias para que os especialistas completassem o formulário enviado, com a possibilidade de flexibilidade em função de circunstâncias específicas. Este processo foi conduzido de maneira autônoma e individual, sem a intervenção da pesquisadora e sem consultas entre os participantes. Solicitou-se que os integrantes desta fase do estudo utilizassem seus próprios dispositivos móveis (*smartphones*) para a realização da Avaliação Heurística.

O Formulário de Avaliação Heurística, apresentado aos especialistas, baseia-se na proposta de Baker, Greenberg e Gutwin (2002), que orienta um conjunto de perguntas projetadas para conduzir os participantes a identificarem a eficácia das heurísticas. Neste formulário, ambos os grupos (controle e experimental) deveriam relatar os problemas encontrados durante o uso do sistema e assim registrar os seguintes dados: heurística violada, descrição do problema, grau de severidade do problema e uma possível solução para o problema (opcional). Na presente pesquisa denominamos as heurísticas já existentes como Heurísticas de Controle (HC) e as heurísticas em desenvolvimento como Heurísticas Experimentais (HE). Apresenta-se no Apêndice B o modelo de formulário disponibilizado aos especialistas, é importante ressaltar que este modelo apresenta um quadro de preenchimento sobre melhorias relacionadas à H1 (primeira heurística), no entanto o documento original fornecido aos especialistas contém 30 quadros que correspondem às sugestões de melhorias acerca das 30 heurísticas elaboradas pela pesquisadora.

Antes de responder ao formulário, foi solicitado que cada avaliador examinasse três diferentes aplicativos educacionais móveis. Após percorrer as interfaces e simular o uso de cada aplicativo o avaliador deveria subsequentemente preencher os formulários.

O primeiro aplicativo utilizado para viabilizar a Avaliação Heurística corresponde ao aplicativo “ABC Aprender” (versão 1.3.1), este sistema dedica-se à auxiliar a alfabetização infantil por meio de atividade e jogos. O usuário pode identificar, organizar, escrever e aplicar as letras do alfabeto em palavras. A Figura 30 apresenta as interfaces dessa aplicativo.

Figura 30: Interfaces do aplicativo ABC Aprender.



Fonte: Captura de tela do aplicativo ABC Aprender/*Play Store*.

A segunda plataforma inspecionada pelos especialistas fornece conteúdos didáticos extraídos do ensino fundamental e médio, apoiando a preparação de estudantes para o Enceja (Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos). Intitulado de “Prepara Enceja” (versão 2.23) o sistema disponibiliza resumos, dicas e simulados, e ao concluir uma lista de exercícios o usuário pode consultar o seu histórico de desempenho e acompanhar a quantidades de erros e acertos nas atividades realizadas.

Figura 31: Interfaces do aplicativo Prepara: Encceja Simulados 2024.

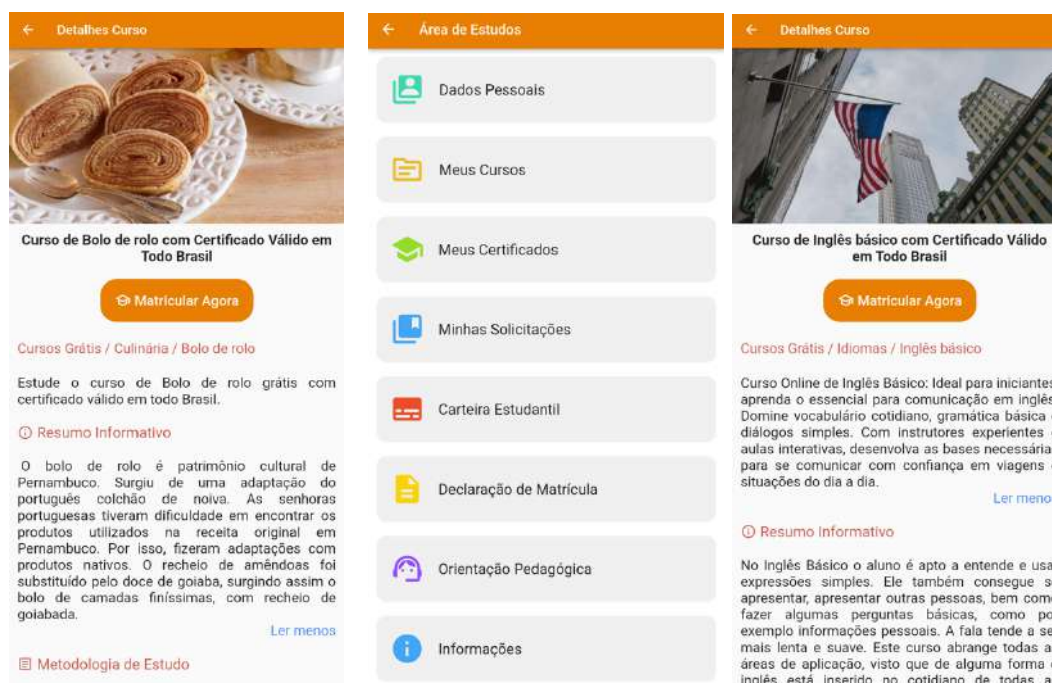


Fonte: Captura de tela do aplicativo Prepara: Encceja Simulados 2024/Play Store.

A terceira plataforma educacional integrada ao processo de inspeção de usabilidade corresponde ao aplicativo WR Educacional (versão 2.7.8). Esse sistema desenvolve e disponibiliza cursos gratuitos que visam ampliar o conhecimento em diversas áreas, como: Administração, Direito, Turismo, Gastronomia, Artes, Estética, Psicologia, Saúde, Meio Ambiente, Engenharia, Educação, etc. Além das modalidades principais, que podem ser acessadas por qualquer usuário interessado, a plataforma disponibiliza cursos que possuem um elevado potencial de atratividade e demanda entre usuários da terceira idade. Exemplos desses cursos incluem: Informática Básica, Culinária, Nutrição, Arteterapia, Musicalização, Pintura em Tecidos, Idiomas, entre outros.

A matrícula é feita de forma gratuita e tempo de duração dos cursos mencionados se estabelece entre 10 e 60 horas, a emissão dos certificados de conclusão é opcional. O ambiente de aprendizagem apresenta os conteúdos didáticos aos estudantes por meio de textos, imagens, listas de exercícios e avaliações. A Figura 32 demonstra três interfaces da aplicação.

Figura 32: Interfaces do aplicativo WR Educacional.



Fonte: Captura de tela do aplicativo WR Educacional/*Play Store*.

A seleção dos aplicativos baseou-se nos seguintes critérios:

- Pertencer à categoria de *app* Educacional/Educativo na classificação da *Play Store*
- Direcionar os conteúdos didáticos aos três públicos alvo da pesquisa
- Número de *downloads* superior a 100 mil
- Gratuidade do acesso
- Idioma em Português e/ou Inglês
- Nota superior a 4.0 na avaliação total de usuários.

Por meio da comunicação via *e-mail* com os especialistas, a pesquisadora solicitou que estes realizassem, previamente, o *download* das três plataformas educacionais em seus respectivos dispositivos móveis. Em seguida, foi orientado aos participantes que explorassem livremente as interfaces de cada sistema por um período aproximado de 5 a 10 minutos. Após a conclusão dessa atividade, os participantes deveriam completar determinadas tarefas didáticas fornecidas pelos sistemas. Por fim, foi solicitado que os participantes respondessem ao Formulário de Avaliação Heurística, disponibilizado via *link* por *e-mail*. Após a expiração do prazo estipulado e a conclusão dessa atividade, os participantes encerraram sua

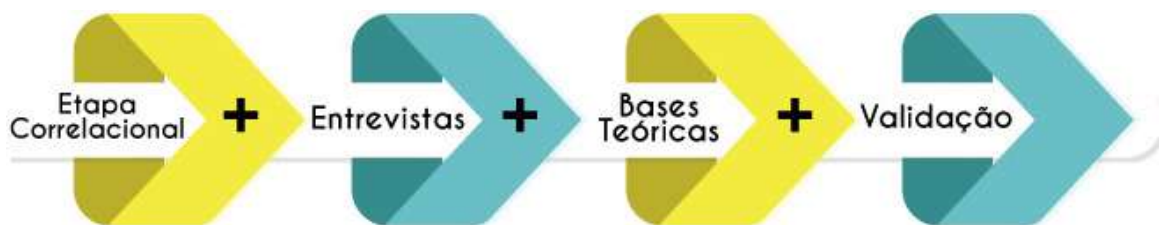
participação na pesquisa sem qualquer intercorrência relevante ou que pudesse comprometer a integridade do estudo.

O objetivo deste protocolo consistiu em oportunizar o surgimento de três segmentos de problemas em cada uma das sessões: (P1) Problemas identificados pelos dois grupos de avaliadores; (P2) Problemas identificados apenas pelo grupo que utilizou o conjunto de heurísticas do pesquisador; (P3) Problemas identificados apenas pelo grupo que utilizou as heurísticas já existentes. A partir dos resultados foi possível constatar a eficiência das heurísticas desenvolvidas. Os dados obtidos foram comparados e uma análise conjunta foi realizada, não houve necessidade de reiniciar o processo metodológico de forma iterativa, pois esta rodada única de inspeções com os especialistas foi suficiente para evidenciar o êxito das heurísticas elaboradas pela pesquisadora.

3.1.3 Construção da versão final dos resultados

Em virtude da análise minuciosa dos dados obtidos através da execução das etapas metodológicas e da pesquisa empírica realizada junto ao público-alvo, foi possível reunir um conjunto de informações robusto, suficiente para a formulação de novas heurísticas de usabilidade. Assim, as heurísticas propostas fundamentam-se essencialmente nos resultados da Etapa Correlacional, complementados pelas entrevistas com os usuários e pelos conhecimentos extraídos das bases teóricas, além da validação realizada com especialistas.

Figura 33: Detalhamento da construção da versão final das heurísticas.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2024).

A Etapa Correlacional desempenhou um papel fundamental na identificação dos principais diagnósticos relacionados ao comportamento dos usuários e à sua interação com as plataformas educacionais. Através de um processo sistematizado, foi possível mapear os

padrões de uso predominantes e estabelecer relações significativas entre os usuários e o sistema, permitindo assim uma compreensão mais aprofundada sobre os fatores que promovem interações bem-sucedidas, bem como aqueles que desencadeiam dificuldades no uso dessas plataformas. Na análise das interfaces, foram considerados tanto os aspectos estéticos quanto funcionais, com um enfoque no Design Centrado no Usuário. Essa abordagem buscou compreender os elementos que contribuem para uma experiência de uso satisfatória, assim como identificar as falhas ou a ausência de características que podem comprometer a navegação.

As entrevistas conduzidas com os estudantes acrescentaram uma valiosa dimensão qualitativa ao estudo, garantindo que suas vozes fossem ouvidas e suas experiências fossem levadas em consideração no desenvolvimento das heurísticas. Essa atividade foi de suma importância, pois aproximou a pesquisadora do público-alvo e possibilitou a correlação entre os relatos pessoais e as observações realizadas durante a Etapa Correlacional. Dessa forma, muitos aspectos previamente identificados foram confirmados, enquanto outros emergiram de maneira inédita, revelando novas necessidades significativas.

Os conhecimentos extraídos das bases teóricas, que unem as áreas de Educação, Usabilidade, Design, Psicologia, Medicina, dentre outras, também desempenharam um papel fundamental na formulação das novas heurísticas. A revisão da literatura possibilitou a incorporação de conceitos e práticas reconhecidas nestas áreas, garantindo que as heurísticas não apenas refletissem as necessidades dos usuários, mas também estivessem alinhadas com as melhores práticas do campo.

A validação realizada com especialistas assegurou que as heurísticas propostas fossem aplicáveis em contextos reais, proporcionando uma camada adicional de confirmação em relação a sua eficácia. Esse processo teve uma importância fundamental, pois contou com a colaboração de profissionais qualificados e experientes na área de Usabilidade. Isso possibilitou que esses especialistas fornecessem um feedback valioso para o aprimoramento, o qual foi cuidadosamente considerado na elaboração da versão final das diretrizes.

Para organizar e analisar os dados obtidos nas etapas executadas, estes foram compilados em quadros que expõem e categorizam as informações coletadas, além de incluir tabelas e gráficos (apresentados no capítulo 4). Essa abordagem permitiu um cruzamento eficaz das informações, facilitando a interpretação dos resultados.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo se dedica à apresentação e análise dos resultados adquiridos durante a execução dos procedimentos metodológicos. Nesta seção, são destacados e discutidos os diferentes parâmetros utilizados para a interpretação dos dados obtidos. A análise minuciosa dos resultados permitiu uma compreensão mais aprofundada e abrangente das conclusões extraídas a partir da pesquisa. Para a análise do processo de validação com os especialistas, foram consideradas principalmente as pontuações obtidas por meio das Avaliações Heurísticas, que possibilitaram a identificação da eficácia das Heurísticas Experimentais e proporcionaram orientações para aperfeiçoar de maneira adequada os aspectos que não estão em conformidade com a boa usabilidade de sistemas. Desse modo, este capítulo constituiu uma etapa crucial para a construção e finalização dos resultados almejados pela pesquisa.

4.1 RESULTADOS DAS ETAPAS: EXPLORATÓRIA, DESCRITIVA E CORRELACIONAL

Neste tópico os resultados das três primeiras fases são apresentados de forma conjunta, uma vez que são atividades subjacentes que se unem em prol de um objetivo comum. Conforme mencionado no capítulo de Introdução deste trabalho, a busca e seleção dos estudos científicos utilizados na construção do capítulo de Fundamentação Teórica desempenham um papel fundamental na consolidação das etapas iniciais do método proposto por Rusu *et al.* (2011). A investigação teórica e a descrição sistemática desses estudos atendem aos objetivos tanto da Etapa Exploratória quanto da Etapa Descritiva da pesquisa, cumprindo, assim, as atividades exigidas para essas duas fases do procedimento metodológico adotado.

Em relação à Usabilidade e ao Design de Interfaces, a pesquisadora explorou principalmente as medidas, heurísticas e recomendações de uso voltadas ao segmento móvel. A ênfase da investigação direcionou-se principalmente para os três públicos de usuários e suas faixas etárias distintas, buscando diretrizes que auxiliem na construção de uma

experiência de uso eficiente e inclusiva. Dessa forma, foram encontrados critérios de usabilidade gerais e específicos.

As definições sobre o conceito de Usabilidade foram colocadas por diferentes autores: Carrol (2009), Cockton (2012), Nielsen (1994), Martins *et al.* (2002), ISO 9241-11 e ABNT (2002). Os critérios gerais de usabilidade encontrados originam-se de Shneiderman (1986) - 8 regras de ouro do design de diálogo, Bastien e Scapin (1993) - 9 critérios ergonômicos para avaliação de interfaces IHC, Nielsen (1994) - 10 heurísticas de usabilidade, e também da norma ISO 9241-10 (1996) - 7 princípios do diálogo.

Os critérios específicos encontrados dividem-se entre os três públicos de usuários: infantil, juvenil e sênior. No que diz respeito ao público infantil foi encontrado o trabalho de Martins (2018), que realizou um estudo sobre a influência da experiência de uso em jogos digitais para a alfabetização de crianças de 6 a 8 anos. O autor investigou as características de usabilidade percebidas pelas crianças ao interagir com os jogos e relacionou esses resultados com as 10 heurísticas de Nielsen (1994), o trabalho do autor originou 10 proposições de usabilidade voltadas à aprendizagem infantil em interfaces digitais.

Para o público juvenil, foram localizados quatro conjuntos de heurísticas focadas na melhoria de usabilidade em interfaces móveis de aprendizagem, cujo os autores denominam-se: Kunar e Goundar (2019), D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016), Limtrairut (2020) e Sanz *et al.* (2016). O desenvolvimento dos trabalhos incluiu a revisão de heurísticas existentes na literatura e, com o auxílio de especialistas nas áreas de educação e usabilidade, foram propostos novos critérios de uso.

No segmento sênior foram encontradas duas listas de recomendações de usabilidade que se originam dos trabalhos de Mol (2011), e Anjos e Gontijo (2014). Diferentemente dos trabalhos anteriores, estes critérios não se direcionam exclusivamente para interfaces educacionais, mas buscam implementar melhorias gerais de uso em aplicativos móveis voltados a terceira idade. As recomendações de Mol (2011) foram validadas por meio de estudos de casos práticos, com testes de usuários e entrevistas para coletar opiniões. Já no trabalho de Anjos e Gontijo (2014), o processo de desenvolvimento dos critérios envolveu a aplicação de questionários, arranjo de cartas e teste de compreensão de ícones com os participantes do estudo.

Prosseguindo para o próximo estágio estabelecido pelo método de Rusu *et al.* (2011) (Etapa Correlacional), a pesquisadora realizou o trabalho de investigação de interfaces específicas relevantes para o contexto da pesquisa (estudos de caso), utilizando como referência não somente as literaturas obtidas na etapa anterior, mas também a amplitude dos conhecimentos adquiridos por meio do desenvolvimento do capítulo de Fundamentação Teórica, a fim de unir os conhecimentos incorporados no trabalho e identificar a demanda por novas diretrizes de usabilidade. Nos aplicativos selecionados foram examinados aspectos relativos ao Design de Interfaces, Educação e Acessibilidade, sendo estes:

- Interação
- Navegabilidade
- Estrutura e organização lógica das informações
- Atributos sensoriais e estéticos: cores, imagens, sons, *layout*, legibilidade textual
- Recursos de personalização
- Facilidade de uso e memorização
- Linguagem
- Atividades educacionais
- Dinâmicas de gamificação
- Adaptação de conteúdo de acordo com o nível de conhecimento do usuário
- Acompanhamento de desempenho

Após a identificação dos principais aspectos positivos e negativos de cada plataforma, a pesquisadora realizou a atividade de correlação entre as ponderações realizadas e as heurísticas de usabilidade existentes, visando compreender a necessidade de desenvolver novas diretrizes e/ou ajustar as diretrizes pré-concebidas. Nos casos em que não foram encontradas na literatura heurísticas específicas para o contexto da pesquisa, foi utilizado o protocolo de Rusu *et al.* (2010) que indica o emprego das 10 heurísticas de usabilidade de Nielsen (1994) como base.

É importante ressaltar a distinção conceitual entre as heurísticas, medidas e recomendações/proposições de usabilidade, pois cada conjunto de critérios possui um propósito distinto. As heurísticas consistem em diretrizes gerais que facilitam a identificação de problemas de usabilidade em uma interface. Por outro lado, as medidas são métricas quantitativas que possibilitam a avaliação do desempenho e eficácia de um determinado

sistema. Já as recomendações são orientações específicas que visam estabelecer boas práticas de design, podendo se basear em heurísticas e medidas previamente estabelecidas.

Por esta razão, somente os quatro conjuntos de heurísticas de usabilidade voltadas ao público juvenil foram utilizados como base na Etapa Correlacional, pois considera-se que os demais critérios encontrados (recomendações e proposições de uso), apesar de aproximarem-se do contexto específico do estudo, são conceitualmente incompatíveis com a definição de heurísticas. Dessa forma, para a análise dos aplicativos voltados ao segmento infantil e sênior foram utilizadas as tradicionais heurísticas de usabilidade desenvolvidas por Nielsen (1994).

4.1.1 Análise das Plataformas Voltadas ao Público Infantil

Na análise dos sistemas móveis de aprendizagem desenvolvidos para as crianças, a pesquisadora percorreu as interfaces dos três aplicativos selecionados: "Formar Palavras", "Silabando" e "Pré-escola Montessori". Foi simulado o uso de todas as telas disponíveis aos usuários, incluindo também a realização das atividades educacionais propostas. Os resultados encontrados foram relacionados às 10 heurísticas de Nielsen (1994).

Os quadros apresentados a seguir exibem as informações coletadas na avaliação.

Quadro 19: Análise correlacional no aplicativo "Formar Palavras".

Aplicativo 1 – Formar Palavras				
Cd.	Apontamentos Positivos	Cd.	Apontamentos Negativos	Heurísticas de Nielsen
[P1]	Retorno auditivo para cada ação realizada nas atividades didáticas. Narração de voz clara e agradável, auxiliando no aprendizado das sílabas, na memorização dos sons e na pronúncia das palavras.	[N1]	Dificuldade para retornar às telas anteriores, falta de controle visíveis e intuitivos para navegar entre as interfaces do sistema.	[P1] – Há heurística relacionada: "Feedback imediato". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].
				[N1] - Há heurística relacionada: "Controle e liberdade para o usuário". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].
[P2]	Design <i>clean</i> , estrutura visual hierarquizada e lógica. Não há excesso de informações ou densidade visual nas interfaces.	[N2]	Atividades repetitivas e pouco estimulantes. Não há variação na dinâmica das atividades mesmo com o avanço das fases do jogo. Não há recompensas para incentivar o aprendizado.	[P2] - Há heurística relacionada: "Estética e Design minimalista". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].
				[N2] - Não há heurística relacionada.

[P3]	Tamanho adequado dos textos, permitindo a leitura fluida das sílabas e a rápida identificação das palavras. Não há necessidade de esforço visual para realizar a leitura, adequando-se ao contexto do aprendizado infantil.	[N3]	Não há <i>feedback</i> para as respostas erradas nas atividades didáticas. O sistema não fornece retorno ao usuário (visual, sonoro ou tátil) diante das ações incorretas realizadas no sistema.	[P3] - Não há heurística relacionada.
				[N3] - Há heurística relacionada: "Diagnóstico e recuperação de erros". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].
[P4]	Figuras ilustrativas que representam as palavras exibidas na tela, sendo utilizadas como suporte para o aprendizado. Imagens compatíveis com o contexto infantil.	[N4]	O sistema não fornece opções de personalização e/ou controle parental. Não é possível configurar o som da voz do narrador (ligar/desligar/volume), o tamanho das fontes ou o tempo de uso.	[P4] - Há heurística relacionada: "Compatibilidade entre o sistema e o mundo real". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].
				[N4] - Não há heurística relacionada.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quadro 20: Análise correlacional no aplicativo "Silabando".

Aplicativo 2 – Silabando				
Cd.	Apontamentos Positivos	Cd.	Apontamentos Negativos	Heurísticas de Nielsen
[P1]	Interfaces lúdicas e com musicalização agradável. Narração de voz instrucional e pedagógica em todas as atividades fornecidas pelo sistema. O usuário é conduzido nas atividades por meio de perguntas feitas pelo narrador.	[N1]	Excesso de anúncios de <i>marketing</i> que interrompem constantemente o fluxo de estudo, dificultando a permanência no sistema. Não há filtros nos anúncios, alguns apresentam conteúdos inapropriados para crianças.	[P1] - Não há heurística relacionada.
				[N1] - Não há heurística relacionada.
[P2]	<i>Feedback</i> para todas as ações realizadas durante as atividades, para respostas corretas o sistema sinaliza um som de comemoração, exibindo balões na tela, para as incorretas, o narrador informa o erro.	[N2]	Apresenta alguns erros de conteúdo relacionado à língua portuguesa. Algumas sílabas e famílias silábicas são exibidas e pronunciadas incorretamente, podendo ocasionar problemas no processo de aprendizagem e de alfabetização.	[P2] - Há heurística relacionada: "Diagnóstico e recuperação de erros". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].
				[N2] - Não há heurística relacionada.
[P3]	Personalização do sistema, é possível configurar o som (ligar/desligar) e o estilo das letras em determinadas atividades (maiúsculas, minúsculas, mistas, letra	[N3]	O controle parental apresenta vulnerabilidade relacionada à segurança do acesso. O sistema controla o acesso dos pais por meio da	[P3] - Não há heurística relacionada.

	cursiva ou letra de fôrma). Controle parental para mudança de idioma e <i>upgrade</i> de planos.		realização de um cálculo matemático simples ($4 + 3 = ?$), é possível que as crianças saibam a resposta correta e consigam acessar essa função sem dificuldades.	[N3] - Não há heurística relacionada.
--	---	--	--	---------------------------------------

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quadro 21: Análise correlacional no aplicativo "Pré-escola Montessori".

Aplicativo 3 – Pré-escola Montessori				
Cd.	Apontamentos Positivos	Cd.	Apontamentos Negativos	Heurísticas de Nielsen
[P1]	Atividades lúdicas, cores vibrantes e cenários dinâmicos. Dispõe de personagens infantis que interagem com a criança durante as atividades. Narração clara e compreensível utilizando abordagem pedagógica.	[N1]	Travamentos, algumas funções apresentam pequenos <i>bugs</i> que indicam que o tamanho do sistema é pesado, sendo incompatível com determinados tipos de processadores. A transição entre as atividades exige um determinado tempo de carregamento, podendo ocasionar desistência de uso.	[P1] - Não há heurística relacionada
				[N1] - Não há heurística relacionada
[P2]	Apresenta boa jogabilidade e interatividade. Explora recursos auditivos, visuais e táteis. Fornece suporte para o aprendizado da leitura e da escrita. Auxilia no desenvolvimento da coordenação motora por meio da simulação do tracejado das letras na tela.	[N2]	Falta de responsividade, não há a possibilidade de girar a tela para uso das interfaces na disposição vertical, o aplicativo deve ser utilizado obrigatoriamente no modo " <i>wide screen</i> ". O uso do sistema pode ser prejudicado em função do tamanho da mão da criança, ocasionando restrição das áreas de toque com os polegares.	[P2] - Não há heurística relacionada
				[N2] - Não há heurística relacionada
[P3]	Instruções de uso sempre disponíveis, auxiliando a criança na execução das atividades. O sistema aponta, por meio de elementos visuais, como funcionam as dinâmicas das atividades (tocar, arrastar, girar, etc.).	[N3]	Excesso de opções de escolha. O sistema disponibiliza uma extensa lista de atividades que são categorizadas por áreas educacionais, dificultando a tomada de decisão por parte da criança. Pode demandar grande esforço cognitivo para iniciar uma atividade devido ao tempo utilizado para definir a seção escolhida, desestimulando a permanência no sistema.	[P3] - Há heurística relacionada: "Ajuda e documentação". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]
				[N3] - Não há heurística relacionada

[P4]	Disponibiliza controle parental, o sistema fornece acesso restrito para os pais. Por meio de um painel de controle é possível personalizar algumas funções, como: idioma, tempo de uso e restrição de atividades.	[N4]	Dificuldade para retornar às telas anteriores em determinadas interfaces. A "seta" indicativa de retorno é ilegível em função da falta de contraste de cores, demandando esforço visual para encontrar o comando que aciona a ação de "voltar".	[P4] - Não há heurística relacionada
				[N4] - Há heurística relacionada: "Controle e liberdade para o usuário". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.1.2 Análise das Plataformas Voltadas ao Público Juvenil

A análise dos aplicativos de aprendizagem para o público juvenil também envolveu a simulação de uso de todas as interfaces disponibilizadas aos usuários. A pesquisadora realizou o percurso do usuário do sistema, interagindo com todas as funções e recursos apresentados nas plataformas, incluindo a realização de provas e *quizzes*. Os achados da literatura com as heurísticas específicas para o contexto do estudo foram utilizados como base comparativa para a consolidação da Etapa Correlacional. Apresenta-se a seguir o detalhamento dos trabalhos utilizados e os desdobramentos do processo analítico.

Quadro 22: Resultado da Revisão Sistemática de Literatura.

Cd.	Título	Autor	Ano
[1]	Proposta de um conjunto de heurísticas para avaliação da usabilidade de aplicativos móveis educacionais	D'Carlo; Barbosa; Oliveira	2017
[2]	<i>Newly developed heuristics to evaluate m-learning application interface</i>	Limtrairut	2020
[3]	<i>A set of usability heuristics and design recommendations for u-learning applications</i>	Sanz <i>et al.</i>	2016
[4]	<i>Usability heuristics for mobile learning applications</i>	Kumar; Goundar	2019

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quadro 23: Contextualização dos achados encontrados.

Cd.	Propósito do estudo	Desfecho do estudo
[1]	Desenvolve e propõe um conjunto de heurísticas de usabilidade direcionadas à aplicativos móveis educacionais. As heurísticas elaboradas foram avaliadas por especialistas em Interação Humano-Computador e usuários, permitindo aferir a eficiência e eficácia das mesmas.	O conjunto de heurísticas desenvolvido pelos pesquisadores foi considerado relevante por especialistas da área, reconhecendo sua eficiência de uso e reforçando a sua importância para o domínio educacional móvel.

[2]	Elabora um conjunto de heurísticas de usabilidade específico para sistemas <i>m-learning</i> . O estudo se baseou nas heurísticas de Nielsen (1995), Benson et al. (2002) e Yanez et al. (2014). Especialistas em Tecnologia da Informação participaram do processo de avaliação das heurísticas propostas no estudo.	Em comparação com heurísticas gerais já existentes, as novas heurísticas desenvolvidas forneceram instruções mais perspicazes relacionadas ao uso de <i>softwares</i> em ambientes <i>mobile</i> , facilitando a avaliação do design de interfaces.
[3]	Apresenta um conjunto de heurísticas desenvolvidas para detectar problemas de uso em aplicações <i>u-learning</i> ²⁰ . As heurísticas foram elaboradas a partir de Cofré (2013), e refinadas por meio de inspeções de usabilidade realizadas por avaliadores peritos em usabilidade.	Os experimentos realizados no estudo provaram a utilidade e eficácia do conjunto de heurísticas de usabilidade desenvolvido. Torna-se necessário validar futuramente as heurísticas por meio de estudos de casos e protótipos.
[4]	Propõe um conjunto de novas heurísticas de usabilidade, desenvolvidas a partir de Nielsen (1994), para apoiar a avaliação heurística em aplicativos de aprendizagem móvel. Especialistas em usabilidade com experiência na área de Interação Humano-Computador participaram da etapa de validação dessas heurísticas.	Os resultados indicam que as novas heurísticas podem efetivamente ajudar na identificação de problemas de usabilidade em sistemas <i>m-learning</i> . Recomenda-se testar as heurísticas em um grande número de aplicativos <i>mobile</i> para confirmar esta validação.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A partir das investigações, foi identificado um total de 21 heurísticas de usabilidade exclusivas em cada estudo, voltadas para o contexto da aprendizagem móvel. Essas heurísticas abordam aspectos relacionados à avaliação instrucional, recursos de aprendizagem, teoria da aprendizagem, interação síncrona e assíncrona, motivação dos estudantes, entre outros. O Quadro 24 apresenta uma lista contendo as heurísticas e o código de identificação dos respectivos estudos de origem.

Quadro 24: Heurísticas exclusivas dos achados da RSL.

Heurísticas encontradas (exclusivas)	Cd.
Disponibilidade (acesso de qualquer lugar) e Portabilidade	[1]
Facilidade de acesso às funcionalidades	
Adequação da mensagem à funcionalidade e ao usuário	
Aprendizado orientado à um objetivo	
Aprendizagem e Recordação no processo de interação	
Disponibilizar diferentes experimentações de aprendizado, incluindo erros	
Motivação	
Consolidação de novos aprendizados	[2]
Fornecer interatividade	
Fundamentar o projeto de aprendizagem na teoria da aprendizagem	
Garantir integração de mídia apropriada	
Fornecer avaliação instrucional	
Fornecer recursos externos	

²⁰ *U-learning* (*ubiquitous learning*): este termo pode ser compreendido como “aprendizagem onipresente”, que se realiza a qualquer hora e em qualquer lugar. Os dispositivos base para a aprendizagem ubíqua correspondem aos *smartphones*, *tablets* e *notebooks*.

Fornecer <i>feedback</i>	
Aprendizagem situada	[3]
Continuidade de recursos de aprendizagem	
Medição de aprendizagem: avaliar o progresso do aprendizado do usuário	
Conexões e recursos	
Interação síncrona e assíncrona	
Comandos dirigidos por seleção	[4]
Organização de conteúdo	
Representação visual	

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Das heurísticas identificadas, foi observado um padrão de repetição de 11 heurísticas comuns em todos os estudos (vide Quadro 25). É importante destacar a notável relação dessas heurísticas com os critérios estabelecidos por Nielsen (1994), o que evidencia a importância desse conjunto de regras fundamentais para fundamentar e engendrar quaisquer novas recomendações de uso voltadas para o contexto de interfaces *mobile*.

Quadro 25: Heurísticas em comum entre todos achados da RSL.

Heurísticas encontradas (em comum)	Cd.
Consistência e padronização	[1] [2] [3] [4]
Visibilidade do status do sistema	[1] [3] [4]
Prevenção de erros	[1] [2] [3] [4]
Flexibilidade e eficiência de uso	[1] [2] [3] [4]
Aprendizagem colaborativa/cooperativa	[1] [3]
Ajuda e documentação	[1] [2] [3]
Compatibilidade entre o sistema e o mundo real	[2] [3] [4]
Controle e liberdade do usuário	[2] [3] [4]
Reconhecimento ao invés de memorização	[2] [4]
Estética e design minimalista	[2] [3] [4]
Diagnóstico e recuperação de erros	[2] [3] [4]

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Diante das observações, apresenta-se por meio dos quadros a seguir a relação estabelecida entre os apontamentos realizados pela pesquisadora e a aplicação das heurísticas já existentes para o contexto de uso mencionado.

Quadro 26: Análise Correlacional do aplicativo "Encceja 2021".

Aplicativo 1 – Encceja 2021					
Cd.	Apontamentos Positivos	Cd.	Apontamentos Negativos	Heurísticas Específicas	Cd.
[P1]	Apresenta boas soluções de <i>layout</i> para que o usuário insira dados de entrada somente com uma das mãos.	[N1]	Indisponibilidade de comunicação para troca de informações com tutores e/ou com outros estudantes por meio da plataforma.	[P1] - Não há heurística relacionada	X
				[N1] - Há heurística relacionada: "Fornecer avaliação instrucional". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[2]
[P2]	Promove atividades que estimulam a aprendizagem por meio de desafios engajadores que envolvem recompensas.	[N2]	Didática de ensino que se torna fragilizada em função de inúmeras questões que apresentam erros no enunciado e na resposta.	[P2] - Há heurística relacionada: "Motivação". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[1]
				[N2] - Não há heurística relacionada	X
[P3]	Possibilidade de acompanhar o auto desempenho através de parâmetros estatísticos e gráficos fornecidos pelo sistema.	[N3]	Problemas de legibilidade relacionados ao tamanho diminuto dos textos, que dificultam a leitura e demandam esforço visual excessivo.	[P3] - Há heurística relacionada: Medição de aprendizagem: avaliar o progresso do aprendizado do usuário. [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado]	[3]
				[N3] - Não há heurística relacionada	X
[P4]	Retorno sensorial (visual e auditivo) que enriquece e auxilia na experiência de uso.	[N4]	Uso incorreto de imagens (tamanho e qualidade da resolução), podendo desencadear dificuldades para a interpretação da questão didática que se associa com figuras.	[P4] - Não há heurística relacionada	X
				[N4] - Não há heurística relacionada	X
[P5]	Estrutura adequada de navegabilidade, o sistema permite avançar e retroceder etapas com liberdade e fluidez. Apresenta padrão universal de navegação, facilmente reconhecível pelo usuário.	[N5]	Falta de padronização em elementos visuais das interfaces. Não há consistência plena na unidade visual do sistema, apresentando alguns elementos que não mantêm coesão no estilo.	[P5] - Não há heurística relacionada	X
				[N5] - Há heurística relacionada: "Consistência e padronização":_manter linguagem padrão em todas as interfaces, ícones, símbolos e palavras. [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado]	[1] [2] [3] [4]

[P6]	Autonomia do usuário para configurar o sistema de acordo com as suas preferências estudantis.	[N6]	Excesso de propagandas e <i>banners</i> de <i>marketing</i> que provocam interrupções constantes no fluxo de uso.	[P6] - Há heurística relacionada: "Controle e liberdade do usuário"; o usuário deve conseguir desfazer ações, acessar menus e sair do sistema com facilidade. [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[2] [3] [4]
				[N6] - Não há heurística relacionada	X
[P7]	Uso adequado de ícones e recursos gráficos para identificação e reconhecimento rápido dos menus principais do sistema.	[N7]	X	[P7] - Há heurística relacionada: Representação visual: utilizar imagens, ícones, cores de texto e cores de fundo para ajudar no processo do aprendizado. [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[4]
				[N7] - Não há heurística relacionada	X

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quadro 27: Análise Correlacional do aplicativo "Estuda.com".

Aplicativo 2 – Estuda.com					
Cd.	Apontamentos Positivos	Cd.	Apontamentos Negativos	Heurísticas Específicas	Cd.
[P1]	Integração de IA para o auxílio do aprendizado. O sistema disponibiliza ao estudante a possibilidade de tirar dúvidas e obter o desenvolvimento de um Plano de Estudos adaptado para cada usuário por meio de uma Inteligência Artificial.	[N1]	Comprometimento da leitura em função do tamanho diminuto dos textos. Utiliza fonte excessivamente pequena em determinados textos, sem possibilitar a configuração do tamanho das letras.	[P1] - Há heurística relacionada: "Fornecer avaliação instrucional". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].	[2]
				[N1] - Não há heurística relacionada.	X
[P2]	Possibilidade de "favoritar" questões de diferentes conteúdos e disciplinas. A função de "favoritar" permite que o usuário crie uma lista de suas principais questões de interesse, podendo ser consultada sempre que necessário.	[N2]	Legibilidade inadequada das imagens pois são apresentadas em tamanho excessivamente pequeno. A função "ampliar" é disponibilizada, porém a resolução da imagem é prejudicada, mantendo a dificuldade de visualização inicial.	[P2] - Há heurística relacionada: "Controle e liberdade do usuário". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].	[2] [3] [4]
				[N2] - Não há heurística relacionada.	X

[P3]	O sistema permite o compartilhamento de questões com usuários externos. Possibilita enviar a questão desejada por meio de um link que pode ser submetido via <i>e-mail</i> , <i>whatsapp</i> , <i>Instagram</i> e outras redes sociais.	[N3]	Lentidão no tempo de carregamento de determinadas atividades do sistema, como a abertura de provas completas e questões específicas, afetando a experiência de uso.	[P3] - Há heurística relacionada: "Fornecer recursos externos". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].	[2]
				[N3] - Não há heurística relacionada.	X
[P4]	Implementa o reforço positivo no <i>feedback</i> das atividades didáticas. Nas ocasiões onde o usuário acerta pergunta da prova, o sistema parabeniza pelo feito. Para as respostas erradas, é informada ao usuário qual é a alternativa correta, oferecendo a resolução detalhada da questão.	[N4]	O sistema não permite alterar a orientação da tela para o modo paisagem (horizontal). A falta de adaptação à posição da tela inviabiliza a possibilidade de visualizar de forma adequada as informações com problemas de legibilidade e leiturabilidade (no modo retrato, vertical).	[P4] - Há heurísticas relacionadas: "Motivação" e "Fornecer <i>feedback</i> ". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].	[1] [2]
				[N4] - Há heurística relacionada: "Flexibilidade e eficiência de uso". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].	[1] [2] [3] [4]
[P5]	O sistema permite que os usuários realizem comentários públicos em questões de provas, tornando-os visíveis aos demais usuários. Este recurso contribui para a construção do pensamento crítico construído de forma conjunta e colaborativa.	[N5]	Excesso de conteúdo estático e falta de dinâmicas de recompensa ou atividades de gamificação que estimulem o engajamento do estudante com o aprendizado.	[P5] - Há heurística relacionada: "Aprendizagem colaborativa/cooperativa". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].	[1] [3]
				[N5] - Há heurística relacionada: "Motivação". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[1]
[P6]	O sistema permite o acompanhamento estatístico do desempenho estudantil, sinalizando os pontos fortes e fracos do usuário.	[N6]	X	[P6] - Há heurística relacionada: "Medição de aprendizagem: avaliar o progresso do aprendizado do usuário". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado]	[3]
				[N6] - X	X
[P7]	Há consistência nos elementos de design e padronização no <i>layout</i> das interfaces, implicando em boa navegabilidade e fluidez na transição entre as telas.	[N7]	X	[P7] - Há heurística relacionada: "Consistência e padronização". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado]	[1] [2] [3] [4]
				[N7] - X	X

[P8]	O sistema oferece opções de personalização da interface: modo noturno (escurecer menus e fundos da tela) e modo foco (amplia a interface e esconde as informações da barra superior do aparelho, como: horário, nível de bateria, conectividade e ícones representativos de notificações.)	[N8]	X	[P8] - Há heurística relacionada: "Controle e liberdade do usuário": o usuário deve conseguir desfazer ações, acessar menus e sair do sistema com facilidade. [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].	[2] [3] [4]
				[N8] - X	X

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quadro 28: Análise Correlacional do aplicativo "Revisapp".

Aplicativo 3 – Revisapp					
Cd.	Apontamentos Positivos	Cd.	Apontamentos Negativos	Heurísticas Específicas	Cd.
[P1]	Disponibiliza um Plano de Estudos personalizado. O estudante pode configurar suas atividades didáticas, selecionado: disciplinas, conteúdos, questões, temas da redação, dias da semana que gostaria de estudar, e também a data de início e de término deste planejamento.	[N1]	Propagandas e anúncios que interrompem a navegação do sistema, podendo afetar o processo de aprendizagem. É necessário assistir os vídeos de <i>marketing</i> para prosseguir com o uso do <i>app</i> em sua versão gratuita.	[P1] - Há heurística relacionada: "Controle e liberdade do usuário": o usuário deve conseguir desfazer ações, acessar menus e sair do sistema com facilidade. [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[2] [3] [4]
				[N1] - Não há heurística relacionada.	X
[P2]	O tamanho nos textos é adequado em todas as interfaces do sistema. Não há dificuldade de leitura de textos nos menus principais, secundários e nem tampouco nas questões de provas e <i>quizzes</i> . A tipografia utilizada é adequada e proporciona boa legibilidade.	[N2]	Não há <i>feedback</i> imediato informando o acerto ou o erro nas questões de provas e <i>quizzes</i> . É necessário responder todas as questões antes de visualizar a resolução da prova em sua integralidade. Este aspecto pode afetar a compreensão dos erros e acertos por parte do usuário.	[P2] - Não há heurística relacionada.	X
				[N2] - Há heurísticas relacionadas: "Fornecer <i>Feedback</i> " e "Disponibilizar diferentes experimentações de aprendizado, incluindo erros". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[1] [2]
[P3]	O sistema integra funções com os recursos nativos do dispositivo móvel. É possível por meio do <i>app</i> acessar a câmera do aparelho para registrar a foto de uma redação	[N3]	O sistema não disponibiliza suporte pedagógico por meio de tutores para o auxílio do aprendizado. Também não disponibiliza recursos para a troca de	[P2] - Há heurística relacionada: "Garantir integração de mídia apropriada". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].	[1]

	manuscrita em papel, ou inserir o registro fotográfico já existente na galeria de fotos do usuário.		informações com outros estudantes.	[N3] - Há heurística relacionada: "Fornecer avaliação instrucional". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	
[P4]	O sistema disponibiliza o acompanhamento da performance estudantil, ofertando métricas de acompanhamento que permitem que o usuário compreenda seu desempenho em exercícios e revisões.	[N4]	Uso incorreto de imagens. O <i>app</i> disponibiliza figuras com baixa qualidade da resolução, podendo afetar a compreensão dos usuários em determinadas questões de provas e <i>quizzes</i> .	[P4] - Há heurística relacionada: "Medição de aprendizagem: avaliar o progresso do aprendizado do usuário". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado]	[3]
				[N4] - Não há heurística relacionada.	
[P5]	Apresenta bom estímulo visual e emprego adequado das cores nas interfaces. O <i>app</i> se beneficia do uso eficaz de cores vibrantes para organizar e categorizar informações importantes. Além disso disponibiliza ilustrações e conjuntos iconográficos lúdicos que favorecem o processo de aprendizado e a navegação no sistema.	[N5]	X	[P5] - Há heurísticas relacionadas: "Organização de conteúdo" e "Representação visual". Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado.	[4]
				[N5] - X	X

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.1.3 Análise das Plataformas Voltadas ao Público Sênior

Na análise dos sistemas móveis de aprendizagem destinados a idosos, a pesquisadora examinou as interfaces de três aplicativos: "Treine seu cérebro", "*Games for senior citizens*" e "Foco". Foi realizada uma simulação do uso de todas as telas disponíveis para os usuários, incluindo a participação nas atividades educativas propostas. Assim como na análise correlacional das plataformas infantis, não foram identificadas heurísticas específicas para esse segmento. Portanto, os resultados obtidos foram relacionados às 10 heurísticas de Nielsen (1994).

Quadro 29: Análise Correlacional do aplicativo "Treine seu cérebro".

Aplicativo 1 - Treine seu cérebro				
Cd.	Apontamentos Positivos	Cd.	Apontamentos Negativos	Heurísticas de Nielsen
[P1]	Treinamento inicial para a capacitação do usuário ao uso do sistema. A primeira tela inicial de acesso ao <i>app</i> convida o usuário a realizar atividades simples que simulam as atividades ofertadas na plataforma, como: jogo da memória, jogo do labirinto e ações de arrastar objetos.	[N1]	Os anúncios e propagandas que interrompem a experiência de navegação do sistema podem ter um impacto negativo na usabilidade. É exigido que os usuários visualizem <i>banners</i> e vídeos promocionais para continuar utilizando o aplicativo em sua versão gratuita.	[P1] - Não há heurística relacionada
				[N1] - Não há heurística relacionada
[P2]	O aplicativo demonstra qualidade visual por meio do uso apropriado de cores nas interfaces. A utilização eficaz de cores contribui para a organização e categorização dos jogos disponibilizados. As ilustrações são simples e de fácil interpretação, podendo beneficiar processo de aprendizado e memorização.	[N2]	Falta de responsividade nas interfaces. Em determinadas atividades de treinamento cerebral, os textos apresentados aos usuários posicionam-se de forma sobreposta, ou seja, uma palavra em cima da outra. Este aspecto ocorre em função de falta de espaço da tela, desencadeando problemas de leitura.	[P2] - Há heurísticas relacionadas: "Estética e design minimalista". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado]
				[N2] - Não há heurística relacionada
[P3]	O sistema apropria-se de sons e músicas agradáveis que intensificam positivamente a experiência de uso. O retorno auditivo das ações do usuário (quando presentes) estimulam o desenvolvimento da atividade até a sua realização completa.	[N3]	Poucas opções de personalização do sistema. É ofertado ao usuário duas únicas possibilidades de configuração: alterar o idioma e silenciar os sons emitidos nas atividades. Não há recursos de alteração para o modo noturno ou foco.	[P3] - Não há heurística relacionada
				[N3] - Há heurísticas relacionadas: "Controle e liberdade do usuário" e "Reconhecimento ao invés de memorização". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]
[P4]	O sistema incorpora o princípio de reforço positivo no <i>feedback</i> das atividades. Quando o usuário responde corretamente a uma pergunta do teste, o sistema gentilmente o parabeniza pelo desempenho por meio de mensagens de incentivo.	[N4]	Falta de padronização dos elementos do sistema. Algumas atividades não fornecem <i>feedback</i> para respostas erradas (visual, auditivo ou tátil), outras atividades emitem alerta sonoro para demonstrar erros. O alerta sonoro é variável de uma atividade para outra e não segue um padrão unificado.	[P4] - Não há heurística relacionada
				[N4] - Há heurísticas relacionadas: "Consistência e padronização". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].

[P5]	O tamanho dos textos é apropriado. Não há desafios de legibilidade nos menus principais da página "home". A tipografia empregada é adequada e contribui para uma leitura eficiente.	[N5]	O sistema apresenta <i>bugs</i> e travamentos. Algumas atividades precisam de revisão pois apresentam erros de resolução. Botões de avanço de nível também apresentam problemas recorrentes.	[P5] - Há heurística relacionada: "Estética e design minimalista". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]
				[N5] - Não há heurística relacionada

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quadro 30: Análise Correlacional do aplicativo "Jogos de coordenação".

Aplicativo 2 - Jogos de coordenação				
Cd.	Apontamentos Positivos	Cd.	Apontamentos Negativos	Heurísticas de Nielsen
[P1]	Instruções simples, claras e rápidas sobre o mecanismo dos jogos. Ao selecionar um jogo o usuário se depara com um tutorial dinâmico que explica brevemente como proceder para jogar. A abordagem facilita o aprendizado sem demandar esforço cognitivo em excesso.	[N1]	Travamentos e <i>bugs</i> na plataforma. Ao iniciar determinados jogos o sistema não transiciona para a primeira fase do jogo. Nesta situação o botão do menu principal de saída da interface também não executa o comando ao ser requisitado.	[P1] - Há heurística relacionada: "Visibilidade e status do sistema". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].
				[N1] - Há heurística relacionada: "Prevenção de erros". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].
[P2]	Mensagens positivas e encorajadoras diante de situações de alto e baixo desempenho em jogos. Ao completar as atividades do jogo com sucesso, o sistema parabeniza o usuário, exibindo a mensagem: "Boa coordenação!", em caso de pontuações baixas o sistema informa: "Você pode fazer melhor!"	[N2]	Falta de intuitividade para encontrar os botões de saída/voltar na plataforma. As interfaces dos jogos não possuem iconografia de fácil identificação para o retorno da tela anterior (como setas, por exemplo). Para retornar é necessário perceber e identificar um ícone que não favorece a compreensão da ação.	[P2] - Não há heurística relacionada.
				[N2] - Há heurística relacionada: "Correspondência entre o sistema e o mundo real". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].
[P3]	Retorno auditivo para cada ação executada nos jogos de coordenação, o que torna a experiência de uso atrativa e agradável. Os sons emitidos fornecem <i>feedback</i> imediato em relação ao desempenho do usuário durante as dinâmicas dos jogos.	[N3]	Interrupção da navegação em função de propagandas e anúncios que se sobrepõem às interfaces do sistema. A suspensão temporária do uso do sistema para assistir de aos vídeos patrocinados pode ocasionar a desistência do uso por parte do usuário.	[P2] - Há heurística relacionada: " <i>Feedback</i> do usuário". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].
				[N3] - Não há heurística relacionada.

[P4]	A jogabilidade está centrada na otimização do desempenho da coordenação motora do usuário, o que acarreta, por conseguinte, uma melhoria das capacidades de atenção e concentração do mesmo.	[N4]	O progresso das etapas dos jogos provoca um aumento significativo no nível de complexidade, resultando em algumas fases excessivamente desafiadoras, o que pode gerar sentimentos de frustração e irritação entre os usuários.	[P4] - Não há heurística relacionada.
				[N4] - Não há heurística relacionada
[P5]	A estética adotada para o design das interfaces é caracterizada por uma abordagem <i>clean</i> e minimalista. Os elementos gráficos, como cores, ícones e ilustrações, são cuidadosamente organizados e mantêm uma consistência visual.	[N5]	Há pouca variedade quanto às opções de personalização. O sistema não oferece recursos para customização de elementos da interface, como o tamanho dos textos, a tipografia e a disponibilidade de um modo descanso (noturno).	[P5] - Há heurística relacionada: Estética e design minimalista. [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].
				[N5] - Há heurística relacionada: "Controle e liberdade do usuário". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quadro 31: Análise Correlacional do aplicativo "Foco.

Aplicativo 3 - Foco				
Cd.	Apontamentos Positivos	Cd.	Apontamentos Negativos	Heurísticas de Nielsen
[P1]	Disponibiliza um assistente virtual denominado "Gus" que auxilia e acompanha o usuário desde o primeiro acesso no aplicativo. Antes de cada atividade, o usuário recebe um treinamento rápido para familiarizar-se com a dinâmica do exercício.	[N1]	Poucas opções de personalização. O sistema é direcionado ao público sênior, no entanto não oferece variedade para customizar elementos de design da interface, como por exemplo o tamanho dos textos, tipografia, ou modo descanso (noturno).	[P1] - Não há heurística relacionada
				[N1] - Há heurística relacionada: "Controle e liberdade do usuário". [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado].
[P2]	O sistema é adaptativo, prepara treinos personalizados para o usuário. A partir do primeiro acesso o usuário pode configurar a categoria de atividade que mais possui interesse, selecionando três ou mais opções, como: melhorar a memória, agilidade mental, manter o foco, desenvolver reflexos, etc.	[N2]	Dificuldade de leitura em determinados textos em função do tamanho excessivamente pequeno das letras. Usuários idosos podem deparar-se com problemas para identificação das palavras, exigindo maior esforço visual por parte do usuário.	[P2] - Há heurística relacionada: "Flexibilidade e eficiência de uso". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].
				[N2] - Não há heurística relacionada
[P3]	O usuário pode acompanhar a evolução de seu próprio desempenho por meio de	[N3]	Apresenta <i>bugs</i> e travamentos. Em determinadas atividades e jogos, o sistema trava ou	[P2] - Não há heurística relacionada

	dados e gráficos. Ao finalizar uma atividade, é exibido na interface um gráfico velocímetro com a pontuação obtida, o número e o percentual de acertos do usuário.		não disponibiliza os recursos necessários para a conclusão da fase vigente. Este problema pode desencadear a descontinuidade do uso do sistema.	[N3] - Há heurística relacionada: "Prevenção de erros". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].
[P4]	O sistema utiliza retorno sensorial (cores, sons e vibrações) para intensificar a experiência de uso de forma positiva. Os sons reproduzidos quando o usuário realiza ações corretas, ajudam a motivar e incentivar a conclusão das atividades.	[N4]	Falta de escalabilidade apropriada para o nível de dificuldade dos jogos. O aumento da dificuldade é demasiadamente demorado, podendo tornar a atividade monótona e desestimulante para o usuário.	[P4] - Não há heurística relacionada
				[N4] - Não há heurística relacionada
[P5]	Estética clean e minimalista. As interfaces apresentam elementos gráficos (cores, ícones e ilustrações) organizados e consistentes, a hierarquia da informação é aplicada de forma eficiente, potencializando a boa usabilidade do sistema.	[N5]	X	[P5] - Há heurística relacionada: "Estética e design minimalista". [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado].
				[N5] - X

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.1.4 Resultado Final da Análise Correlacional

Considerando a análise realizada nas plataformas móveis destinadas aos diferentes grupos de usuários abordados na pesquisa, que englobam crianças, adolescentes e idosos, foi possível identificar os principais elementos relacionados à ausência de heurísticas que não estão documentados na literatura. Adicionalmente, foram identificadas as heurísticas que abordam parcialmente os problemas de usabilidade encontrados nos sistemas. Nesse contexto, foi possível mapear as principais diretrizes de uso que necessitam ser desenvolvidas ou revisadas a fim de atender adequadamente às necessidades dos usuários. Além de abordar os problemas de usabilidade, também foram considerados os aspectos positivos dos aplicativos, uma vez que se reconhece que as boas práticas de uso devem se tornar padrões de interação e serem amplamente implementadas no processo de concepção e avaliação dos sistemas móveis de aprendizagem.

Quadro 32: Resultado final da análise correlacional para o público infantil.

Necessidades identificadas	Demanda por heurísticas	Público alvo
Conter narração vocal clara e agradável pois auxilia no aprendizado das sílabas, na memorização dos sons e na pronúncia das palavras.	Elaboração de nova heurística	Infantil
Implementar retorno auditivo para cada ação realizada durante as atividades educacionais.	Reformulação de heurística existente	Infantil
Evitar atividades repetitivas e pouco estimulantes que não despertam o interesse da criança.	Elaboração de nova heurística	Infantil
Adequação do tamanho dos textos para contribuir com a leitura fluida das sílabas e para a pronta identificação das palavras, sendo essencial para uma experiência de leitura eficiente e eficaz.	Elaboração de nova heurística	Infantil
Inserir figuras ilustrativas, musicalização e elementos lúdicos compatíveis com o contexto infantil para suporte do aprendizado, tornando a experiência educativa mais envolvente e produtiva.	Elaboração de nova heurística	Infantil
Fornecer opções de personalização (volume, sons, tamanho e tipo das fontes, etc.) e/ou controle parental no sistema (evitando a vulnerabilidade de acesso).	Elaboração de nova heurística	Infantil
Evitar anúncios de <i>marketing</i> que interrompam constantemente o fluxo de estudo e que possam exibir conteúdos inapropriados para crianças.	Elaboração de nova heurística	Infantil
Fornecer instruções de uso para auxiliar as crianças na execução das atividades. Demonstrar de forma clara as dinâmicas das atividades, como tocar, arrastar, girar, etc.	Reformulação de heurística existente	Infantil
Evitar uma grande quantidade de opções de atividades categorizadas por áreas educacionais, o que dificulta a escolha da criança, podendo exigir esforço cognitivo em excesso.	Elaboração de nova heurística	Infantil
Considerar a responsividade no desenvolvimento do sistema. Oferecer a possibilidade girar a tela para o uso no modo vertical e horizontal.	Elaboração de nova heurística	Infantil

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quadro 33: Resultado final da análise correlacional para o público juvenil.

Necessidades identificadas	Demanda por heurísticas	Público alvo
Proporcionar a disponibilidade de comunicação para a intercâmbio de informações entre tutores e/ou colegas de estudo através da plataforma. Se possível integrar uma IA para o suporte do aprendizado.	Elaboração de nova heurística	Juvenil
A plataforma deve fornecer atividades que incentivam a aprendizagem por meio de desafios envolventes que oferecem recompensas como incentivo. Evitar conteúdos estáticos e monótonos.	Reformulação de heurística existente	Juvenil
Implementar o uso correto de imagens (tamanho e qualidade da resolução), a fim de mitigar as dificuldades para a interpretação das questões didáticas que se associam com figuras.	Elaboração de nova heurística	Juvenil
O sistema deve oferecer opções de personalização da interface, como o modo noturno e o modo foco. Além disso deve permitir que o estudante configure suas atividades didáticas de forma flexível e adaptada às suas necessidades.	Reformulação de heurística existente	Juvenil
Fornecer <i>feedback</i> imediato informando o acerto ou o erro nas questões de provas e <i>quizzes</i> . Implementar retorno sensorial (visual, auditivo e vibracional) que enriqueça e auxilie na experiência de uso.	Reformulação de heurística existente	Juvenil
Viabilizar ao usuário a capacidade de ajustar a orientação da tela para o modo paisagem (horizontal). A falta de adequação à posição da tela no modo retrato (vertical) dificulta a visualização adequada das informações, comprometendo a legibilidade	Reformulação de heurística existente	Juvenil
Prevenir contratempos de navegação, tais como a demora no tempo de carregamento de certas funcionalidades do sistema, como a abertura de avaliações completas e perguntas específicas.	Elaboração de nova heurística	Juvenil
Assegurar a ausência de propagandas e anúncios que interrompam a fluidez da navegação do sistema, preservando assim o processo de aprendizagem. Não requerer assistir aos vídeos de <i>marketing</i> como condição para prosseguir utilizando o aplicativo em sua versão gratuita.	Elaboração de nova heurística	Juvenil

Apresentar bom estímulo visual e emprego adequado das cores nas interfaces. O sistema deve apropriar-se do uso eficaz de cores para organizar e categorizar informações importantes. Além disso disponibiliza ilustrações e conjuntos iconográficos e pictográficos que favorecem o processo de aprendizado e a navegação no sistema.	Elaboração de nova heurística	Juvenil
Minimizar os problemas de legibilidade associadas ao tamanho reduzido dos textos, os quais dificultam a leitura e requerem um esforço visual excessivo.	Elaboração de nova heurística	Juvenil

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quadro 34: Resultado final da análise correlacional para o público sênior.

Necessidades identificadas	Demanda por heurísticas	Público alvo
Fornecer um treinamento inicial para capacitar o usuário no uso do sistema. propor ao usuário que realize atividades simples que simulem as funcionalidades oferecidas na plataforma.	Elaboração de nova heurística	Sênior
Implementar a responsividade no sistema permitindo que as interfaces se adaptem para o modo paisagem e retrato. Minimizar problemas de sobreposição e corte de textos que possam desencadear problemas de leitura.	Elaboração de nova heurística	Sênior
Fornecer opções de personalização voltadas ao contexto de uso do público sênior. Permitir que o usuário modifique o tamanho da fonte, o estilo tipográfico e o contraste das cores, por exemplo.	Reformulação de heurística existente	Sênior
Proporcionar legibilidade adequada para a visualização e leitura dos textos. Adequar a interface para o contexto de uso de usuários idosos, considerando principalmente os problemas relacionados à baixa visão.	Reformulação de heurística existente	Sênior
Disponibilizar <i>feedback</i> sensorial e imediato (visual, sonoro e tátil) para as ações realizadas no sistema, especialmente quando se relaciona com respostas certas e erradas de questões didáticas.	Elaboração de nova heurística	Sênior

Adotar o uso de interfaces intuitivas que reduzam a carga cognitiva do usuário e simplifiquem a navegação. Utilizar ícones claro e visíveis que facilitem a identificação de sua função e que favoreçam o aprendizado.	Reformulação de heurística existente	Sênior
Implementar o reforço positivo e uma abordagem respeitosa. Apresentar mensagens positivas e encorajadoras diante de situações de alto e baixo desempenho em atividade didáticas.	Elaboração de nova heurística	Sênior
Evitar a interrupção da navegação em função de propagandas e anúncios que se sobrepõem às interfaces. A exigência por visualização de vídeos pode provocar impacto negativo na usabilidade e ocasionar a desistência de permanência no sistema.	Elaboração de nova heurística	Sênior

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No âmbito das inspeções realizadas nas plataformas educacionais móveis, é evidente a necessidade de elaborar um conjunto de novas heurísticas de usabilidade, bem como reformular heurísticas já existentes. A necessidade central identificada consiste em aprimorar a experiência de uso e abordar as lacunas existentes em relação aos problemas de usabilidade que atualmente não são contempladas pelas heurísticas tradicionais. As novas diretrizes devem considerar aspectos cognitivos, sensoriais, estéticos, computacionais e pedagógicos, com o intuito de promover interações mais efetivas e confortáveis entre o usuário e o sistema.

A partir dos resultados apresentados, compreende-se que as heurísticas a serem desenvolvidas têm como objetivo fornecer instruções mais direcionadas, ou seja, utilizar linguagem específica, com termos voltados ao propósito educacional do sistema, evitando o uso de conceitos demasiadamente amplos e genéricos. Por conseguinte, é importante que as instruções sejam específicas o suficiente para abordar as nuances de cada contexto, ao mesmo tempo em que incorporam características gerais que possam ser adaptadas de forma flexível e eficaz à uma variedade de contextos.

Revela-se necessário considerar quatro aspectos principais durante o processo de elaboração das heurísticas: a navegação no sistema, interação com os elementos disponíveis, o design das interfaces, e os aspectos pedagógicos. Dessa forma, deve-se perseguir o objetivo de desenvolver um conjunto de diretrizes que busque alcançar o equilíbrio entre o uso adequado do sistema e uma interação bem-sucedida com o processo de aprendizagem.

4.1.5 Resultado das Entrevistas

As entrevistas realizadas com o grupo-alvo de usuários desempenharam um papel primordial na validação das conclusões obtidas por meio da análise correlacional. As respostas obtidas dos participantes, em sua grande maioria, estiveram em conformidade com as descobertas anteriores, reforçando as necessidades de uso já identificadas. Além disso, os usuários trouxeram à tona aspectos adicionais, reportando novos problemas que ainda não haviam sido identificados na análise prévia. Essas informações suplementares foram devidamente incorporadas ao estudo, uma vez que possuem uma relevância significativa e contribuíram de modo expressivo para a identificação da necessidade de novas heurísticas. As respostas coletadas com o público infantil são apresentadas no Apêndice D.

Em relação à dinâmica de Grupo Focal realizada com os cartões visuais, os resultados obtidos podem ser observados através das figuras apresentadas na sequência (Figura 34, Figura 35, Figura 36 e Figura 37). É importante destacar que a linha verde tracejada representa a interface que a maioria dos participantes indicou ter preferência, levando em consideração o contexto de uso mencionado pela pesquisadora. A figura 34 evidencia que, na dinâmica com o primeiro cartão de papel, que exibe duas opções de menus principais na interface - uma com botões textuais dispostos em listas e outra com botões iconográficos dispostos lado a lado - a opção com os botões iconográficos foi a preferida de forma unânime pelos participantes. Ao serem questionados sobre o motivo da escolha, as respostas variaram entre "é mais colorida", "é mais bonita" e "é mais fácil de entender".

Figura 34: Resultado da interface escolhida na primeira rodada.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 35: Resultado da interface escolhida na segunda rodada.



Fonte - Elaborado pela autora (2024).

Na segunda rodada de apresentação dos cartões, foi exibida aos participantes uma interface relacionada às telas de instrucionais (Figura 35). O objetivo dessa etapa consistiu em avaliar qual das duas propostas visuais era mais atrativa para os usuários: a interface lúdica, que simula as etapas de um jogo de tabuleiro com personagens recreativos, ou um passo a passo sequencial, que apresenta as instruções da atividade por meio de textos e elementos gráficos, como círculos e flechas. De forma unânime, os participantes escolheram a primeira opção, ou seja, a versão com um mecanismo de jogo e personagens divertidos. Entre as justificativas para essa escolha, foram mencionadas: "os bonecos são mais bonitinhos" e "dá para entender melhor".

Na terceira rodada do experimento, os participantes foram expostos a uma comparação entre duas interfaces que exibiam diferentes paletas cromáticas. Essas paletas foram apresentadas por meio de elementos geométricos, conforme ilustrado na Figura 36, e contrastavam com um texto preto. A diferença mais notável entre as duas interfaces reside na tonalidade das cores. Enquanto a tela da esquerda apresentava cores mais intensas e vibrantes, a tela da direita exibia cores e tons pastéis, mais suaves e claros. Entre as duas versões, a que obteve maior preferência dos participantes foi aquela com cores mais fortes, sendo indicada como a preferida por 2 dos participantes.

Figura 36: Resultado da interface escolhida na terceira rodada.

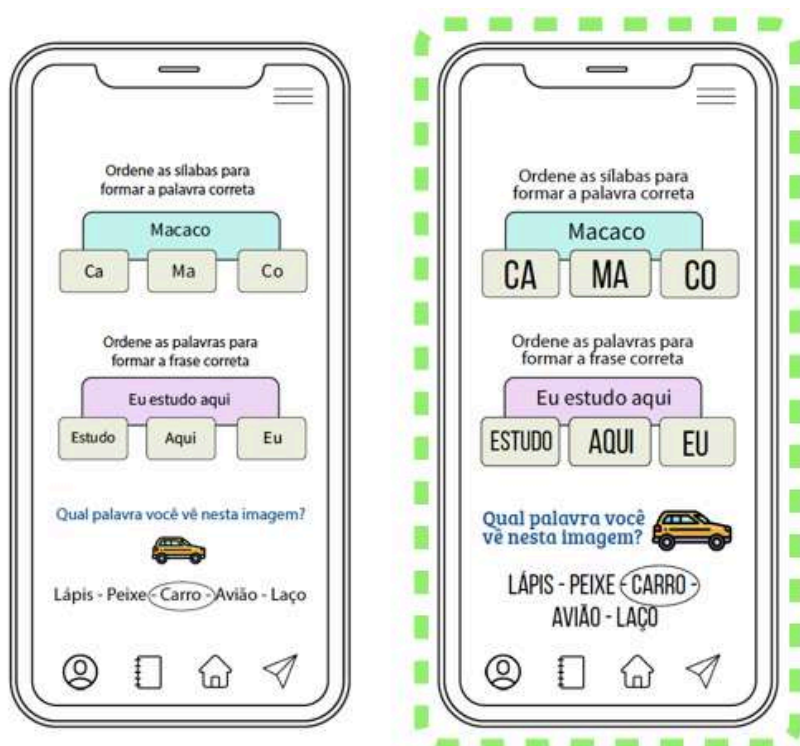


Fonte - Elaborado pela autora (2024).

Na quarta etapa do experimento, foi proposta aos participantes uma comparação entre duas interfaces que apresentam a mesma atividade didática. Essa atividade consiste na montagem de palavras e frases, onde as sílabas e palavras devem ser posicionadas na ordem correta. Além disso, a atividade também requer a identificação de uma imagem, na qual a criança deve circular a palavra correta em resposta à pergunta.

A diferença entre as duas telas reside no tamanho das palavras, sílabas e imagens. Enquanto a interface do lado esquerdo apresenta textos e imagens menores, com maior espaçamento entre os elementos gráficos, a interface do lado direito exibe os textos em tamanho maior, assim como a imagem do carro. De forma unânime, os participantes indicaram preferência pela interface com textos e imagens maiores. Eles argumentaram que essa escolha proporcionou maior facilidade de leitura, entendimento, legibilidade da imagem e aumento da motivação durante a realização da atividade.

Figura 37: Resultado da interface escolhida na quarta rodada.



Fonte - Elaborado pela autora (2024).

Durante o diálogo estabelecido com os participantes a respeito da utilização de aplicativos móveis, foram registradas outras manifestações espontâneas, tais como: "as propagandas tiram a concentração", "dá vontade de sair do jogo", "atrapalha". Ao serem indagados sobre a presença de recursos sonoros, como narração de voz, sons e músicas, a maioria dos participantes expressou preferência por aplicativos que oferecem esses elementos.

As entrevistas com o público juvenil foram conduzidas em dois momentos distintos. Inicialmente, foram entrevistados dois alunos que frequentam o período vespertino, o qual se trata de um ensino presencial. Em seguida, foi realizada uma entrevista com uma aluna que cursa o período noturno, o qual corresponde à modalidade de Educação à Distância. Os resultados das entrevistas são apresentados de acordo com a ordem em que foram conduzidas. Primeiramente, evidencia-se as respostas da entrevista realizada com a dupla de alunos (Participante 1 e participante 2), posteriormente, são apresentadas as respostas obtidas na entrevista com a Participante 3 (disponíveis no Apêndice E).

As entrevistas com o público sênior foram conduzidas de forma individual. Assim como nas entrevistas anteriores, as perguntas direcionadas aos participantes seguiram o roteiro principal. No entanto, devido à natureza específica de cada rodada de conversa, que abordou diferentes tópicos, os resultados obtidos com cada participante foram resumidos em três quadros separados (Apêndice F).

Após a conclusão das entrevistas, a pesquisadora realizou uma atividade de classificação das dez sentenças relacionadas à usabilidade de sistemas móveis com os participantes adultos, incluindo jovens e idosos (Apêndice G). Cada participante atribuiu um número a cada sentença, dentro da faixa de 1 a 10, sem repetição, de acordo com a ordem de importância baseada em suas próprias convicções. O número 1 foi reservado para a sentença mais significativa, enquanto o número 10 foi atribuído à menos importante. Para a análise dos resultados, priorizou-se as posições iniciais, considerando a relevância dos aspectos mais bem avaliados da lista. A implementação dessa abordagem foi suportada por funções exponenciais aplicadas ao sistema de pontuação da atividade.

A utilização de funções exponenciais nos sistemas de pontuação é uma abordagem embasada teoricamente e amplamente discutida na literatura acadêmica. Essa metodologia é aplicada principalmente nos campos da Estatística e Algoritmos. Através dessa abordagem, busca-se enfatizar a distribuição não-linear de pontos, dando destaque às primeiras posições e promovendo um declínio moderado nas últimas posições.

Brin e Page (1998) em seu trabalho sobre a relevância entre diferentes páginas *web*, destacam a importância dessa ferramenta. Os autores demonstram o conceito de decaimento exponencial, em vez de linear, utilizado para classificar a importância relativa das páginas *web* analisadas pelos mesmos.

A fim de realizar o cálculo das pontuações na tarefa de ordenamento, utilizando-se da função exponencial, a pesquisadora buscou a *expertise* de um especialista na área de Ciências Exatas. Por meio de uma colaboração conjunta, foi formulada, exclusivamente para este estudo, a seguinte expressão matemática.

$$P(i) = 100 \times e^{-k \times \left(\frac{i-1}{9}\right)}$$

- $P(i)$ é a pontuação para a posição i .

- k é uma constante que determina a taxa de decaimento.
- i é a posição, variando de 1 a 10.

A seguir apresenta-se os resultados finais da atividade de ordenamento realizada com o público juvenil, conforme apresentado na Tabela 1. Essa tabela exibe a pontuação obtida por cada participante, juntamente com a posição atribuída a cada sentença (do 1º ao 10º lugar). A coluna final, intitulada "soma", mostra a pontuação total alcançada pelos três participantes. Esses dados foram utilizados para elaborar um *ranking* decrescente de pontos, permitindo visualizar quais aspectos de usabilidade foram considerados mais importantes pelos entrevistados, a partir da parte superior da tabela até a inferior.

Tabela 1: Resultado final da atividade de ordenamento realizada com o público juvenil.

Item	Participante 1 Pontos		Participante 2 Pontos		Participante 3 Pontos		Soma
B - Preciso que os ícones, símbolos e imagens sejam claros e legíveis	1º	100	3º	54,21	8º	11,84	166,05
F - Preciso que o sistema disponibilize parâmetros de acompanhamento do meu desempenho de estudos (relatórios, gráficos, etc.)	4º	39,98	7º	16,06	2º	73,53	129,57
H - Preciso que o sistema disponibilize instruções de como utilizá-lo	8º	11,84	2º	73,53	4º	39,98	125,35
C - Quando eu cometo um erro, preciso que o sistema me informe imediatamente	2º	73,53	5º	29,5	7º	16,06	119,09
J - Preciso que o sistema salve todas as informações e progressos de desempenho de forma automática)	10º	6,38	8º	11,84	1º	100	118,22
A - Preciso ver e ouvir os resultados de cada ação que eu realize no sistema	9º	8,73	1º	100	9º	8,73	117,46
G - Preciso que o sistema ofereça opções de ajuda, e que sejam fáceis de encontrar	7º	16,06	6º	21,77	3º	54,21	92,04
E - Preciso que o sistema evite o excesso de informações textuais	3º	54,21	10º	6,38	6º	21,77	82,36

D - Preciso que o sistema seja flexível, para que eu possa personalizar as configurações de acordo com as minhas preferências	5°	29,5	4°	39,98	10°	6,38	75,86
I - Preciso que o sistema possua dinâmicas de gamificação para incentivar o aprendizado	6°	21,77	9°	8,73	5°	29,5	60

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O diagrama em formato de funil apresentado a seguir (Gráfico 5) ilustra a soma das pontuações mencionadas na Tabela 1, fornecendo uma representação visual do *ranking* das sentenças com o objetivo de facilitar a visualização da avaliação dos itens (de A a I).

Gráfico 5: Resultado final do *ranking* de sentenças obtido com público juvenil.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Prosseguindo com a abordagem semelhante à exposição dos dados anteriores, apresenta-se a seguir os resultados obtidos com o público sênior, destacando de maneira análoga, as pontuações e as classificações das sentenças atribuídas por cada um dos participantes.

Tabela 2: Resultado final da atividade de ordenamento realizada com o público sênior.

Item	Participante 1 Pontos		Participante 2 Pontos		Participante 3 Pontos		Soma
B - Preciso que os ícones, símbolos e imagens sejam claros e legíveis	1°	100	1°	100	2°	73,53	273,53
C - Quando eu cometo um erro, preciso que o sistema me informe imediatamente	6°	21,77	2°	73,53	1°	100	195,3
E - Preciso que o sistema evite o excesso de informações textuais	9°	8,73	3°	54,21	3°	54,21	117,15
J - Preciso que o sistema salve todas as informações e progressos de desempenho de forma automática)	2°	73,53	6°	21,77	9°	8,73	104,03
F - Preciso que o sistema disponibilize parâmetros de acompanhamento do meu desempenho de estudos (relatórios, gráficos, etc.)	3°	54,21	8°	11,84	6°	21,77	87,82
H - Preciso que o sistema disponibilize instruções de como utilizá-lo	4°	39,98	5°	29,5	8°	11,84	81,32
G - Preciso que o sistema ofereça opções de ajuda, e que sejam fáceis de encontrar	8°	11,84	4°	39,98	7°	16,06	67,88
I - Preciso que o sistema possua dinâmicas de gamificação para incentivar o aprendizado	3°	54,21	10°	6,38	10°	6,38	66,97
D - Preciso que o sistema seja flexível, para que eu possa personalizar as configurações de acordo com as minhas preferências	10°	6,38	7°	16,06	4°	39,98	62,42
A - Preciso ver e ouvir os resultados de cada ação que eu realizo no sistema	7°	16,06	9°	8,73	5°	29,5	54,29

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Gráfico 6: Resultado final do *ranking* de sentenças obtido com público sênior.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os resultados obtidos por meio das entrevistas com o público infantil evidenciam a necessidade de que as interfaces apresentem informações simplificadas e de fácil compreensão. Os participantes destacaram a importância da inclusão de elementos lúdicos e letras em tamanhos grandes, que facilitem a leitura. Além disso, foi observado que a familiaridade com as ferramentas no ambiente digital, quando estas seguem a mesma modelagem, manipulação e dinâmica do mundo físico, contribui para o reconhecimento imediato dos recursos apresentados pelo sistema.

Verificou-se que as cores utilizadas para compor o *layout* visual das interfaces devem ser vivas e vibrantes, pois essas cores podem provocar estímulos que impactam positivamente a experiência de uso. Atividades que envolvem jogos e elementos de gamificação são bem recebidas no processo interativo, pois geram engajamento e motivação por meio de recompensas e desafios.

Dois aspectos corroboram com as observações realizadas nas análises prévias da etapa correlacional: crianças usuárias preferem rótulos iconográficos em vez de textuais, uma vez que o reconhecimento dos ícones é mais fácil e rápido para elas, quando comparado a botões com títulos em formato de texto; a supervisão e apoio dos pais, tutores ou responsáveis adultos também desempenham um papel importante durante o processo interativo, pois além

de monitorar o acesso, também é necessário instruir e auxiliar a criança na orientação durante o primeiro contato com o sistema.

As entrevistas com o público juvenil também acentuam inúmeros aspectos já identificados na etapa de análise correlacional. As principais demandas dos jovens relacionam-se ao suporte pedagógico, acompanhamento de desempenho, agilidade, autonomia e interação eficiente com o sistema. A orfandade digital é um dos aspectos mais problemáticos neste contexto, pois nessa fase da vida a figura do professor desempenha papel crucial no processo de aprendizagem. Essa importância está diretamente ligada à intensa carga de estudos das disciplinas do Ensino Fundamental e Médio, a quantidade extensa de conteúdos, a grande diversidade de matérias e a complexidade do estágio de desenvolvimento cerebral nessa fase da vida. Devido à necessidade de realizar grandes esforços por parte do estudante durante esse período, o contato próximo com o professor parece ser essencial para adquirir e consolidar o aprendizado, além de fortalecer a sensação de segurança em relação à resolução de dúvidas e outras formas de apoio que o aluno possa precisar.

Os resultados obtidos com o público juvenil revelam que as respostas dos jovens variam de acordo com suas experiências prévias no campo do *mobile learning*. Para aqueles que tiveram experiências malsucedidas com plataformas educacionais móveis, a rejeição ao formato de estudos remotos é praticamente garantida. Nesses casos, a falta de apoio pedagógico das plataformas, os problemas significativos de usabilidade encontrados e até mesmo a má condução das dinâmicas de aprendizagem por parte dos tutores do ensino presencial são os principais motivos.

Por outro lado, quando os participantes relatam um histórico positivo de uso da plataforma, com uma usabilidade adequada, um sistema que promove a autonomia do estudante e oferece um excelente suporte educacional, *feedback* e comunicação, juntamente com uma integração eficiente desse sistema ao ensino presencial, a opinião dos participantes é completamente favorável à integração dos sistemas móveis de aprendizagem nos ambientes institucionais.

Os resultados das entrevistas com o público sênior acentuam os principais objetivos a serem alcançados no desenvolvimento de interfaces digitais para usuários nessa faixa etária. Esses objetivos incluem a minimização da carga cognitiva e a promoção da acessibilidade na interação com o sistema. As dificuldades de leitura e a falta de compreensão de instruções

complexas, mencionadas de forma unânime pelos participantes, reforçam as percepções já obtidas na fase de análise correlacional.

Foi observado que textos em tamanho padrão podem representar um esforço excessivo para usuários com problemas de visão, assim como tutoriais extensos se mostram ineficazes para esse público. Diante disso, os participantes relataram preferência por textos e botões em tamanhos maiores, adequados à sua condição sensorial, além de expressarem preferência por tutoriais curtos que simplifiquem ao máximo as informações fornecidas. Em adição às informações previamente mapeadas, surgiram aspectos de considerável relevância no âmbito da experiência de uso por parte dos idosos. Foi possível constatar que eles frequentemente experimentam uma sensação de desorientação e perplexidade após as atualizações dos sistemas, enfrentando obstáculos significativos no que se refere ao reconhecimento das novas funcionalidades.

Além disso, emergiu a necessidade de valorizar o progresso adquirido no processo de aprendizagem, buscando legitimar e enaltecer as conquistas obtidas. Observou-se também, a importância da responsividade do sistema, uma vez que problemas como a truncagem e o desalinhamento de textos em interfaces não responsivas podem acarretar em desafios de saúde comumente associados ao envelhecimento, como, por exemplo, a labirintite. O contraste da tela foi um ponto consensual entre os participantes, evidenciando a preferência por fundos claros e uma luminosidade da tela com alto contraste.

A atividade de classificação das sentenças conduzida com participantes adultos, abrangendo tanto jovens quanto idosos, revela que há um aspecto de significância em termos de usabilidade de sistemas que é compartilhado por ambos os grupos. Esse aspecto diz respeito à legibilidade e clareza na apresentação de ícones, símbolos e imagens. Analisando de forma separada os resultados, identifica-se que os usuários jovens destacam mais dois aspectos primordiais, em segundo lugar eles valorizam o acompanhamento do seu próprio progresso por meio de parâmetros de desempenho como relatórios e gráficos, e ocupando o terceiro lugar destaca-se a necessidade de que o sistema disponibilize instruções de como utilizá-lo. Por outro lado, para os usuários idosos, os próximos aspectos mais importantes estão relacionados com o suporte na correção de erros cometidos no sistema e os desafios decorrentes do excesso de informações.

4.2 LEVANTAMENTO DO CONJUNTO DE HEURÍSTICAS

Em decorrência da análise dos dados coletados por meio da execução das etapas metodológicas e da pesquisa junto ao público-alvo, obteve-se um conjunto de informações que se mostrou suficiente para viabilizar a elaboração das novas heurísticas de usabilidade. Destaca-se, portanto, que esta primeira versão das diretrizes de usabilidade fundamenta-se essencialmente nos resultados da etapa Correlacional, aliados às entrevistas com os usuários e aos conhecimentos extraídos das bases teóricas da pesquisa.

À luz dos princípios estabelecidos por Sharp, Rogers e Preece (2019) acerca do número ideal de heurísticas de usabilidade a serem formuladas, entende-se que a quantidade apropriada é uma questão discutível, variando de acordo com os objetivos da avaliação. Contudo, a maioria dos conjuntos de heurísticas geralmente compreende entre 5 e 10 itens, o que proporciona uma diversidade adequada de critérios de usabilidade para a avaliação dos diversos aspectos do design de um produto. Um número superior a 10 itens tende a dificultar a gestão por parte dos avaliadores, enquanto um número inferior a 5 itens pode não fornecer informações suficientes (Sharp, Rogers e Preece, 2019).

Assim, para o presente trabalho, decidiu-se pelo desenvolvimento de 10 heurísticas de usabilidade para cada segmento de interface, visando estabelecer um equilíbrio entre a abrangência necessária para contemplar os aspectos relevantes da usabilidade e a manutenção de uma estrutura que não sobrecarregue os avaliadores, evitando, assim, a criação de um conjunto excessivamente extenso e difícil de ser aplicado na prática.

Dessa forma, como resultado deste trabalho de pesquisa, foram elaboradas 30 heurísticas de usabilidade, segmentadas por faixa etária, que se dividem entre 10 heurísticas para cada segmento. Essas heurísticas, em sua primeira versão, foram submetidas à análise dos especialistas e usabilidade, cujo os resultado são apresentados mais adiante neste capítulo. Esses dados, obtidos por meio das Avaliações Heurísticas, confirmam a eficiência das heurísticas elaboradas, revelando por meio das pontuações alcançadas que o propósito estabelecido para as novas heurísticas, relacionado com a detecção e prevenção de problemas de usabilidade para usuários de diferentes faixas etárias, foi alcançado.

Conforme já mencionado no capítulo de Introdução, o intuito principal deste agrupamento de critérios consiste em atender os requisitos e necessidades específicas de cada

faixa etária. A seguir, evidencia-se por meio dos quadros apresentados (Quadros 36, 37 e 38) o conjunto das heurísticas de usabilidade elaboradas pela pesquisadora.

1) Heurísticas de Usabilidade para o segmento Infantil:

Quadro36: Heurísticas de usabilidade elaboradas para o segmento infantil.

	Heurística	Descrição
1	Instruções didáticas	O sistema deve proporcionar ao usuário a capacitação necessária para a utilização dos recursos disponíveis. Apresentar instruções de uso logo no primeiro contato do usuário com a plataforma e disponibilizar um tutorial que possa ser consultado sempre que necessário. As orientações devem ser breves e adaptadas ao contexto infantil, considerando a capacidade de compreensão das crianças. Implementar dinâmicas demonstrativas que favoreçam o aprendizado por meio de elementos visuais, evitando explicações extensas em formato de texto.
2	Ludicidade	As interfaces devem ser lúdicas e adaptados à maneira como a criança experiência o mundo ao seu redor, a absorção do conteúdo educacional precisa ser leve e divertida. Deve-se considerar a inclusão de personagens infantis que proporcionem suporte pedagógico e emocional para o usuário. Evitar a contabilização de pontos e parâmetros de desempenho pois podem gerar frustrações e/ou sentimentos de insucesso que não contribuem efetivamente para o processo de aprendizagem.
3	Design e Linguagem Visual	Adotar fontes de texto simples e legíveis e implementar um tamanho apropriado que considere o estágio de desenvolvimento das habilidades de leitura das crianças, proporcionando conforto e facilidade na compreensão das palavras. Priorizar o uso de cores vibrantes e estimulantes, a fim de capturar a atenção e o interesse dos usuários. Manter a padronização dos elementos e garantir a hierarquização adequada das informações, tornando o uso natural e acessível. Evitar a excessividade textual, privilegiando o uso de elementos interativos que tornem a experiência de uso agradável e envolvente.
4	Navegação facilitada	A navegação do sistema deve ser intuitiva e de fácil memorização, as interfaces devem favorecer a compreensão imediata dos recursos disponíveis, apresentando padrões lógicos de uso. É importante minimizar as ações e os caminhos que o usuário precisa percorrer para acessar as atividades didáticas e o menu principal. Deve-se facilitar a tomada decisão, evitando listas extensas de opções.
5	Conteúdo diversificado e interação	Explorar diferentes recursos de aprendizagem voltados à alfabetização. O sistema deve apresentar o alfabeto completo, as sílabas e as acentuações, e oportunizar que o usuário aplique o conhecimento por meio de diferentes jogos e atividades. Disponibilizar elementos visuais dinâmicos que estimulem a atenção e a concentração das crianças. Inserir animações, figuras, personagens e narrativas que despertem o interesse do usuário. Evitar atividades repetitivas e monótonas.

6	Responsividade do sistema	Possibilitar a utilização das interfaces tanto na orientação vertical quanto na horizontal, visando facilitar a interação com a tela e minimizar a limitação das áreas de toque pelos polegares, especialmente para crianças com mãos menores. Adaptar os conteúdos de maneira apropriada, prevenindo a perda na qualidade da interação com a interface em decorrência da alteração na orientação da tela.
7	Narração vocal	Disponibilizar narração vocal para reprodução dos sons relacionados ao processo de alfabetização, como: frases, palavras e sílabas, buscando aprimorar as habilidades metacognitivas da criança e facilitar a organização do pensamento. A voz do narrador deve ser nítida e articulada, evitando pronúncias inadequadas que podem confundir o usuário.
8	Retorno sensorial e <i>feedback</i>	O sistema deve oferecer <i>feedback</i> visual, auditivo ou tátil para as ações executadas pelo usuário. Exibir ícones nas cores verde e vermelho para indicar respostas corretas e incorretas, utilizar sons padronizados para <i>feedback</i> de respostas certas e erradas, e possibilitar a vibração do dispositivo em caso de respostas incorretas. Apresentar mensagens positivas para informar o sucesso na conclusão das atividades corretamente, assim como avisos para indicar quando uma ação foi realizada de forma incorreta.
9	Priorização do aprendizado	Direcionar o foco do usuário para as atividades didáticas, enfatizando o propósito educacional. Para isso, é necessário minimizar a presença de anúncios de <i>marketing</i> , bem como a ocorrência de <i>pop-ups</i> e telas sobrepostas que contenham <i>links</i> clicáveis capazes de levar o usuário a sair do sistema ou expô-lo a conteúdos inadequados. Essas medidas visam assegurar uma experiência contínua e ininterrupta, concentrada no contexto educacional, promovendo um ambiente seguro e adequado para a aprendizagem.
10	Controle parental e personalização	Possibilitar o monitoramento da navegação pelos pais e/ou responsáveis, em caso de restrição de acesso por meio de desafios matemáticos, utilizar a lógica reversível na operação, optando pela subtração ao invés da soma. Disponibilizar um painel de controle para customizar diferentes funções, como: mudança de idioma, tempo de uso do sistema, restrição de atividades, alterações nos planos/assinaturas, entre outras. Fornecer a possibilidade de personalizar determinadas configurações do sistema, como: sons, nível de dificuldade das atividades e estilos tipográficos (letra de fôrma, letra cursiva, maiúscula, minúscula, etc.).

Fonte - Elaborado pela autora (2024).

2) Heurísticas de Usabilidade para o segmento Juvenil:

Quadro 37: Heurísticas de usabilidade elaboradas para o segmento juvenil.

	Heurística	Descrição
1	Suporte pedagógico	Oferecer ao usuário a possibilidade de trocar informações com tutores por meio do sistema e/ou compartilhar externamente links com quaisquer outros usuários de interesse. Se possível, priorizar à incorporação de uma Inteligência Artificial (IA) como forma de oferecer suporte ao processo de aprendizado, disponibilizando um Plano de Estudo personalizado para o usuário e respondendo às suas dúvidas sempre que necessário.
2	Engajamento	O sistema deve proporcionar atividades educacionais que estimulem o esforço, a superação e que incentivem por meio de recompensas a continuidade das atividades já iniciadas pelo usuário. A implementação de elementos de gamificação, como: sistemas de pontuação, ranking e objetivos tornam os exercícios didáticos mais envolventes e motivadores.
3	Feedback e retorno sensorial	Deve-se considerar a implementação de um sistema que proporcione feedback imediato aos usuários, informando de maneira precisa os acertos e erros nas questões de provas e quizzes. Esse feedback deve ser estruturado de forma a utilizar reforço positivo em sua abordagem e direcionar a mensagem para motivar os usuários. Além disso, é recomendável que o sistema ofereça um retorno sensorial abrangente, por meio de estímulos visuais, auditivos e vibracionais, com o objetivo de enriquecer e aprimorar a experiência de uso da plataforma.
4	Personalização direcionada	O sistema deve disponibilizar recursos de personalização da interface que sejam projetados para o auxílio da concentração nas atividades educacionais, tais como um "modo noturno" que escureça os menus e fundos da tela, bem como um "modo foco" que amplie a interface e oculte informações da barra superior do dispositivo, como horário, nível de bateria, conectividade e ícones de notificação. Além disso, é necessário que o sistema permita que o estudante configure suas atividades didáticas de maneira flexível e adaptada às suas necessidades individuais.
5	Design e interação eficiente	O sistema deve oferecer uma estética visual atrativa e utilizar as cores de forma adequada nas interfaces. É fundamental que se utilize as cores de maneira eficaz para organizar e categorizar informações de relevância. Além disso, é imprescindível que o sistema disponha de conjuntos iconográficos e pictográficos que contribuam para um processo de aprendizagem eficiente, facilitando também a navegação dentro do sistema.
6	Centralização de conteúdo	Garantir a ausência de elementos publicitários e anúncios disruptivos durante a utilização do sistema, de forma a preservar a continuidade do processo de aprendizagem. Eliminar a exigência de assistir a vídeos de marketing como requisito para continuar utilizando a versão gratuita do aplicativo. Desenvolver sistemas fechados que priorizem primordialmente as atividades educacionais propostas pela plataforma.

7	Legibilidade e leiturabilidade	Implementar o uso correto de imagens (tamanho e qualidade da resolução), a fim de mitigar as dificuldades para a interpretação das questões didáticas que se associam com figuras. Respeitar as diretrizes para o uso de fontes textuais, garantindo tamanho apropriado, a fim de promover uma leitura fluida e uma compreensão imediata das informações apresentadas.
8	Estrutura didática e organização	Estruturar os materiais didáticos de forma familiar ao estudante, alinhando-se com os modelos padrão amplamente empregados. Neste contexto, recomenda-se exibir textos, provas e atividades avaliativas em ordem lógica e numeração sequencial, além de adotar uma linguagem que seja acessível e adequada à faixa etária do público-alvo, facilitando assim a assimilação intuitiva do conteúdo. É fundamental assegurar que o material educacional seja estruturado de forma organizada, categorizando os conteúdos em módulos ou unidades, o que possibilita uma orientação clara das informações.
9	Agilidade e autonomia	Possibilitar ao usuário a inserção de informações no sistema e a utilização de todas as funcionalidades disponíveis na tela utilizando apenas uma das mãos. Dispor os elementos principais de interação em uma área de fácil alcance para os polegares, evitando a necessidade de reposicionar as mãos para acessar as funcionalidades. Garantir ao usuário agilidade e autonomia por meio da operação unimanual.
10	Responsividade	Adotar uma abordagem que promova a flexibilidade da interface, permitindo sua adaptação tanto em orientação vertical (modo retrato) quanto em orientação horizontal (modo paisagem). Essa adaptabilidade fluida e versátil deve ser implementada de forma a evitar restrições que possam comprometer a capacidade de visualização adequada das informações apresentadas, tais como textos truncados, imagens cortadas e elementos desalinhados.

Fonte - Elaborado pela autora (2024).

3) Heurísticas de Usabilidade para o segmento Sênior:

Quadro 38: Heurísticas de usabilidade elaboradas para o segmento sênior.

	Heurística	Descrição
1	Aprendizagem facilitada	Fornecer orientações claras e sequenciais para apoiar os usuários idosos na execução de tarefas específicas. Evitar a utilização de tutoriais extensos que demandem um tempo prolongado de leitura e compreensão. Em vez disso, optar por tutoriais dinâmicos que apresentem de forma breve as etapas necessárias para a realização das tarefas. Considerar a implementação de um assistente virtual para oferecer suporte e acompanhar o desempenho do usuário. Evitar a inclusão de atividades didáticas excessivamente complexas e desafiadoras que possam causar sentimentos de irritação e frustração ao usuário.
2	Navegação intuitiva	Desenvolver uma arquitetura de navegação de natureza clara e intuitiva, caracterizada por rótulos descritivos e botões facilmente identificáveis. Dar preferência aos botões de menu no estilo "tabs bar", que permanecem visíveis e acessíveis, em vez de utilizar o menu "hambúrguer" com ocultação. Assegurar que a interface seja facilmente adaptável à transição entre os modos paisagem e retrato, com adaptação adequada dos elementos interativos, visando garantir a responsividade do sistema.
3	Luminosidade e cromaticidade	Utilizar paletas de cores devidamente selecionadas, a fim de facilitar a identificação de elementos e garantir a legibilidade adequada para usuários com deficiência visual. Evitar o uso de fundos escuros combinados com textos claros, uma vez que essa combinação pode dificultar a leitura. É importante considerar a implementação de uma opção de ajuste automático de brilho, permitindo que a tela se adapte às condições de iluminação do ambiente.
4	Inteligibilidade textual	Implementar fontes em tamanho grande e botões com dimensões que sejam múltiplas de 12 mm em interfaces flexíveis. Incorporar o princípio da hierarquia visual, o qual consiste em empregar tamanhos, pesos e posições distintas para distinguir elementos de maior destaque, como títulos e subtítulos, do corpo do texto. O sistema deve contribuir para a criação de uma estrutura visual nítida, tornando o conteúdo mais facilmente escaneável e promovendo uma leitura ágil e eficiente.
5	Feedback e retorno sensorial	Implementar <i>feedback</i> sonoro para confirmar ações realizadas pelos usuários. incluir sons de notificação, alertas ou instruções verbais, proporcionando orientações auditivas aos usuários. Considerar a possibilidade de fornecer feedback tátil, como vibração ou resposta tátil ao toque, para ajudar os usuários idosos a entenderem quando uma ação foi realizada.
6	Simplicidade e empatia	Adotar uma linguagem simples e acessível, evitando o uso de termos técnicos ou jargões que possam dificultar a compreensão. Projetar uma interface clean e minimalista, eliminando elementos desnecessários que possam causar confusão e sobrecarga cognitiva aos usuários. Considerar as necessidades, habilidades e limitações dos usuários idosos em todas as etapas do processo de design, demonstrando empatia e respeito.

7	Personalização e acessibilidade	Incluir recursos de acessibilidade, como opções de aumento de textos e ícones, mudanças tipográficas, contraste de cores, configuração de sons, simplificação de interface, e suporte para leitores de tela e legendas em vídeos. Garantir que a interface seja de fácil acesso, considerando a possibilidade de uso de dispositivos de assistência, como teclados adaptados ou dispositivos de controle por voz.
8	Atualizações moderadas	Evitar a implementação de atualizações no sistema que resultem em modificações substanciais na interface, tais como alterações drásticas no arranjo dos elementos, nas dinâmicas de operação, nas características estéticas, na incorporação de novos recursos ou em qualquer outra transformação que torne o ambiente desconhecido para o usuário ou dificulte sua readaptação ao uso do sistema.
9	Interação contínua	Garantir que não haja anúncios ou propagandas que causem interrupções na navegação do sistema, a fim de preservar a continuidade do processo de aprendizagem. Considerar a possibilidade de o usuário não possuir familiaridade com a tecnologia, além de considerar aspectos relacionados à debilidade motora, como a falta de destreza nas mãos e a lentidão nos reflexos, que podem resultar em cliques acidentais nos anúncios e redirecionar o usuário para sites maliciosos.
10	Engajamento e motivação	Fomentar o engajamento dos usuários nas atividades educacionais por meio do reconhecendo de suas conquistas e progresso. Através da implementação de recompensas, tais como medalhas, troféus, distintivos e mensagens encorajadoras, o sistema deve buscar instigar o usuário a superar metas e vencer desafios, proporcionando uma sensação de realização e aumentando sua autoconfiança. Essa abordagem visa estimular o usuário a continuar sua trajetória de aprendizagem, promovendo uma evolução contínua do conhecimento.

Fonte - Elaborado pela autora (2024).

Muitos dos aspectos identificados através dos dados obtidos estão intimamente relacionados ao panorama conceitual delineado nas bases teóricas da pesquisa, proporcionando uma integração harmoniosa entre os conhecimentos teóricos e as necessidades dos usuários. Nesse contexto, as heurísticas incorporam em seus fundamentos as perspectivas de diversos autores já mencionados ao longo deste trabalho.

Para o segmento infantil, as heurísticas dialogam com a "Teoria do Conhecimento" de Jean Piaget, ao abordar o desenvolvimento cognitivo da criança e a formação de esquemas mentais, tratando de conceitos como assimilação, ludicidade e reversibilidade do pensamento. As obras de Norman (2018) e Nielsen (1994) fundamentam a consistência e padronização dos elementos gráficos. Além disso, Silva, Barbosa e Leal (2020) são referenciados nas premissas que discutem estímulo, motivação, interação e jogabilidade. Os conhecimentos de Conrad (1964) sustentam a heurística referente aos recursos sonoros e à narração vocal.

Para o público juvenil, são integrados os conhecimentos de Sternberg (2010) no que diz respeito à retenção de conteúdo, memorização e engajamento. A perspectiva de Jean Piaget também se associa a esse grupo, embasando a heurística que se relaciona com o pensamento lógico e o raciocínio hipotético-dedutivo. Nielsen (1994), Limtrairut (2020) e Sanz *et al.* (2016) oferecem suporte teórico aos aspectos que se conectam à linguagem familiar, à semelhança com o mundo real, à adaptação do design e à estruturação didática, respectivamente. A heurística que trata de design eficiente integra os conhecimentos de Norman (2018) sobre affordance e a visão de Wertheimer (1959), que ressaltava a importância dos princípios da *Gestalt* para aprimorar as inferências perceptivas e a resolução de problemas.

Para o público sênior, recorre-se a Sales (2007) para embasar a necessidade de uma aprendizagem facilitada, elucidando os declínios cognitivos associados ao envelhecimento. Os conhecimentos de Martins (2016) também são incorporados a essa discussão, pois o autor defende a importância de serializar as interações da aplicação para os usuários idosos. A heurística que sugere a navegação intuitiva está intrinsecamente conectada a dois princípios de design. Primeiramente, refere-se ao princípio do Design Inclusivo, conforme descrito por Story, Mace e Mueller (1998), que enfatiza um uso simples e intuitivo. Além disso, relaciona-se com um dos princípios do Design de Interação proposto por Norman (2018), que aborda a visibilidade. No que tange à luminosidade e cromaticidade, Freitas e Py (2013) discutem as modificações anatômicas e fisiológicas na função visual, utilizando-se desses conhecimentos como referência teórica para a construção da heurística pertinente a esse aspecto. Além disso, as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.1 são empregadas para estabelecer a relação de contraste mínima entre textos e imagens em relação ao fundo, contribuindo para o desenvolvimento da heurística que trata da legibilidade textual. Ainda em relação a essa heurística, são utilizados os conceitos do Design Inclusivo de Story, Mace e Mueller (1998), que abordam a ergonomia visual, incluindo o uso de tipografias, o tamanho das informações, o contraste de cores e a disposição espacial dos elementos. Os ensinamentos de Norman (2018) também enriquecem o desenvolvimento das diretrizes para esse público, destacando a importância de um *feedback* claro e adequado aos usuários. O design deve ser adaptativo, moldando-se às preferências e capacidades individuais, com ênfase na praticidade e no conforto.

As heurísticas que enfatizam simplicidade e empatia se fundamentam nos conhecimentos de Story, Mace e Mueller (1998), que defendem um uso equitativo do design, assegurando que ele

seja acessível e disponível para atender à diversidade de habilidades e capacidades das pessoas. Esses autores também apoiam a fundamentação da heurística relacionada à personalização, evidenciando a importância de um dos princípios do Design Inclusivo: a flexibilização de uso, onde o design deve se adaptar às preferências e capacidades individuais.

A correlação precisa entre as heurísticas de usabilidade desenvolvidas pela pesquisadora e a fundamentação teórica deste trabalho é apresentada de forma detalhada no capítulo 5, "Resultado Final das Heurísticas de Usabilidade", onde, por meio de quadros explicativos, é fornecido um aprofundamento sobre cada uma das heurísticas e suas especificações.

4.3 RESULTADO DA AVALIAÇÃO HEURÍSTICA COM ESPECIALISTAS

Foi conduzida uma rodada de avaliação heurística com especialistas em usabilidade. Dos quatro participantes, dois realizaram a atividade fundamentando-se nas heurísticas desenvolvidas pela pesquisadora, que neste estudo são denominadas de Heurísticas Experimentais (HE), enquanto os outros dois se basearam nas heurísticas tradicionais propostas por Nielsen (1994), referidas nesta pesquisa como Heurísticas de Controle (HC). Os grupos não tiveram acesso a informações sobre os demais ou sobre outros avaliadores, garantindo que as avaliações fossem conduzidas sem um conhecimento detalhado acerca do objetivo principal relacionado à comparação dos resultados.

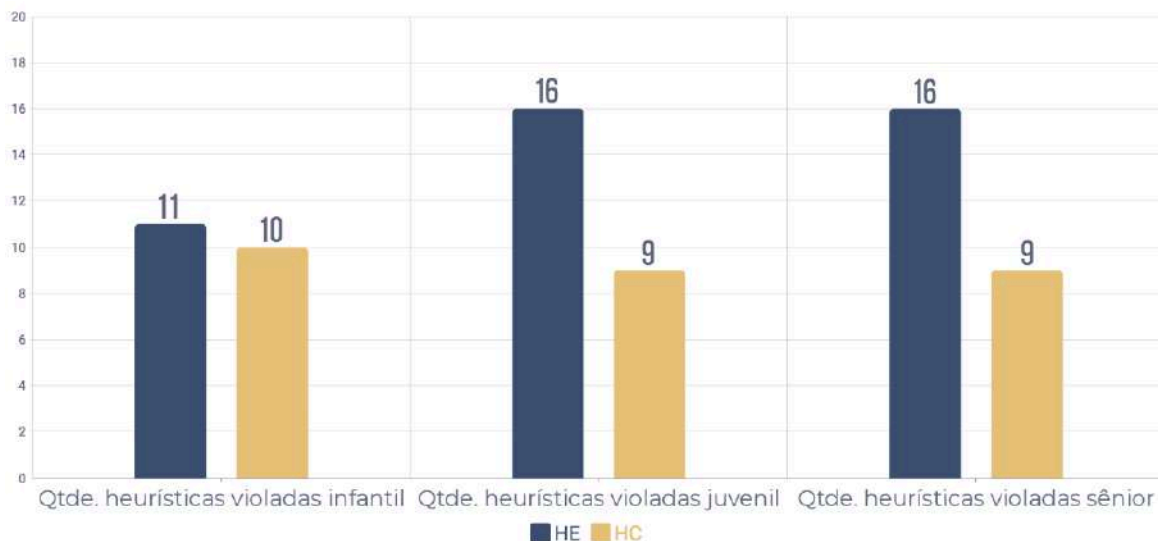
A atividade de avaliação heurística consistiu na análise de três aplicativos educacionais, os quais serviram como base para o desenvolvimento da avaliação. O objetivo foi verificar se as interfaces desses aplicativos estão em conformidade com os princípios de usabilidade estabelecidos pelas diretrizes adotadas, identificando, assim, quais heurísticas estão sendo violadas no sistema. Durante o processo de avaliação, os especialistas examinaram as interfaces digitais e identificaram problemas de usabilidade, indicando a heurística violada, a localização do erro e a gravidade do problema.

O conceito de heurística violada significa que os princípios de usabilidade estabelecidos por meio da heurística não foram seguidos pelo desenvolvedor do aplicativo ou foi desrespeitado em algum aspecto, o que pode afetar negativamente a experiência do usuário. Por exemplo, se a heurística orienta que o sistema deve apresentar textos com linguagem simples e clara,

proporcionando compreensão imediata das informações, mas o sistema utiliza linguagem complexa e confusa, dificultando o entendimento, isso indica que a heurística foi violada.

Nesse contexto, os resultados das avaliações corroboraram o êxito das heurísticas desenvolvidas pela pesquisadora. Em todas as três seções da atividade de Avaliação Heurística, que se referem à avaliação das interfaces dos aplicativos voltados para os usuários dos segmentos infantil, juvenil e sênior, o número de heurísticas violadas foi superior quando se utilizaram as heurísticas experimentais (HE), em comparação ao emprego das Heurísticas de Controle (HC). O Gráfico 7 ilustra os resultados obtidos por meio das avaliações.

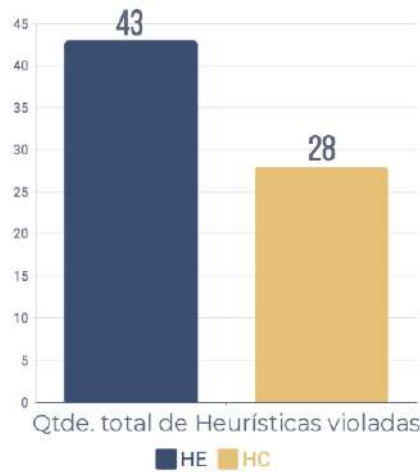
Gráfico 7: Resultado da Avaliação Heurística segmentado por seções.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As heurísticas desenvolvidas pela pesquisadora, representadas no gráfico pelas barras de cor azul, totalizaram 11, 16 e 16 violações de usabilidade. Esses números superaram as violações identificadas por meio das heurísticas de Nielsen (1994), que estão evidenciadas nas barras de cor amarela do gráfico, apresentando os valores de 10, 9 e 9. O resultado final, portanto, demonstra que o total de problemas de usabilidade mapeados pelas heurísticas desenvolvidas pela pesquisadora é de 43, enquanto as heurísticas de Nielsen (1994) foram capazes de identificar 28 problemas.

Gráfico 8: Resultado geral da Avaliação Heurística.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os dados extraídos dos resultados obtidos com os especialistas, os quais foram utilizados para a elaboração dos gráficos, são apresentados nas Tabela 3 e 4. Neste estudo, os quatro participantes são identificados como P1, P2, P3 e P4, sendo que P1 e P2 são os avaliadores que aplicaram as Heurísticas Experimentais (HE), enquanto P3 e P4 foram os participantes que utilizaram as Heurísticas de Controle.

Tabela 3: Quantidade de violações nas Heurísticas Experimentais.

Heurísticas	P1	P2	Soma
HE - Infantil	4	7	11
HE - Juvenil	6	10	16
HE - Sênior	8	8	16

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Tabela 4: Quantidade de violações nas Heurísticas de Controle.

Heurísticas	P3	P4	Soma
HC - Nielsen	4	6	10
HC - Nielsen	5	4	9
HC - Nielsen	5	4	9

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Conforme o método estabelecido por Rusu *et al.* (2011), os resultados obtidos indicam que as novas heurísticas demonstram maior sensibilidade e eficácia na detecção de problemas de usabilidade em comparação com as heurísticas tradicionais. Assim, pode-se afirmar que o novo conjunto de critérios de usabilidade desenvolvido neste estudo foi validado por especialistas da área, confirmando sua eficácia.

Inferese que os resultados favoráveis à validação das Heurísticas Experimentais se devem ao fato de que essas diretrizes incorporam critérios mais específicos ao contexto educacional, levando em consideração, principalmente, as particularidades de cada faixa etária. Além disso, essas orientações caracterizam-se por serem mais atualizadas, atendendo às necessidades e refletindo o comportamento dos usuários contemporâneos.

As respostas dos formulários de Avaliação Heurística enviados aos especialistas são apresentadas nos Apêndices M e N. São exibidas as respostas completas referentes ao grupo que avaliou as Heurísticas Experimentais (HE) e Heurísticas de Controle (HC), composto pelos participantes 1, 2, 3 e 4. Apresentam-se três quadros distintos que correspondem às respostas das avaliações heurísticas, segmentadas em seções específicas para as interfaces destinadas ao público infantil, juvenil e sênior. Nesses quadros, são detalhadas as respostas em relação à identificação das violações, à descrição dos problemas associados às violações detectadas e ao grau de severidade dos problemas, classificado como baixo, médio ou alto.

Não se fez necessária a realização de novas rodadas de avaliação, considerando os resultados obtidos na primeira, os quais corroboram a eficácia das Heurísticas Experimentais. Assim, avançou-se para a etapa de refinamento das heurísticas desenvolvidas, com o intuito de catalogá-las, incluindo informações detalhadas acerca de cada uma, como: exemplos de violação da heurística, benefícios esperados decorrentes de sua implementação e problemas associados à má utilização da referida heurística. Optou-se por efetuar a catalogação das heurísticas após a validação com especialistas, a fim de que a base fundamental das diretrizes pudesse ser estabelecida formalmente permitindo, em seguida, uma descrição detalhada das informações.

Nesta fase de refinamento foram consideradas as observações dos especialistas, especialmente quando se referiram a algum aspecto específico relacionado a uma heurística particular. Isso se aplica à H6 (Heurística 6), que integra o conjunto de heurísticas voltadas para o público infantil, e à H8 (Heurística 8), destinada ao segmento juvenil. Em relação a

essas heurísticas, foram apresentados dois comentários pelo Participante 2 que suscitaram reflexões acerca da possibilidade de implementação de modificações. Apresenta-se na sequência os comentários realizados.

- **H6. Responsividade do Sistema (infantil):** Possibilitar a utilização das interfaces tanto na orientação vertical quanto na horizontal, visando facilitar a interação com a tela e minimizar a limitação das áreas de toque pelos polegares, especialmente para crianças com mãos menores.
- **Comentário do Participante 2:** "Limitar-se à orientação horizontal não parece um problema muito grande, talvez apenas pela restrição de liberdade do usuário. Além disso, algumas atividades apresentariam problemas na orientação vertical, visto que sua expansão horizontal diminuiria os elementos na tela, como na atividade do trem".
- **H8. Estrutura didática e organização (juvenil):** Manter a estrutura dos conteúdos didáticos em consonância com os padrões conhecidos pelos estudantes. Exibir textos, provas e atividades em disposição vertical, ordem lógica e numeração sequencial, permitindo a construção do conhecimento de forma gradual e consistente. Garantir que o material educacional seja organizado e propício para a aprendizagem, proporcionando orientação de conteúdo e facilidade de assimilação.
- **Comentário do Participante 2:** "Essa heurística pode ser bastante debatida, pois "manter a estrutura dos conteúdos didáticos em consonância com os padrões conhecidos pelos estudantes" é difícil de avaliar o conteúdo e como ele deve ser organizado. Cada apostila ou livro pode seguir um padrão diferente, tornando essa informação variável. Contudo, duas melhorias poderiam ser implementadas: Simulados com questões específicas de determinado assunto. Por exemplo, um simulado apenas com questões de genética ou citologia, em vez de abranger toda a matéria de biologia. Permitir que o material já estudado seja arquivado ou marcado como "já visto". No entanto, este app parece ser mais focado nos simulados, e os resumos presentes estão em construção e são insuficientes. Como já dito, apenas a "H8 - Estrutura didática e organização." precisa de mais definição. Principalmente o que seria manter a estrutura dos <<<conteúdos didáticos>>> em consonância com os padrões conhecidos pelos estudantes. Talvez eu só tenha entendido errado."

Com base nos comentários fornecidos, optou-se por reformular a descrição dessas heurísticas, com o objetivo de torná-las mais elucidativas, minimizando as incompreensões e ambiguidades acerca do propósito essencial de cada uma delas. Outros pequenos ajustes também foram incorporados na etapa de refinamento, como o aprimorando da ID (Identificação) de determinadas heurísticas. O resultado final é apresentado no próximo capítulo deste documento (5. Resultado Final das Heurísticas de Usabilidade), fornecendo quadros explicativos que exibem a integralidades das heurísticas desenvolvidas e suas respectivas especificações.

5 RESULTADO FINAL DAS HEURÍSTICAS DE USABILIDADE

Em conformidade com o objetivo geral da pesquisa, este capítulo apresenta a conclusão final do conjunto de heurísticas de usabilidade desenvolvido pela autora. Em alinhamento com os parâmetros previamente estabelecidos, esta seção expõe três conjuntos distintos de heurísticas específicas, incluindo a identificação e a descrição de cada uma delas. Além disso, foram incorporadas informações detalhadas sobre os seguintes aspectos; referências conceituais e de heurísticas que já foram validadas por outros autores; os benefícios esperados com a implementação da heurística; exemplos de violações de conformidade e potenciais dificuldades de uso associadas a essas violações.

Foram elaboradas 30 heurísticas de usabilidade direcionadas ao campo da aprendizagem móvel, organizadas em conjuntos voltados para três grupos etários de usuários. A identificação de cada heurística é realizada por meio da sigla HX, na qual "x" representa o número da heurística. A sequência numérica não reflete a ordem de importância das heurísticas, já que todas recebem o mesmo peso e relevância. Essa ordem está relacionada, em parte, a uma prioridade de atenção para os critérios descritos, sendo recomendável que a leitura siga essa sequência para uma assimilação gradual e coesa do tema.

Através deste capítulo, busca-se enfatizar a relevância da usabilidade como um fator crucial para o êxito e a eficácia das plataformas educacionais móveis, ressaltando a necessidade de integrar múltiplos fatores de uso e de incorporar aspectos de Ergonomia, Pedagogia e Design. Dessa maneira, apresenta-se um resultado geral que se subdivide em três partes, mas que, simultaneamente, forma um todo coeso, com características comuns e distintas. Para facilitar a identificação das heurísticas, foram desenvolvidas ilustrações que ressaltam suas características fundamentais, incluindo a ID (Identificação), o nome e a definição de cada heurística. Esses conjuntos de critérios são organizados por meio de uma codificação de cores: a cor verde representa o segmento infantil, a cor roxa se designa ao juvenil e a cor laranja é destinada ao público sênior. Após a apresentação das informações principais de cada conjunto de critérios, é disponibilizado um quadro com as especificações de cada heurística, elucidando de forma mais detalhada a origem e os possíveis desdobramentos associados a elas.

Figura 38: Heurísticas de usabilidade de interfaces voltadas ao segmento infantil.

H1

Instruções didáticas

O sistema deve proporcionar ao usuário a capacitação necessária para a utilização dos recursos disponíveis. Apresentar instruções de uso logo no primeiro contato do usuário com a plataforma e disponibilizar um tutorial que possa ser consultado sempre que necessário. As orientações devem ser breves e adaptadas ao contexto infantil, considerando a capacidade de compreensão das crianças. Implementar dinâmicas demonstrativas que favoreçam o aprendizado por meio de elementos visuais, evitando explicações extensas em formato de texto.



H2

Ludicidade

As interfaces devem ser lúdicas e adaptados à maneira como a criança experimenta o mundo ao seu redor, a absorção do conteúdo educacional precisa ser leve e divertida. Deve-se considerar a inclusão de personagens infantis que proporcionem suporte pedagógico e emocional para o usuário. Evitar a contabilização de pontos e parâmetros de desempenho pois podem gerar frustrações e/ou sentimentos de insucesso que não contribuem efetivamente para o processo de aprendizagem.



H3

Design e Linguagem Visual

Adotar fontes de texto simples e legíveis e implementar um tamanho apropriado que considere o estágio de desenvolvimento das habilidades de leitura das crianças, proporcionando conforto e facilidade na compreensão das palavras. Priorizar o uso de cores vibrantes e estimulantes, a fim de capturar a atenção e o interesse dos usuários. Manter a padronização dos elementos e garantir a hierarquização adequada das informações, tornando o uso natural e acessível. Evitar a excessividade textual, privilegiando o uso de elementos interativos que tornem a experiência de uso agradável e envolvente.



H4

Navegação facilitada

A navegação do sistema deve ser intuitiva e de fácil memorização, as interfaces devem favorecer a compreensão imediata dos recursos disponíveis, apresentando padrões lógicos de uso. É importante minimizar as ações e os caminhos que o usuário precisa percorrer para acessar as atividades didáticas e o menu principal. Deve-se facilitar a tomada decisão, evitando listas extensas de opções.



H5

Conteúdo diversificado e interação

Explorar diferentes recursos de aprendizagem voltados à alfabetização. O sistema deve apresentar o alfabeto completo, as sílabas e as acentuações, e oportunizar que o usuário aplique o conhecimento por meio de diferentes jogos e atividades. Disponibilizar elementos visuais dinâmicos que estimulem a atenção e a concentração das crianças. Inserir animações, figuras, personagens e narrativas que despertem o interesse do usuário. Evitar atividades repetitivas e monótonas.



H6

Responsividade do sistema

Possibilitar a utilização das interfaces tanto na orientação vertical quanto na horizontal, visando facilitar a interação com a tela e minimizar a limitação das áreas de toque pelos polegares, especialmente para crianças com mãos menores. Adaptar os conteúdos de maneira apropriada, prevenindo a perda na qualidade da interação com a interface em decorrência da alteração na orientação da tela.

**H7**

Narração vocal

Disponibilizar narração vocal para reprodução dos sons relacionados ao processo de alfabetização, como: frases, palavras e sílabas, buscando aprimorar as habilidades metacognitivas da criança e facilitar a organização do pensamento. A voz do narrador deve ser nítida e articulada, evitando pronúncias inadequadas que podem confundir o usuário.

**H8**

Retorno sensorial e feedback

O sistema deve oferecer *feedback* visual, auditivo ou tátil para as ações executadas pelo usuário. Exibir ícones e/ou destaque de textos nas cores verde e vermelho para indicar respostas corretas e incorretas, utilizar sons padronizados para *feedback* de respostas certas e erradas, e possibilitar a vibração do dispositivo em caso de ações incorretas. Apresentar mensagens positivas para informar o sucesso na conclusão das atividades corretamente, assim como avisos para indicar quando uma ação foi realizada de forma incorreta.

**H9**

Priorização do aprendizado

Direcionar o foco do usuário para as atividades didáticas, enfatizando o propósito educacional. Para isso, é necessário minimizar a presença de anúncios de *marketing*, bem como a ocorrência de *pop-ups* e telas sobrepostas que contenham *links* clicáveis capazes de levar o usuário a sair do sistema ou expô-lo a conteúdos inadequados. Essas medidas visam assegurar uma experiência contínua e ininterrupta, concentrada no contexto educacional, promovendo um ambiente seguro e adequado para a aprendizagem.

**H10**

Controle parental e personalização

Possibilitar o monitoramento da navegação pelos pais e/ou responsáveis, em caso de restrição de acesso por meio de desafios matemáticos, utilizar a lógica reversível na operação, optando pela subtração ao invés da soma. Disponibilizar um painel de controle para customizar diferentes funções, como: mudança de idioma, tempo de uso do sistema, restrição de atividades, alterações nos planos/assinaturas, entre outras. Fornecer a possibilidade de personalizar determinadas configurações do sistema, como: sons, nível de dificuldade das atividades e estilos tipográficos (letra de fôrma, letra cursiva, maiúscula, minúscula, etc.).



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quadro 39: Especificações das heurísticas de usabilidade para o segmento infantil.

Heurística	Especificações
H1 Instruções Didáticas	Explicação: As instruções demonstrativas desempenham um papel fundamental na orientação adequada das atividades didáticas, especialmente em contextos onde a presença de um tutor não é viável, como ocorre frequentemente em ambientes de aprendizagem digital. A imaturidade cerebral das crianças limita a capacidade de assimilação de informações, o que deve ser considerado no processo educativo para evitar a sobrecarga de dados textuais. Contudo, nesta fase do desenvolvimento, as crianças já demonstram uma capacidade de assimilação de conteúdos, conforme a "Teoria do Conhecimento" proposta por Jean Piaget. Segundo essa teoria, crianças na faixa etária de 2 a 7 anos não dependem exclusivamente de suas sensações e movimentos para compreender o mundo ao seu redor. Os esquemas mentais que já foram formados permitem que elas façam distinções entre imagens, palavras e símbolos, além de interpretar seus significados de maneira mais complexa.
	Benefícios esperados: autonomia do usuário e aprendizagem facilitada
	Exemplos de violação: interfaces que não incorporam instruções de uso ou que não implementam uma abordagem demonstrativa para que o usuário compreenda visualmente a dinâmica da atividade, ao invés disso apresentam textos extensos destinados a leitura dos usuários.
	Problemas relacionados: incompreensão do sistema, sentimento de frustração, desmotivação e desconexão com o processo de aprendizagem.
H2 Ludicidade	Explicação: A teoria de Jean Piaget delinea o desenvolvimento cognitivo de crianças entre 2 e 7 anos como pertencente ao estágio "pré-operatório". Neste período, as crianças tendem a pensar de forma antropomórfica e animista, atribuindo características humanas, sentimentos e emoções a animais e objetos inanimados. Portanto, é essencial optar pela integração de elementos lúdicos que promovam o engajamento e a conexão emocional com o usuário. Essa abordagem contribui para que o indivíduo se sinta confortável e amparado durante a interação com o sistema.
	Benefícios esperados: motivação, estímulo e envolvimento.
	Exemplos de violação: sistemas que não se apropriam de elementos lúdicos para criar engajamento com o usuário, optando por interfaces mais sóbrias que disponibilizam poucos ou nenhum recurso visual/sonoro relacionado com o universo infantil.
	Problemas relacionados: desinteresse e monotonia.

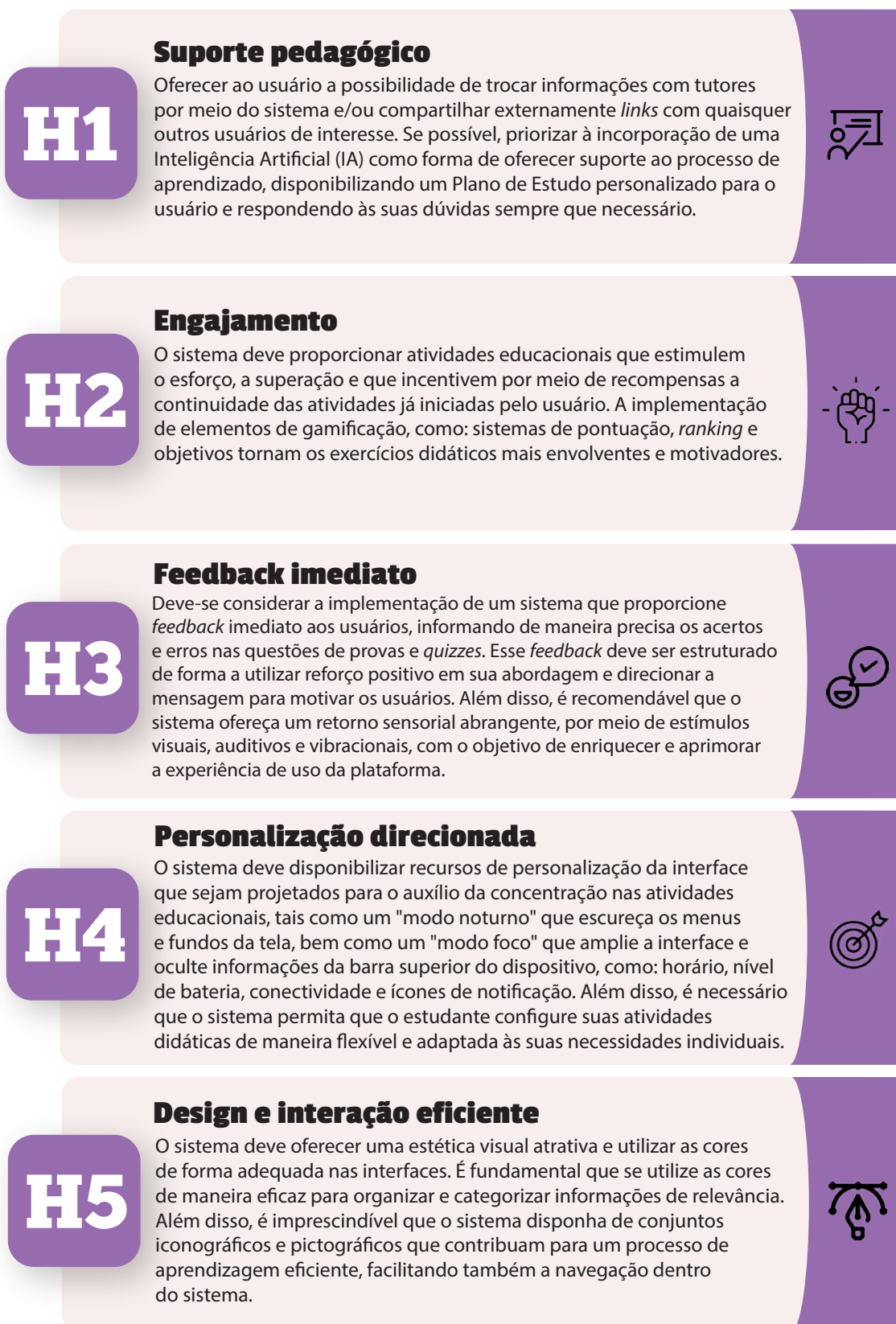
H3 Design e Linguagem Visual	Explicação: Crianças tendem a preferir a leitura de textos em tamanhos grandes, uma vez que a facilidade na identificação das letras contribui para a assimilação da informação. Isso se deve ao fato de estarem em uma fase de desenvolvimento cognitivo em que ainda não dominam a leitura rápida e dinâmica. Já a padronização dos elementos das interfaces é necessária, pois conforme elucidado por Norman (2018), este aspecto diz respeito à coesão entre elementos e operações em uma interface. Ao manter elementos consistentes, como: uniformidade da paleta cromática, tipografia padronizada e <i>layout</i> congruente, é possível proporcionar uma experiência mais intuitiva e agradável, reduzindo também a curva de aprendizado.
	Benefícios esperados: leitura adequada, rápida identificação de elementos, organização mental, motivação e aprendizagem facilitada.
	Exemplos de violação: interfaces que disponibilizam textos em tamanhos pequenos, truncados ou desalinhados. Cores não variadas e pouco estimulantes, elementos visuais sem padronização e consistência.
	Problemas relacionados: problemas relacionados a leitura de textos, organização e categorização de informações. Desmotivação e dificuldade de aprendizagem.
H4 Navegação facilitada	Explicação: Este critério ergonômico relaciona-se intrinsecamente à sexta heurística de Nielsen (1994): Fornecer ao usuário caminhos para aprendizagem por meio do reconhecimento de padrões na interface, desta forma o usuário não precisa memorizar diversas informações ao longo do uso do sistema. Neste sentido, destaca-se a importância da intuitividade, clareza e minimalismo das informações. Listas extensas de opções podem gerar problemas de tomada de decisão, quando relacionado a crianças, esse problema tende a ser ainda maior, uma vez que a criança se encontra em fase de consolidação de aprendizagem e de suas próprias ideias, necessitando muitas vezes de auxílio e direcionamento em suas escolhas.
	Benefícios esperados: facilidade de navegação, domínio dos recursos apresentados pelo sistema e motivação.
	Exemplos de violação: sistemas que disponibilizam navegabilidade complexa, com caminhos muito longos e específicos para acessar determinada função, requisitando do usuário demasiado esforço cognitivo para memorização. Sistemas que implementem lógicas de navegação diferentes do usual, com profundas inovações que tendem a dificultar o reconhecimento de uso por parte do usuário.
	Problemas relacionados: sobrecarga cognitiva, falta de domínio do sistema, desorientação.
H5 Conteúdo diversificado e interação	Explicação: Estimular a aprendizagem por meio de diferentes dinâmicas pedagógicas que envolvam é fundamental para garantir a motivação e a atratividade do usuário pelo uso do sistema. Conforme manifestado por Silva, Barbosa e Leal (2020), além do divertimento os jogos contribuem e enriquecem o desenvolvimento intelectual das crianças, construindo por meio da experimentação uma transição entre o mundo real e o mundo imaginário, e favorecendo ainda a apropriação e interpretação dos recursos linguísticos importantes no processo de alfabetização.

	Benefícios esperados: identificação, engajamento e motivação.
	Exemplos de violação: sistemas que oferecem pouca ou nenhuma variedade em seus conteúdos didáticos, e que não implementam dinâmicas envolventes em suas atividades.
	Problemas relacionados: desmotivação e dificuldade de evolução no aprendizado.
H6 Responsividade do sistema	Explicação: A possibilidade de utilizar as interfaces ambas as orientações, vertical e horizontal, garante a otimização da interação do usuário com o sistema, facilitando o acesso da criança em áreas restritas da tela, como em regiões centrais ou nas extremidades do aparelho. Os dispositivos móveis frequentemente não apresentam dimensões e formatos adequados às mãos das crianças, sendo projetados, em sua maioria, para se adequar à mão de um adulto. Essa discrepância pode resultar em problemas de interação, dificultando o uso eficaz por parte do público infantil.
	Benefícios esperados: boa interatividade e navegabilidade do sistema, domínio dos recursos disponíveis por parte do usuário.
	Exemplos de violação: sistemas que não implementam a responsividade das interfaces.
	Problemas relacionados: dificuldade de uso e restrição de acesso às áreas de toque.
H7 Narração vocal	Explicação: Conforme os resultados das investigações realizadas por Conrad (1964), o cérebro aparenta armazenar informações auditivas com maior precisão do que aquelas visuais. Neste sentido destaca-se a importância da implementação dos recursos sonoros, mais especificamente a narração vocal, uma vez que, além de facilitar o armazenamento das informações, oferece um suporte direto à criança, proporcionando a sensação de presença de um tutor ou de uma pessoa responsável por auxiliar na realização das atividades.
	Benefícios esperados: direcionamento, amparo e confiança.
	Exemplos de violação: sistemas que fornecem atividades de alfabetização para o público infantil sem a integração da narração vocal.
	Problemas relacionados: insegurança e desorientação.
H8 Retorno sensorial e feedback	Explicação: O <i>feedback</i> sensorial desempenha um papel fundamental no apoio à condução do usuário durante as atividades educacionais, ao informar sobre erros e acertos, além de proporcionar uma compreensão clara e imediata das ações realizadas. O reforço positivo evidencia o reconhecimento pelos bons resultados alcançados, bem como oferece mensagens de incentivo em situações que exigem maior esforço do usuário. É crucial evitar mensagens que enfatizem os erros e que possam induzir sentimentos de incapacidade no público infantil.
	Benefícios esperados: estímulo, motivação e clareza a respeito das informações do sistema.
	Exemplos de violação: sistemas que não incorporam, ou que incorporam parcialmente o <i>feedback</i> sensorial em suas atividades, desconsiderando os benefícios das cores, dos sons, e da padronização destes elementos.
	Problemas relacionados: incompreensão, desorientação e desinteresse.

H9 Priorização do aprendizado	Explicação: É essencial que o objetivo pedagógico seja priorizado no sistema. O desvio desse propósito por meio de anúncios indesejados pode expor a criança à conteúdos impróprios para a idade, como por exemplo jogos que exibem conteúdos de violência e comércios eletrônicos que podem desencadear a compra de produtos não autorizados pelos pais ou responsáveis, ou até mesmo direcionar para sites maliciosos que proporcionem ataques invasivos aos software do dispositivo.
	Benefícios esperados: segurança e experiência fluida e contínua na aprendizagem
	Exemplos de violação: Sistemas que incorporam a exibição de anúncios publicitários que comprometem a fluidez da navegação, não permitindo que o usuário evite a visualização do anúncio sem a necessidade de optar pela versão paga da plataforma.
	Problemas relacionados: redução do foco, da concentração e do engajamento, desencadeamento de ansiedade e insegurança.
H10 Controle parental e personalização	Explicação: É fundamental permitir que os pais e/ou responsáveis monitorem a navegação, buscando garantir uma interação segura e consciente. Quando há restrições de acesso através de desafios matemáticos, é importante considerar que crianças em idade de alfabetização encontram-se no estágio "pré-operatório" do desenvolvimento cognitivo. De acordo com Piaget, o estágio "pré-operatório" (2 - 7 anos) se caracteriza pelo desenvolvimento da capacidade simbólica, nesta fase o pensamento reversível ainda não está desenvolvido, a criança é capaz de operar problemas matemáticos ($2 + 1 = 3$), mas não compreende o caminho reverso da operação ($3 - 2 = 1$), por exemplo. Assim, se os desafios matemáticos forem compostos por operações básicas de adição, existe a chance de que a criança consiga resolver a questão e, consequentemente, tenha acesso às áreas que são restritas aos pais e/ou responsáveis.
	Benefícios esperados: segurança, direcionamento, prevenção de problemas.
	Exemplos de violação: sistemas que não disponibilizam controle parental e personalização do sistema.
	Problemas relacionados: uso indevido do sistema (como atividades não alinhadas com a faixa etária), violação das restrições do acesso do responsável e inadequação de recursos textuais e gráficos que podem afetar a aprendizagem.

Fonte - Elaborado pela autora (2024).

Figura 39: Heurísticas de usabilidade de interfaces voltadas ao segmento juvenil.



H6

Centralização de conteúdo

Garantir a ausência de elementos publicitários e anúncios disruptivos durante a utilização do sistema, de forma a preservar a continuidade do processo de aprendizagem. Eliminar a exigência de assistir a vídeos de *marketing* como requisito para continuar utilizando a versão gratuita da plataforma. Desenvolver sistemas fechados que priorizem primordialmente as atividades educacionais propostas pelo sistema.

**H7**

Legibilidade e leituraabilidade

Implementar o uso correto de imagens (tamanho e qualidade da resolução), a fim de mitigar as dificuldades para a interpretação das questões didáticas que se associam com figuras. Respeitar as diretrizes para o uso de fontes textuais, garantindo tamanho apropriado, a fim de promover uma leitura fluida e uma compreensão imediata das informações apresentadas.

**H8**

Estrutura didática e organização

Estruturar os materiais didáticos de forma familiar ao estudante, alinhando-se com os modelos padrão amplamente empregados. Neste contexto, recomenda-se exibir textos, provas e atividades avaliativas em ordem lógica e numeração sequencial, além de adotar uma linguagem que seja acessível e adequada à faixa etária do público-alvo, facilitando assim a assimilação intuitiva do conteúdo. É fundamental assegurar que o material educacional seja estruturado de forma organizada, categorizando os conteúdos em módulos ou unidades, o que possibilita uma orientação clara das informações.

**H9**

Agilidade e autonomia

Possibilitar ao usuário a inserção de informações no sistema e a utilização de todas as funcionalidades disponíveis na tela utilizando apenas uma das mãos. Dispor os elementos principais de interação em uma área de fácil alcance para os polegares, evitando a necessidade de reposicionar as mãos para acessar as funcionalidades. Garantir ao usuário agilidade e autonomia por meio da operação unimanual.

**H10**

Responsividade

Adotar uma abordagem que promova a flexibilidade da interface, permitindo sua adaptação tanto em orientação vertical (modo retrato) quanto em orientação horizontal (modo paisagem). Essa adaptabilidade fluida e versátil deve ser implementada de forma a evitar restrições que possam comprometer a capacidade de visualização adequada das informações apresentadas, tais como textos truncados, imagens cortadas e elementos desalinhados.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quadro 40: Especificações das heurísticas de usabilidade para o segmento juvenil.

Heurística	Especificações
H1 Suporte pedagógico	Explicação: A orfandade digital é um problema significativo, especialmente na fase em que a figura do professor é crucial para o aprendizado. Essa importância pode estar relacionada com a intensa carga de estudos e a diversidade de matérias do Ensino Fundamental e Médio, além da complexidade do desenvolvimento cerebral dos alunos. O contato próximo com o professor é essencial para a aquisição e consolidação do aprendizado, proporcionando segurança na resolução de dúvidas e apoio necessário para os estudantes. A personalização do sistema pode promover um aprendizado mais focado, ajudando a atingir os objetivos de forma mais eficiente. A incorporação de uma Inteligência Artificial pode oferecer um acompanhamento individualizado, destacando os pontos fortes dos usuários e os aspectos que precisam de aprimoramento. Além disso, pode apresentar parâmetros de desempenho e oferecer suporte na resolução de dúvidas e explicações sobre os conteúdos educacionais.
	Benefícios esperados: Autonomia, flexibilidade e continuidade do aprendizado em situação de emergência (como pandemias ou casos de suspensão de aulas presenciais em função fenômenos naturais)
	Exemplos de violação: sistemas que não oferecem suporte pedagógico, seja pessoalmente ou digitalmente, e que não disponibilizam recursos para facilitar a comunicação com professores e tutores, como chat, <i>Moodle</i> , e-mail, entre outros.
	Problemas relacionados: insegurança, desorientação e desmotivação.
H2 Engajamento	Explicação: O público jovem tende a se sentir mais atraído por dinâmicas de gamificação e pontuação, pois comumente já possuem familiaridade com outras plataformas de entretenimento, como jogos de ação, estratégia e missão, <i>Role-Playing Games (RPG)</i> , por exemplo. De maneira lúdica, essa abordagem promove o estabelecimento de metas e ajuda a motivar os estudantes a alcançá-las. A retenção do conhecimento também pode ser facilitada por meio de jogos. Segundo Sternberg (2010), as memórias são mais eficazes quando adquiridas por meio da "Prática Distribuída" em vez da "Prática Contínua". Isso acontece porque, na "Prática Distribuída", o aprendizado se solidifica através de várias sessões de memorização ao longo do tempo, um fenômeno conhecido como "Efeito Espaçamento". Em contrapartida, na "Prática Contínua", o aprendizado ocorre por meio de sessões concentradas em um curto período. Quanto maior o tempo dedicado ao aprendizado, com intervalos mais longos, melhor será a fixação das informações.
	Benefícios esperados: estímulo, motivação, foco, alcance mais eficaz das metas e objetivos estabelecidos.
	Exemplos de violação: sistemas que não fornecem atividades educacionais focadas no estímulo, envolvimento e participação ativa.
	Problemas relacionados: desinteresse e desmotivação.

H3 Feedback imediato	Explicação: Alunos do ensino fundamental e médio precisam estar cientes de seu desempenho nas atividades educacionais para que possam elaborar um planejamento que busque melhorar seu rendimento nos estudos. Provas e atividades que resultam em notas e pontuações devem fornecer feedback imediato sobre acertos e erros, utilizando estímulos sensoriais sempre que possível para reforçar essas informações. O conteúdo do feedback deve focar em informar os erros e acertos, ressaltando a capacidade de melhoria do usuário, evitando mensagens que possam desmotivar ou provocar sentimentos de incapacidade.
	Benefícios esperados: encorajamento, motivação, aumento da retenção de conhecimento, processo de aprendizagem mais positivo e satisfatório.
	Exemplos de violação: plataformas educacionais que disponibilizam provas e quizzes, mas que não fornecem nenhum tipo de feedback imediato sobre os erros e acertos nas questões.
	Problemas relacionados: ansiedade, desmotivação e desorientação.
H4 Personalização direcionada	Explicação: Ao contrário do público infantil, os adolescentes não necessitam mais da intervenção obrigatória dos pais ou responsáveis para o monitoramento e a personalização do sistema. Nessa etapa, o estudante é capaz de fazer suas próprias escolhas, fundamentando-se nas necessidades que percebe em si mesmo. Segundo Piaget, no último estágio do desenvolvimento cognitivo humano, "operatório-formal" (13 anos em diante), o adolescente se utiliza do pensamento lógico de forma mais evoluída. O raciocínio hipotético-dedutivo adquirido a partir dessa idade permite gerar ideias que se desprendem da realidade concreta e constroem uma realidade conjetural a partir de hipóteses próprias.
	Benefícios esperados: autonomia, motivação, desenvolvimento de tomada de decisões.
	Exemplos de violação: sistemas que não fornecem opções de personalização para auxílio do direcionamento no propósito da aprendizagem.
	Problemas relacionados: desmotivação e falta de comprometimento com o processo de aprendizagem.
H5 Design e interação eficiente	Explicação: Esta heurística está essencialmente ligada a um dos princípios do Design de Interação proposto por Norman (2018), que se refere à <i>Affordance</i> . Isso significa a capacidade de indicar de maneira clara e evidente a funcionalidade de um determinado elemento na interface. Por exemplo, a aparência dos botões deve sugerir que são elementos clicáveis. Uma <i>affordance</i> adequada permite que os usuários entendam intuitivamente como interagir com a interface, tornando o uso e a navegação no sistema mais fáceis. Em termos de Design, os princípios da <i>Gestalt</i> também precisam ser respeitados. De acordo com Wertheimer (1959), esses princípios são eficazes não apenas para aprimorar as inferências perceptivas, mas também para facilitar a resolução de problemas e o processamento cognitivo. O autor explica que os princípios dessa teoria, como agrupamento, reorganização e centralização, por exemplo, ajudam a compreender os requisitos estruturais dos problemas, permitindo que sejam analisados de maneira holística.
	Benefícios esperados: clareza, organização e intuitividade.

	<p>Exemplos de violação: interfaces que não incorporam princípios de Design na construção de sua estrutura e não se preocupam em disponibilizar elementos visuais e interativos que tornem a experiência de uso eficaz e satisfatória.</p>
	<p>Problemas relacionados: desorientação e frustração.</p>
<p>H6 Centralização de conteúdo</p>	<p>Explicação: Embora um aplicativo necessite buscar seus objetivos lucrativos para manter-se ativo e acessível aos usuários, no contexto de uma plataforma educacional, o propósito fundamental deve ser priorizado, evitando quaisquer interferências que possam comprometer o processo de ensino-aprendizagem. Comumente, os aplicativos adotam o modelo de compras dentro do aplicativo (<i>in-app purchases</i>), disponibilizando planos, assinaturas ou recursos adicionais que podem ser desbloqueados mediante pagamento. Nesse sentido, é recomendável que sistemas pagos que oferecem versões gratuitas disponibilizem esses conteúdos gratuitos de maneira limitada, informando os usuários sobre a possibilidade de acessar recursos <i>Premium</i> por meio de compras na plataforma, se assim desejarem. No entanto, em nenhuma circunstância deve-se interromper a utilização da plataforma para apresentar de forma intrusiva os recursos pagos do aplicativo ou quaisquer outros conteúdos de <i>marketing</i> que ocasionem interrupções forçadas na experiência do usuário.</p>
	<p>Benefícios esperados: foco, concentração, redução de índices de abandono e desistência de uso do sistema e aumento do rendimento no desempenho do estudante.</p>
	<p>Exemplos de violação: sistemas que interrompem de forma inoportuna a experiência do usuário para oferecer recursos pagos dentro do aplicativo, e/ou que vinculam seu ambiente digital a campanhas publicitárias e comércios eletrônicos, exibindo anúncios em momentos inesperados.</p>
	<p>Problemas relacionados: distrações, interrupções do processo de ensino-aprendizagem, irritação, descontentamento, ansiedade e desistência de uso</p>
<p>H7 Legibilidade e leitura</p>	<p>Explicação: Aplicativos educacionais voltados para o ensino de conteúdos destinados ao ensino fundamental e médio frequentemente disponibilizam provas e simulados que contêm imagens e uma elevada densidade de texto. É comum encontrar plataformas em que esses textos não apresentam uma boa legibilidade devido ao tamanho e ao alinhamento na página. Além disso, as imagens frequentemente não possuem qualidade e resolução adequadas, especialmente em disciplinas que as utilizam para ilustrar conteúdos e interpretar questões, como Biologia, Química, Matemática e Física, por exemplo. Assim, recomenda-se que seja realizado um estudo prévio sobre a implementação desses elementos gráficos antes de sua aplicação nas soluções visuais apresentadas.</p>
	<p>Benefícios esperados: aprendizagem facilitada, navegação adequada, clareza e motivação.</p>
	<p>Exemplos de violação: interfaces que apresentam textos em tamanho demasiadamente pequenos e inadequados para a leitura, bem como imagens em baixa resolução que comprometem a compreensão dos conteúdos apresentados.</p>
	<p>Problemas relacionados: incompreensão, desmotivação e comprometimento do processo de aprendizagem.</p>

H8 Estrutura didática e organização	Explicação: A heurística está interligada a três outras heurísticas importantes. A primeira, Correspondência entre o Sistema e o Mundo Real, enfatiza que a interface deve usar uma linguagem familiar aos usuários, evitando jargões técnicos (Nielsen, 1994). A segunda, Adaptar o design do sistema às convenções do mundo real, reforça a necessidade de que o design siga padrões reconhecíveis, facilitando a compreensão (Limtrairut, 2020). Por fim, a diretriz Recurso de Aprendizagem sugere que o aplicativo deve oferecer atividades educacionais estruturadas, como cursos e materiais de apoio (Sanz <i>et al.</i> , 2016). Abordagens excessivamente inovadoras podem dificultar a compreensão, fazendo com que o estudante tenha que esforçar-se para assimilar os novos padrões apresentados.
	Benefícios esperados: assimilação rápida de informações, identificação facilitada, intuitividade e engajamento.
	Exemplos de violação: interfaces desorganizadas e não alinhadas com os parâmetros do mundo real, exibindo múltiplas informações simultaneamente sem ordená-las ou categorizá-las.
	Problemas relacionados: sobrecarga cognitiva desorientação, comprometimento da navegação e desmotivação.
H9 Agilidade e autonomia	Explicação: Neste estágio da vida, é comum que os jovens utilizem dispositivos móveis enquanto se locomovem, segurando objetos com uma das mãos ou realizando outras atividades simultaneamente. Esta fase é caracterizada por um desenvolvimento consolidado da autonomia e da maturidade nas decisões, reflexo de um processamento cognitivo avançado que induz o indivíduo a ser ativo, interativo com o ambiente e interessado em se engajar em diversas atividades. Em virtude disso, esses jovens tendem a adotar um estilo de vida dinâmico, o que requer que as interfaces dos dispositivos promovam uma interação facilitada com o sistema, assegurando a eficiência na execução de tarefas simples de maneira ágil.
	Benefícios esperados: facilidade uso, eficiência, rapidez e autonomia.
	Exemplos de violação: interfaces que dispõe seus elementos de interação em áreas da tela que necessite do reposicionamento constante das mãos para acessar as funções.
	Problemas relacionados: dificuldade de uso, insatisfação, navegação prejudicada, redução da produtividade.
H10 Responsividade	Explicação: A qualidade da experiência de uso é fundamental para sustentar o engajamento dos estudantes com o sistema e assegurar sua continuidade. Interfaces que se ajustam automaticamente à orientação da tela previnem que as informações sejam comprometidas, o que poderia prejudicar o processo de aprendizagem. Essa flexibilidade proporciona uma visualização clara e integral, além de promover a autonomia e controle para um público de usuários que valoriza a personalização de suas experiências. Consequentemente, essa abordagem pode potencializar a eficácia e a participação no processo de aprendizagem.
	Benefícios esperados: facilidade de uso, compreensão facilitada, melhoria da interação e motivação.
	Exemplos de violação: interfaces que não são capazes de se adaptar adequadamente nos modos retrato e paisagem. Conteúdos extensos de texto, imagens, vídeos ou botões e menus que não se reorganizam corretamente na tela quando o usuário muda a orientação do dispositivo.
	Problemas relacionados: desorientação e frustração.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 40: Heurísticas de usabilidade de interfaces voltadas ao segmento sênior.

H1

Instruções facilitadas

Fornecer orientações claras e sequenciais para apoiar os usuários idosos na execução de tarefas específicas. Evitar a utilização de tutoriais extensos que demandem um tempo prolongado de leitura e compreensão. Em vez disso, optar por tutoriais dinâmicos que apresentem de forma breve as etapas necessárias para a realização das tarefas. Considerar a implementação de um assistente virtual para oferecer suporte e acompanhar o desempenho do usuário. Evitar a inclusão de atividades didáticas excessivamente complexas e desafiadoras que possam causar sentimentos de irritação e frustração ao usuário.



H2

Navegação intuitiva

Desenvolver uma arquitetura de navegação de natureza clara e intuitiva, caracterizada por rótulos descritivos e botões facilmente identificáveis. Dar preferência aos botões de menu no estilo "tabs bar", que permanecem visíveis e acessíveis, em vez de utilizar o menu "hambúrguer" com ocultação. Assegurar que a interface seja facilmente adaptável à transição entre os modos paisagem e retrato, com adaptação adequada dos elementos interativos, visando garantir a responsividade do sistema.



H3

Luminosidade e cromaticidade

Utilizar paletas de cores devidamente selecionadas, a fim de facilitar a identificação de elementos e garantir a legibilidade adequada para usuários com deficiência visual. Evitar o uso de fundos escuros combinados com textos claros, uma vez que essa combinação pode dificultar a leitura. É importante considerar a implementação de uma opção de ajuste automático de brilho, permitindo que a tela se adapte às condições de iluminação do ambiente.



H4

Intelegibilidade textual

Implementar fontes em tamanho grande e botões com dimensões que sejam múltiplas de 12 mm em interfaces flexíveis. Incorporar o princípio da hierarquia visual, o qual consiste em empregar tamanhos, pesos e posições distintas para distinguir elementos de maior destaque, como títulos e subtítulos, do corpo do texto. O sistema deve contribuir para a criação de uma estrutura visual nítida, tornando o conteúdo mais facilmente escaneável e promovendo uma leitura ágil e eficiente.



H5

Feedback claro e perceptível

Implementar *feedback* sonoro para confirmar ações realizadas pelos usuários. Incluir sons de notificação, alertas ou instruções verbais, proporcionando orientações auditivas. Considerar a possibilidade de fornecer *feedback* tátil, como vibração ou resposta tátil ao toque, para ajudar os usuários a entenderem quando uma ação foi realizada.



H6**Simplicidade e empatia**

Adotar uma linguagem simples e acessível, evitando o uso de termos técnicos ou jargões que possam dificultar a compreensão. Projetar uma interface clean e minimalista, eliminando elementos desnecessários que possam causar confusão e sobrecarga cognitiva aos usuários. Considerar as necessidades, habilidades e limitações dos usuários idosos em todas as etapas do processo de design, demonstrando empatia e respeito.

**H7****Personalização e acessibilidade**

Incluir recursos de acessibilidade, como opções de aumento de textos e ícones, mudanças tipográficas, contraste de cores, configuração de sons, simplificação de interface, e suporte para leitores de tela e legendas em vídeos. Garantir que a interface seja de fácil acesso, considerando a possibilidade de uso de dispositivos de assistência, como teclados adaptados ou dispositivos de controle por voz.

**H8****Atualizações moderadas**

Evitar a implementação de atualizações no sistema que resultem em modificações substanciais na interface, tais como alterações drásticas no arranjo dos elementos, nas dinâmicas de operação, nas características estéticas, na incorporação de novos recursos ou em qualquer outra transformação que torne o ambiente desconhecido para o usuário ou dificulte sua readaptação ao uso do sistema.

**H9****Interações contínuas**

Garantir que não haja anúncios ou propagandas que causem interrupções na navegação do sistema, a fim de preservar a continuidade do processo de aprendizagem. Considerar a possibilidade de o usuário não possuir familiaridade com a tecnologia, além de considerar aspectos relacionados à debilidade motora, como a falta de destreza nas mãos e a lentidão nos reflexos, que podem resultar em cliques acidentais nos anúncios e redirecionar o usuário para sites maliciosos.

**H10****Engajamento e motivação**

Fomentar o engajamento dos usuários nas atividades educacionais por meio do reconhecendo de suas conquistas e progresso. Através da implementação de recompensas, tais como medalhas, troféus, distintivos e mensagens encorajadoras, o sistema deve buscar instigar o usuário a superar metas e vencer desafios, proporcionando uma sensação de realização e aumentando sua autoconfiança. Essa abordagem visa estimular o usuário a continuar sua trajetória de aprendizagem, promovendo uma evolução contínua do conhecimento.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quadro 41: Especificações das heurísticas de usabilidade para o segmento sênior.

Heurística	Especificações
H1 Aprendizagem facilitada	<p>Explicação: Sales (2007) esclarece que, entre os declínios associados ao envelhecimento, as transformações no processo cognitivo são as mais significativas. Com o avanço da idade, podem surgir mudanças como: diminuição da capacidade de memória de curto prazo, alterações na acuidade visual, na audição, na motricidade fina, na locomoção, entre outras. Nesse contexto, é imprescindível considerar, em primeiro lugar, a facilidade no processo de utilização e aprendizado por meio do sistema, o qual deve minimizar, ao máximo, o esforço e a sobrecarga cognitiva. Martins (2016) reforça também a importância de serializar as interações da aplicação para usuários idosos, por meio de um dos seus critérios de Design de Interação voltado para o público sênior, o autor recomenda o direcionamento do usuário pela interface da aplicação de maneira similar ao auxílio prestado por um especialista, evitando assim, a necessidade de adicionar extensos manuais de explicação.</p>
	<p>Benefícios esperados: facilidade de uso, autonomia e acessibilidade.</p>
	<p>Exemplos de violação: sistemas que não oferecem suporte ao usuário por meio de instruções facilitadas e intuitivas, exigindo esforço cognitivo excessivo para assimilar e memorizar as informações.</p>
	<p>Problemas relacionados: desorientação, comprometimento do aprendizado e desmotivação.</p>
H2 Navegação intuitiva	<p>Explicação: Essa heurística está intrinsecamente ligada a dois princípios de Design. Inicialmente, refere-se ao princípio do Design Inclusivo, de Story, Mace e Mueller (1998), que diz respeito ao uso simples e intuitivo: é importante que o design seja de fácil compreensão, mesmo para aqueles que não sejam familiarizados com o contexto de uso, a fim de minimizar obstáculos desnecessários. Em segundo lugar, relaciona-se com um dos princípios do Design de Interação proposto por Norman (2018), que se refere a Visibilidade. A visibilidade é um princípio essencial que diz respeito à facilidade com que um elemento pode ser reconhecido pelos usuários. Um exemplo prático dessa abordagem é a troca dos menus hambúrguer por uma "tabs bar" em aplicativos móveis e <i>web apps</i>, o que proporciona uma navegação mais clara e direcionada. O termo "tabs bar" refere-se à forma de organizar os elementos dentro de uma interface, consistindo em dispor botões e abas específicas em uma barra horizontal, geralmente localizada na parte inferior da página. Isso permite que os usuários acessem facilmente os principais recursos do sistema, sem comprometer a organização e a compreensão das informações.</p>
	<p>Benefícios esperados: identificação imediata das informações, clareza, organização e intuitividade.</p>
	<p>Exemplos de violação: interfaces que exibem botões ocultos e funções que não são facilmente identificáveis pelo usuário, exigindo esforço excessivo para compreensão do uso do sistema.</p>
	<p>Problemas relacionados: frustração, descontentamento e desorientação.</p>

H3 Luminosidade e cromaticidade	<p>Explicação: Conforme demonstrado por Freitas e Py (2013), a partir dos 60 anos, ocorrem modificações anatômicas e fisiológicas na função visual, resultando na diminuição do diâmetro da pupila. Este processo de alteração pode levar ao surgimento de problemas visuais significativos. Uma das capacidades afetadas nesse processo de envelhecimento ocular é a distinção entre tonalidades de cores. Nesse contexto, a utilização de contraste de cores para destacar objetos facilita a visualização e a identificação por parte do idoso. Além disso, essa heurística está relacionada a um dos princípios do Design Inclusivo, especificamente à Informação Perceptível. Esse princípio orienta que o design deve ser eficaz na transmissão de informações essenciais, de modo que as condições ambientais ou as limitações dos usuários não comprometam a clareza dessas informações. De acordo com as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.1, é estabelecido que a relação de contraste mínima entre textos e imagens em relação ao fundo deve ser de 4,5:1. Essa diretriz visa garantir que usuários com baixa visão consigam visualizar adequadamente os conteúdos nas interfaces digitais.</p>
	<p>Benefícios esperados: visualização facilitada, compreensão imediata, navegação fluida e facilidade de uso.</p>
	<p>Exemplos de violação: sistemas que implementam cores e contrastes inadequados, dificultando principalmente a leitura de textos e a identificação de menus e botões.</p>
	<p>Problemas relacionados: comprometimento do aprendizado, frustração, sentimento de exclusão digital e insegurança.</p>
H4 Inteligibilidade textual	<p>Explicação: Segundo Martins (2016), autor dos critérios de Design de Interfaces voltados aos usuários idosos, recomenda-se a utilização de botões com tamanhos múltiplos de 12 mm por permitir uma boa adequação às principais recomendações de usabilidade presentes na literatura e as características distintas encontradas nos diversos dispositivos móveis presentes no mercado, possibilitando uma padronização das métricas para usabilidade. Conforme elucidado por Story, Mace e Mueller (1998), em um de seus princípios voltados para o Design Inclusivo, designers devem garantir que ícones, botões e informações estejam bem posicionados na interface ou produto, sendo acessíveis a todos os usuários. Essa ergonomia visual pode envolver o uso de tipografias adequadas, tamanho das informações, contraste de cores e disposições espaciais de elementos, evitando assim obstruções e dificuldades de identificação dos principais componentes do produto.</p>
	<p>Benefícios esperados: clareza, nitidez, legibilidade e navegação facilitada.</p>
	<p>Exemplos de violação: interfaces que apresentam textos em tamanhos inadequados para o público-alvo, desconsiderando os princípios do Design Inclusivo.</p>
	<p>Problemas relacionados: dificuldade de leitura, esforço visual, descontentamento e descontinuidade de uso.</p>

H5 Feedback claro e perceptível	Explicação: É importante que os recursos sensoriais sejam bem aproveitados em interfaces direcionadas ao público sênior. Os <i>feedbacks</i> devem ser claramente perceptíveis para os usuários, comunicando de maneira adequada as consequências de suas ações, bem como os erros eventualmente cometidos. A implementação de um narrador de voz é recomendada como uma opção a ser incluída nos recursos de personalização do sistema, uma vez que pode oferecer um suporte mais robusto e, consequentemente, proporcionar maior segurança aos usuários que demandam um nível mais elevado de assistência. Esta heurística está intimamente relacionada a um dos princípios do Design de Interação, conforme exposto por Norman (2018), que enfatiza a importância do <i>feedback</i> em fornecer informações claras sobre a eficácia das ações realizadas pelos usuários. Um <i>feedback</i> apropriado não apenas permite que o usuário identifique os erros cometidos, mas também orienta sobre as maneiras de solucioná-los.
	Benefícios esperados: compreensão facilitada, otimização no processo de correção de erros, melhoria do processo de ensino-aprendizagem.
	Exemplos de violação: sistemas que não fornecem <i>feedback</i> imediato por meio de recursos sensoriais, optando ao invés disso por apresentar mensagens genéricas e pouco específicas sobre as ações do usuário.
	Problemas relacionados: insegurança, dificuldade na identificação de problemas e na correção de erros, frustração e desmotivação.
H6 Simplicidade e empatia	Explicação: O minimalismo, tanto em sua dimensão estética quanto em sua abordagem linguística, pode proporcionar benefícios significativos ao processo de interação do usuário com o sistema. Quando implementado de maneira adequada, o minimalismo favorece uma compreensão mais clara das informações, facilitando a assimilação da disposição dos elementos e de suas respectivas funções. Essa heurística está vinculada à três princípios do Design Inclusivo, elaborados por Story, Mace e Mueller (1998), sendo estes: Uso equitativo: O design deve ser funcional, acessível e disponível para atender a diversidade de habilidades e capacidades das pessoas; Tolerância ao erro: este princípio busca mitigar as consequências negativas de ações acidentais dos usuários, sem desencorajar o uso contínuo do sistema ou produto; Baixo esforço físico: este princípio visa garantir que a interação com o design seja confortável e elimine a necessidade de esforço físico excessivo por parte do usuário. Os designers devem buscar o desenvolvimento de interfaces e produtos que se adaptem ergonomicamente ao usuário, considerando posições neutras que promovam saúde e bem-estar.
	Benefícios esperados: compreensão facilitada, autonomia, navegação fluida e consciente, foco e interação eficaz.
	Exemplos de violação: sistemas que utilizam linguagens muito técnicas, textos extensos, longas listas de opção e densidade informacional excessiva.
	Problemas relacionados: desorientação, sobrecarga cognitiva e aumento da taxa de erros cometidos pelos usuários.

H7 Personalização e acessibilidade	<p>Explicação: Os usuários idosos demandam opções de personalização dos elementos da interface, de modo que esta se ajuste às necessidades frequentemente emergentes nessa fase da vida, tais como debilidade cognitiva e diminuição da capacidade de percepção visual e auditiva. A restrição na mobilidade física também deve ser considerada. Nesse contexto, os dispositivos de assistência podem facilitar uma interação mais eficaz, tornando a interface mais amigável. Essa abordagem está vinculada a um dos princípios do Design Inclusivo, conforme proposto por Story, Mace e Mueller (1998), que se refere à flexibilidade no uso. Este princípio é definido da seguinte maneira: o design deve ser adaptativo, moldando-se às preferências e capacidades individuais, com ênfase na praticidade e no conforto do usuário.</p>
	<p>Benefícios esperados: autonomia, inclusão, sentimento de pertencimento, motivação, otimização da interação e navegação facilitada.</p>
	<p>Exemplos de violação: interfaces que apresentam elementos fixos e sem a possibilidade de personalização, como tamanho da fonte, dos ícones e dos menus.</p>
	<p>Problemas relacionados: dependência, desmotivação, comprometimento da navegação e do processo de aprendizagem.</p>
H8 Atualizações moderadas	<p>Explicação: As atualizações realizadas em sistemas digitais, como aplicativos móveis, frequentemente geram impactos significativos nos usuários. Isso ocorre porque esses indivíduos já estão acostumados com a antiga dinâmica de uso, o posicionamento dos elementos e a variação das funcionalidades oferecidas pelas versões anteriores do aplicativo. Quando o sistema é atualizado, alterando suas funções e apresentando um novo padrão de <i>layout</i>, é comum que os usuários manifestem insatisfação ao se depararem com a nova proposta. Para os usuários idosos, essa reação pode ser ainda mais acentuada, resultando em um intenso sentimento de perplexidade e desorientação. Isso se deve, em parte, à diminuição da capacidade de adaptação a mudanças, além do fato de que o ambiente digital pode representar uma novidade que ainda está em processo de familiarização para eles. Por essa razão, recomenda-se que as atualizações introduzam mudanças de forma gradual e sutil, acrescentando novas funcionalidades de maneira progressiva, paralelamente às já conhecidas pelos usuários.</p>
	<p>Benefícios esperados: segurança, autonomia, intuitividade e navegação facilitada.</p>
	<p>Exemplos de violação: sistemas que implementam mudanças drásticas em suas versões atualizadas, eliminando o sentimento de familiaridade e dificultando o entendimento por parte do usuário.</p>
	<p>Problemas relacionados: desorientação, descontentamento, frustração, navegabilidade prejudicada e descontinuidade de uso do sistema</p>

H9 Interação contínua	Explicação: Os anúncios digitais são elaborados com o objetivo de captar a atenção dos usuários, mesmo que isso resulte em uma diminuição na qualidade da experiência de uso do sistema. Frequentemente, esses anúncios ocupam uma porção significativa da tela, o que dificulta a continuidade da navegação e propicia cliques acidentais, uma vez que as opções para fechamento dos anúncios costumam ser intencionalmente difíceis de identificar. Nesse contexto, os usuários idosos podem ser particularmente afetados por essa abordagem, pois além de enfrentarem dificuldades de precisão ao tentar clicar na área destinada ao fechamento do anúncio, podem ser levados a adquirir produtos oferecidos por sites mal-intencionados e fraudulentos, pois muitos desses usuários estão ainda em processo de familiarização com o ambiente digital. Como resultado, podem ocorrer prejuízos, especialmente na dimensão educacional, onde o aprendizado é comprometido em decorrência das interrupções abruptas provocadas por estes anúncios.
	Benefícios esperados: otimização do aprendizado, navegabilidade adequada, confiança e autonomia.
	Exemplos de violação: sistemas que se utilizam de anúncios impertinentes, interrompendo frequentemente a experiência de uso.
	Problemas relacionados: frustração, irritabilidade, dificuldade de correção de erros, comprometimento da navegação, baixa retenção de conteúdos e descontinuidade de uso do sistema.
H10 Engajamento e motivação	Explicação: O reconhecimento das conquistas e dos avanços dos usuários contribui para a criação de um ambiente educacional acolhedor e positivo, o que por sua vez eleva a motivação e a autoconfiança dos estudantes. Através da utilização de recompensas e de mensagens encorajadoras, os usuários se sentem incentivados a alcançar novas metas de aprendizagem, promovendo a busca pela superação e pela evolução contínua. Essa estratégia é particularmente relevante no contexto do público sênior, uma vez que o suporte emocional se torna fundamental para proporcionar segurança e acolhimento a um público que frequentemente experimenta insegurança diante dos desafios que surgem no ambiente digital.
	Benefícios esperados: comprometimento, participação, otimização do aprendizado, segurança e confiança.
	Exemplos de violação: sistemas que não apresentam mensagens encorajadoras ou recompensas, mesmo quando uma tarefa é concluída com êxito, como a finalização de um módulo ou a realização de uma prova.
	Problemas relacionados: desmotivação, desinteresse e descontinuidade de uso do sistema.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O conjunto de 30 heurísticas criado tem como objetivo integrar aspectos mais profundos e específicos ao contexto da aprendizagem móvel, em comparação com as heurísticas já disponíveis na literatura. O diferencial desta proposta reside na fundamentação

dos resultados, que se baseiam em perspectivas oriundas de três áreas de estudo: Design, Usabilidade e Pedagogia. Estes três domínios interconectados não apenas se complementam, mas também ressaltam a importância de cada um deles, contribuindo para uma abordagem mais holística e eficaz na educação móvel.

O Design, em suas diversas vertentes - incluindo Design Gráfico, Design de Interação e Design Inclusivo - desempenha um papel técnico fundamental nas heurísticas, orientando os elementos visuais essenciais para uma comunicação eficaz com os usuários. Esse campo se preocupa, principalmente, com a transmissão clara da mensagem e com a garantia de uma compreensão adequada por parte do receptor. Nesse contexto, a acessibilidade destaca-se como um aspecto crucial, pois busca promover condições de igualdade para usuários com necessidades específicas e capacidades limitadas. Isso envolve considerar elementos como contraste de cores, tamanhos de fonte, opções de personalização, suporte auditivo e interfaces adaptativas, entre outros fatores. Através dessa abordagem, o design não apenas se torna mais inclusivo, mas também enriquece a experiência do usuário de forma significativa.

A Usabilidade, área muito próxima do Design, desempenha um papel semelhante, mas com um foco mais acentuado na intuitividade das interfaces. Seu objetivo é assegurar que o produto desenvolvido atenda de maneira eficaz às necessidades dos usuários, minimizando os erros e, conseqüentemente, as frustrações. Ao integrar a Usabilidade nas heurísticas, busca-se orientar desenvolvedores e projetistas de sistemas a criar interfaces que não apenas atendam aos aspectos estéticos e funcionais, mas que também priorizem o Design Centrado no Usuário. Nesse contexto, é fundamental refletir como a eficiência, a eficácia e a satisfação impactam a experiência de uso, contribuindo para torná-la mais agradável.

A Pedagogia desempenha um papel igualmente significativo na construção das heurísticas, oferecendo fundamentos teóricos que fortalecem o processo de ensino-aprendizagem no contexto dos ambientes digitais. Os princípios pedagógicos são essenciais para compreender o perfil do usuário, suas habilidades cognitivas e para definir estratégias que potencializem a aprendizagem. Aspectos como autonomia, agilidade, engajamento, motivação, organização de conteúdo e suporte pedagógico, são frutos dessa área e visam enriquecer a construção das heurísticas com o intuito de tornar os ambientes de aprendizagem mais eficazes e envolventes.

6 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Considerando o processo de desenvolvimento da pesquisa e dos resultados finais obtidos através do trabalho realizado, é possível concluir que tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos foram alcançados. A pesquisa demonstrou que a hipótese formulada inicialmente se confirma integralmente. Os resultados evidenciam que as heurísticas de usabilidade disponíveis na literatura científica atualmente, atendem de forma parcial às necessidades dos usuários, apresentando determinadas limitações e insuficiências para contemplar as demandas cognitivas diversificadas do público-alvo.

Alinhado ao objetivo geral da pesquisa, o estudo direcionou-se ao mapeamento dos diversos aspectos de usabilidade relacionados às necessidades dos usuários. Essa abordagem teve como finalidade subsidiar o desenvolvimento de novas heurísticas capazes de prevenir as questões identificadas no decorrer da investigação. Por meio deste levantamento revelou-se necessário desenvolver trinta heurísticas de usabilidade, focadas em atender de maneira mais eficiente as particularidades de cada grupo etário.

A busca pelos cinco objetivos específicos foi fundamental para a obtenção dos resultados finais. O primeiro objetivo, que envolve a realização de um levantamento de critérios ergonômicos relevantes ao estudo, foi o ponto de partida para o entendimento teórico do estado da arte e da consolidação dos principais conceitos existentes neste campo de estudo. Isso garantiu uma correlação significativa entre os resultados da pesquisa e as descobertas da literatura existente.

O segundo objetivo, que se concentra na identificação das necessidades dos usuários, permitiu a combinação de uma pesquisa exploratória — realizada por meio de revisões bibliográficas e simulações de uso em aplicativos educacionais — com uma investigação empírica realizada presencialmente com os estudantes das três faixas etárias distintas. Essa abordagem revelou as demandas dos usuários por meio do cruzamento de informações entre os dados teóricos e o estudo de campo.

O terceiro objetivo, que buscou traçar um comparativo entre essas necessidades, possibilitou a organização sistemática das características específicas identificadas para cada grupo de usuários, revelando o perfil de cada um e os aspectos em comum, bem como as diferenças existentes entre eles.

O quarto objetivo, que propõe a elaboração de novos critérios para a avaliação de interfaces, levou ao desenvolvimento da primeira versão das heurísticas. Este processo envolveu a identificação de cada heurística por meio de um título específico, acompanhado de descrições gerais que elucidam sua aplicação. Finalmente, o quinto objetivo consistiu na aplicação dessas heurísticas em plataformas já existentes, permitindo que especialistas em usabilidade realizassem essa avaliação e, assim, validassem a eficácia do trabalho desenvolvido.

Em relação as particularidades de cada faixa etária, as descobertas apontam para características fundamentais a se implementar nas interfaces de aplicativos e plataformas educacionais móveis. Para o público infantil pode-se resumir os atributos essenciais em: simplificação, estímulo sensorial e interação facilitada, visto que suas capacidades cognitivas encontram-se em processo de desenvolvimento. Nesse sentido, as perspectivas psicopedagógicas de Piaget e Vygotsky trouxeram um olhar enriquecedor para processo de elaboração das heurísticas direcionadas a esse público. Quanto aos usuários jovens, pode-se sublinhar que o suporte educacional constante, a possibilidade de monitoramento do próprio desempenho, e as ferramentas de personalização e direcionamento das práticas de estudo, são três pilares que sustentam uma experiência de uso satisfatória e consciente. Nesse contexto, há de se concordar integralmente com as ponderações de Demo (2009), previamente mencionadas neste documento. O autor defende a eliminação do antagonismo entre as práticas tradicionais de ensino e o estudo digital, de modo a incentivar a complementaridade entre ambos e fomentar atividades didáticas mais envolventes, dinâmicas e criativas. A maneira como se organiza e se realiza o processo de ensino é o que determina a qualidade da aprendizagem, mais do que as tecnologias utilizadas por si só.

No que se refere ao público sênior, os três aspectos que sintetizam suas necessidades relacionam-se à redução da carga cognitiva, à promoção da autonomia e à garantia da acessibilidade. Este público de usuários apresenta um interesse ativo na busca por melhorar seu conhecimento e demonstra-se apto ao usufruto do ensino digital, conduzindo de forma adequada a lógica operacional dos sistemas de aprendizagem. No entanto se faz necessário um olhar atento para as limitações físicas e cognitivas provenientes do envelhecimento, o que pode tornar a experiência de uso desafiadora, especialmente em dispositivos móveis de pequeno porte, como os *smartphones*. Constata-se que as ideias de Becker (2004) se

confirmam na prática, pois problemas de Design relacionados a tipografias, paletas de cores, ilustrações, fundos, navegação, ferramentas de busca e outros aspectos podem dificultar que usuários mais velhos aproveitem os recursos disponíveis.

É importante reconhecer que existem heurísticas que já desempenham papéis relevantes e fundamentais, como as dez heurísticas de Nielsen (1994), as quais servem como base para o surgimento de inúmeros outros critérios de uso, exercendo uma função crucial dentro do campo da Usabilidade. Nesse contexto, essas heurísticas foram instrumentais em várias etapas do processo de desenvolvimento da pesquisa. Os estudos prévios de outros autores sobre diretrizes de usabilidade também contribuíram, pois apresentaram resultados científicos embasados em métodos e validações rigorosos, resultando em conjuntos de critérios que incorporam heurísticas, recomendações e proposições de uso para interfaces digitais. Destacam-se, nesse contexto, as contribuições dos estudos de Martins (2018), Kunar e Goundar (2019), D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016), Limtrairut (2020), Sanz *et al.* (2016), Mol (2011) e Anjos e Gontijo (2014).

O método empregado na condução da pesquisa, conforme proposto por Rusu *et al.* (2011), delineou de maneira adequada todos os caminhos a serem percorridos para alcançar um resultado final satisfatório, revelando-se eficaz em sua finalidade de orientar a elaboração de novas heurísticas de usabilidade. As seis etapas do procedimento metodológico foram inteiramente executadas, integrando todas as atividades que lhes eram previstas.

As duas primeiras etapas, Etapa Exploratória e Etapa Descritiva, se demonstraram essenciais para a consolidação de um entendimento mais profundo sobre o tema da pesquisa, integrando conceitos oriundos de diversos campos de estudo. Essas etapas construíram o capítulo de Fundamentação Teórica, que busca articular compreensões sobre duas áreas principais: Educação e Usabilidade. No âmbito educacional, ressaltam-se as metodologias de ensino mencionadas, o Construtivismo e o Sociointeracionismo, bem como a explicação de suas inter-relações com o ensino digital.

A área da Psicologia Cognitiva e suas nuances, incluindo aspectos como linguagem, memória e aprendizagem, também incorporaram conceitos importantes. Nesse contexto, as ideias de Sternberg (2010) ampliaram a compreensão relacionadas à expressão da linguagem humana e das dinâmicas de processamento e decodificação do pensamento.

É pertinente destacar também a integração dos estudos científicos provenientes da Medicina, que contribuíram para o entendimento das limitações cognitivas e motoras associadas ao envelhecimento. Neste cenário, destaca-se os autores que trouxeram contribuições relacionadas as suas áreas de pesquisa e atuação, como Geriatria, Gerontologia, Otorrinolaringologia e Neuropsicologia. É, portanto, importante mencionar: Perracini (2002), Baraldi, Almeida e Borges (2007), Bess, Williams e Lichtenstein (2001), Fichman *et al.* (2013) e Lindôso (2011), cujo os trabalhos científicos forneceram informações relevantes sobre as alterações relacionadas à acuidade visual, audição, motricidade fina, locomoção, memória, entre outros aspectos.

No âmbito da Usabilidade, buscou-se identificar os principais atributos que compõem essa disciplina, iniciando com a apresentação dos conceitos gerais que definem e parametrizam esta área, como medidas, princípios e regras. Posteriormente, o foco foi direcionado especificamente para o segmento móvel, através da exposição de heurísticas já estabelecidas para essa categoria. Complementarmente, o estudo aborda as boas práticas de uso relacionadas ao Design e à Informação, levando a uma compreensão clara de que as informações, tanto em formato textual quanto visual, constituem elementos fundamentais do Design. Assim, essas informações devem atender a requisitos específicos para proporcionar ao usuário uma experiência de interação satisfatória. Dessa maneira, torna-se relevante enfatizar as contribuições de Norman (2018) por meio da apresentação dos princípios do Design de Interação, bem como o "olhar inclusivo" para os usuários idosos proposto por Martins (2016) por meio de seus cinco requisitos de Design voltados à acessibilidade.

A terceira etapa do método, Etapa Correlacional, permitiu a análise prática de interfaces móveis. De forma sistemática foi possível simular o uso de uma variedade de aplicativos educacionais e observar os principais aspectos positivos e negativos da interação com os sistemas. Esse processo viabilizou o registro de inúmeros padrões de usabilidade identificados durante a interação. Tanto os aspectos benéficos quanto os desafios detectados foram importantes para a correlação com as heurísticas preexistentes, pois forneceram uma compreensão clara sobre o que deve ser preservado e reproduzido em outros sistemas móveis de aprendizagem, bem como sobre o que deve ser minimizado ou evitado.

A integração complementar desta etapa com as entrevistas presenciais conduzidas junto ao público-alvo de usuários configurou uma combinação harmoniosa. O cruzamento

dos dados obtidos proporcionou uma maior substancialidade na elaboração das heurísticas. O contato próximo com os participantes, em um formato que favoreceu a espontaneidade das respostas e a criação de um espaço aberto para relatos pessoais, possibilitou um entendimento mais amplo da realidade enfrentada no dia-a-dia dos usuários. Esse processo agregou conhecimentos que, em diversas ocasiões corroboraram as teorias existentes, ao passo que, em outras, introduziram novas informações de relevância significativa.

As três etapas subsequentes - Etapa Descritiva, Etapa Experimental e Etapa Aprimorativa - delinearão os processos necessários para a obtenção do desfecho final da pesquisa. A validação da eficácia das heurísticas desenvolvidas, realizada por quatro especialistas em usabilidade, assim como a formalização de suas características e especificações por meio de quadros descritivos, oficializam os resultados obtidos nesta tese. Acredita-se que os resultados possam gerar impactos significativos no domínio da Usabilidade, uma vez que incorporam aspectos inovadores e contemporâneos que ainda não haviam sido contemplados por outros estudos.

A originalidade deste trabalho reside na pluralidade de aspectos integrados nas heurísticas, visando atender às diversidades cognitivas e às necessidades de uso dos usuários. As características inovadoras presentes nas novas heurísticas estão interligadas a elementos como: inteligência artificial, responsividade, estratégias de *marketing*, cromaticidade, luminosidade, empatia, atualizações de sistema, legibilidade, reforço positivo, entre outros fatores. A expectativa é que os critérios desenvolvidos sirvam como uma fonte de referência para profissionais envolvidos na criação de aplicativos e plataformas móveis voltadas para a educação, como programadores e designers. Além disso, espera-se que esses critérios atuem como um instrumento útil para a realização de avaliações heurísticas em interfaces já existentes.

Como proposta para pesquisas futuras, recomenda-se que a incorporação da Inteligência Artificial no contexto do ensino digital seja amplamente explorada, uma vez que essa tecnologia proporciona uma série de benefícios associados à otimização, automação, análise de dados, resolução de problemas, redução de riscos e aumento da segurança, entre outros. Esses aspectos inter-relacionados têm o potencial de promover melhorias significativas em termos de usabilidade. Assim, cabe a realização de um estudo mais aprofundado sobre a implementação desses recursos para aprimorar a experiência do usuário.

Sugere-se, também, a elaboração de protótipos de interfaces educacionais móveis, fundamentando seu desenvolvimento nas heurísticas estabelecidas. Dessa forma, é possível realizar testes de usabilidade com usuários para avaliar a eficácia das heurísticas no processo de construção das plataformas educacionais, permitindo o mapeamento de aspectos que possam necessitar de refinamento ou aprimoramento.

Além disso, propõe-se que estudos futuros incluam entrevistas e coleta de dados com professores que utilizam plataformas móveis de educação e integram sistemas digitais em suas práticas pedagógicas. Acredita-se que esses profissionais possam oferecer contribuições significativas ao compartilhar suas perspectivas sobre as dificuldades, desafios, melhorias e aspectos positivos relacionados às plataformas.

A usabilidade é um campo em constante evolução. Nesse contexto, sugere-se que periodicamente seja conduzido um processo de reanálise da eficácia das heurísticas. O objetivo consiste em promover uma reformulação dos aspectos que possam estar se tornando obsoletos ou ineficazes em decorrência do surgimento de novas tecnologias e artefatos digitais. Assim, espera-se que esse conjunto de heurísticas permaneça atualizado e funcional em relação ao seu propósito de utilização, garantindo sempre que a interação com as interfaces seja intuitiva, fluida, consistente, e sobretudo, agradável.

REFERÊNCIAS

- ABED. **Relatório Analítico da Aprendizagem a Distância no Brasil**. 2015, p. 88. Disponível em: <http://www.abed.org.br/censoead2014/CensoEAD2014_portugues.pdf>. Acesso em: fev. 2021.
- ABNT. **Requisitos ergonômicos para trabalho de escritório com computadores: parte 11: orientação sobre usabilidade**. NBR 9241-11. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- ABREU, L. C. de; OLIVEIRA, M. A. de; CARVALHO, T. D. de; MARTINS, S. R.; GALLO, P. R.; REIS, A. O. A. A Epistemologia Genética de Piaget e o Construtivismo. *Journal of Human Growth and Development*, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 361, 1 ago. 2010.
- AFB. *Normal changes in the aging eye*, 2004.
- ANDERSON, J. R.; BOWER, G. H. *Human associative memory*. New York: Wiley, 1973.
- ANDRADE, M. V. M.; ARAÚJO JUNIOR, C. F.; SILVEIRA, I. F. Estabelecimento de critérios de qualidade para aplicativos educacionais no contexto dos dispositivos móveis (*M-Learning*). *Ead em Foco*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, 2017, p. 178-193.
- ANJOS, T. P.; GONTIJO, L. A. Recomendações de usabilidade e acessibilidade para interface de telefone celular visando o público idoso. *Production*, [S.L.], v. 25, n. 4, 2015, p. 791-811.
- ARRUDA, S. de M.; PASSOS, M. M. Instrumentos para a análise da relação com o saber em sala de aula. *Reppe: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino*, Paraná, v. 1, n. 2, 2017, p. 95-115.
- BAKER, K.; GREENBERG, S.; GUTWIN, C. **Empirical Development of a Heuristic Evaluation Methodology for Shared Workspace Groupware**. In: ACM CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, 02., 2002, New Orleans. Proceedings [...] New Orleans: Association for Computing Machinery, 2002. p. 96-105.
- BALLARD, B. *Designing the Mobile User Experience*. Little Springs Design, Inc., USA: Wiley, 2007.
- BARALDI, G. dos S.; ALMEIDA, L. C. de; BORGES, A. C. de C. Evolução da perda auditiva no decorrer do envelhecimento. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, [S.L.], v. 73, n. 1, 2007, p. 64-70.
- BARROS, L. D. de O.; SANTOS, F. L. dos; LIRA, R. P. de; SANTOS, M. *Tablets na educação infantil*. *Revista Senso-e: Multimídia de Investigação em Educação*, [s. l.], v. 2, 2014, p. 1-8.

BASTIEN, C; SCAPIN, D. ***Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human Computer Interfaces*** (version 2.1). *Technical Report* n. 156, INRIA, mai., 1993.

BECKER, S. A. ***A Study of Web Usability for Older Adults Seeking Online Health Resources***. *Acm Transactions on Computer-Human Interaction*, Nova York, v. 11, n. 4, 2004, p. 387-406.

BENSON, L. D; ELLIOTT, M. G; HOLSCHUH, D. B; KIM, H. K; E. LAUBER, S. L; REEVES, T.C. ***Usability and instructional design heuristics for e-learning evaluation***. *Association for the Advancement of Computing in Education (AACE)*, 2002.

BERTINI, E; GABRIELLI, S; KIMANI, S. ***Appropriating and Assessing Heuristics for Mobile Computing***. *Working Conference on Advanced Visual Interfaces*. New York, NY, USA. 2006. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1133265.1133291>>. Acesso em jan. 2021, p. 119.

BERTOLDI, J. T; BATISTA, A. C; RUZANOWSKY, S. Declínio cognitivo em idosos institucionalizados: revisão de literatura. **Cinergis**, Santa Cruz do Sul, v. 16, n. 2, 2015, p. 152-156.

BESS, F. H; WILLIAMS, A. H; LICHTENSTEIN, M. J. Avaliação audiológica dos idosos. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva**. São Paulo: Manole; 2001, p. 343-69.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Em Tese**, Florianópolis, v. 2, n. 3, 2005, p. 75.

BRAGA, A. F; SANTOS, C. B. F; LOPES, L. M. Teorias de aprendizagem face ao novo paradigma da EaD. CIET:ENPED:2020 - **Congresso internacional de educação e tecnologias - encontro de pesquisadores em educação a distância**, São Carlos, 2020.

BRIN, S; PAGE, L. ***The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine***. *Computer Networks*, 1998, p. 107-117.

CANI, J. Br. *et al.* Análise de jogos digitais em dispositivos móveis para aprendizagem de línguas estrangeiras. **Revista Brasileira de Linguística Aplicada**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, 2017, p. 455 - 481.

CARNEIRO, Rommel Vieira; ISHITANI, Lucila. Aspectos de usabilidade de mobile learning voltado para usuários com restrições decorrentes da idade. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, Passo Fundo, v. 6, n. 1, 2014, p. 81-94.

CARROL, J. M. ***Human Computer Interaction (HCI)***. In: SOEGAARD, M; FRIIS, R. (Ed.), ***Encyclopedia of Human-Computer Interaction***. Aarhus: The Interaction Design Foundation, 2009.

CETIC. **Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas escolas brasileiras - TIC Educação**, 2023. Disponível em:

<https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20231122132216/tic_educacao_2022_livro_completo.pdf>. Acesso em: 14 jan 2024.

CIEB. **Recursos Educacionais Digitais para a Alfabetização**. Nova Técnica, nº 4. São Paulo, SP. 2019, p. 2-3. Disponível em: <http://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/06/Nota-T%C3%A9cnica-Tecnologias-para-Alfabetizacao-final.pdf>>. Acesso em: fev. 2020.

COCKTON, G. *Usability Evaluation*. In: SOEGAARD, M.; FRIIS, R. (Ed.), **Encyclopedia of Human-Computer Interaction**. Aarhus: The Interaction Design Foundation, 2012.

CONRAD, R. *Acoustic confusions in immediate memory*. **British Journal of Psychology**, 1964, p. 75 - 84.

CYBIS, W.A. **Engenharia de Usabilidade**: uma abordagem ergonômica. Florianópolis: Laboratório de Utilizabilidade de Informática, 2003.

CYBIS, W; BETIOL, A. H; FAUST, R. **Ergonomia e Usabilidade**: Conhecimentos, Métodos e Aplicações. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora Ltda., 2010.

DAYRELL, J. *et al.* Juventude e Escola. In: SPOSITO, M. P. (Coord.) **O Estado da Arte sobre juventude na pós-graduação brasileira**: educação, ciências sociais e serviço social (1996-2006), v. 1. Belo Horizonte: Argvmentvm, 2009. p. 57-126.

DIAS, H. A. M. **Flat Design Branding do Design Gráfico ao Design de Apps**. 2015. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Artes e Letras, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2015.

D'CARLO, D; BARBOSA, G; OLIVEIRA, E. **Usabilidade em Aplicativos Móveis Educacionais: um conjunto de heurísticas para avaliação**. In: XXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. Uberlândia. Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016). Uberlândia: Sociedade Brasileira de Computação - Sbc, 2016. p. 777-786.

DE FLEUR, M. L; BALL-ROKEACH, S. **Teorias da comunicação de massa**. Tradução de Octavio Alves Velho. 5.ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1993.

DEMO, P. **Educação hoje**: “novas” tecnologias, pressões e oportunidades. São Paulo: Atlas, 2009.

DUARTE FILHO, N. F.; BARBOSA, E. F. **Contribution to the quality evaluation of mobile learning environments**. In: *43rd Annual Frontiers in Education Conference (FIE 2013)*, Oklahoma City – EUA, 2013.

ESTEFANO, N; RIGHI A.; LISBOA, M; PENTIADO, L. **Utilização das Dimensões da Qualidade e Escala Likert para medir a Satisfação dos Clientes de uma Empresa Prestadora de Serviços**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A energia

que move a produção: um diálogo sobre integração, projeto e sustentabilidade. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2007, p. 3.

FERNANDES, K.T; TRINDADE, G.O; RÊGO, A.H.G; MIRANDA, L.G; LUCENA, M.J.N.R; GOMES, A.P. **E-Learning via Dispositivos Móveis no Brasil**: Estado da Arte e Desafios à Luz do Acesso Participativo e Universal do Cidadão Brasileiro ao Conhecimento. *Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação*. 2012, p. 129.

FERREIRA, A.J; GOULART, D. **Convivendo em um mundo tecnológico**. In: TERRA, N.L; BÓS, A.J.G; CASTILHOS, N. (Org.). Temas sobre envelhecimento ativo. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2013, p. 105.

FICHMAN, H. C. *et al.* Predomínio de Comprometimento Cognitivo Leve Disexecutivo em idosos atendidos no ambulatório da geriatria de um hospital público terciário na cidade do Rio de Janeiro. **Revista Neuropsicologia Latinoamericana**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, 2013, p. 31-40.

FILHO, D. P; SANTOS, J.A. **Metodologia Científica**. São Paulo: Futura, 6ª Ed. 2003.

FLICK, U. **Uma Introdução à Pesquisa Qualitativa** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FOSNOT, C. T. **Construtivismo: Uma Teoria Psicológica da Aprendizagem**. Em C. T. Construtivismo: Teoria, perspectivas e prática pedagógica. São Paulo: Artes Médicas, 1998.

FOSSILE, D. K. Construtivismo versus sociointeracionismo: uma introdução às teorias cognitivas. **Revista Alpha**, Patos de Minas, UNIPAM. 2010.

FOULKE, E; STICHT, T. *Review of research on me intelligibility and comprehension of accelerated speech*. **Psychological Bulletin**, 1969.

FREITAS, E. V. D; PY, L. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

FREITAS, M. T. Letramento digital e a formação de professores. **Educação em Revista**, v. 26, n. 03, 2010, p. 335-352.

FREITAS, P. C. de; DUARTE FILHO, N. F. **Aprendizagem móvel**: percepções quanto à utilização por docentes da educação profissional e tecnológica. *Revista Edapeci*, [S.L.], v. 18, n. 2, 2018, p. 50-63.

GAMEZ, L. TICESE. **Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de Software Educacional**. Mestrado em Engenharia Humana. Escola de Engenharia. Universidade do Minho. Portugal. 1998, p.3.

GREGÓRIO, M. P. de F; PEREIRA, P. da S. Construtivismo e aprendizagem: uma reflexão sobre o trabalho docente. **Educação**, Batatais, v. 2, n. 1, p. 51-66, jun. 2012, p. 62.

HACKEL, M. E. *et al.* *Changes in hand function in the aging adult as determined by the Jebsen Test of Hand Function*. **Physical Therapy**, Virginia. v. 72, nº. 5, 1992, p. 373–377.

HARARI, Y. N. **Sapiens**: história breve da humanidade. Lisboa: Penguin Random House, 2011.

ISO 9241-10: **Ergonomic requirements for office work with visual display terminals** (VDTs) - Dialogue principles. Genebra, 1996.

ISO 9241-11. **Ergonomic requirements for office work with visual display terminals**. Part 11: Guidance on usability, 2002, p.3.

IVIC, I. **Lev Semionovich Vygotsky**. Recife: Massanga. 2010.

JAMES, A. *Giving Voice to Children's Voices: practices and problems, pitfalls and potentials*. **American Anthropologist**, [S.L.], v. 109, n. 2, 2007, p. 261-272.

JOSGRILBERG, R. S. **Da formação de mundos à imaginação educadora**. Notandum (USP), v. 30, 2012, p. 5-16.

LAKOMY, A. M. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. Curitiba: IBPEX, 2003.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva**: por uma antropologia do ciberespaço. Tradução: Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: 2. ed., Loyola, 1999.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LINDÔSO, Z. C. L. *et al.* Percepção subjetiva de memória e habilidade manual em idosos de uma oficina de inclusão digital. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, 2-11, p. 303-317.

LOPES, F; GONZALEZ, M. O Uso de Aplicativos Educacionais de Alfabetização para Celulares: os novos desafios da educação moderna. **Revista de Pós-Graduação Multidisciplinar**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 243.

MACHADO, E; POMPEO, W.A.H. **Cidadania e (In)Segurança Pública**: o papel das polícias na proteção dos direitos do idoso. In: D'ALENCAR, R.S.; POMPEO, W.A.H. **A cidadania na perspectiva da velhice**; desafios cotidianos para viver com dignidade. Ilhéus, BA: EDITUS, 2016.

MARTINS, A. I. *et al.* Avaliação de Usabilidade: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **Risti Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, Portugal, v. 3, n. 11, 2013, p.32.

MARTINS, D. G. **Diretrizes para criação e avaliação de interfaces de usuário para jogos digitais educacionais aplicados à educação infantil**. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso

de Design, Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MARTINS, G. A. A. **Usabilidade das interações táteis em dispositivos móveis por pessoas idosas**. 2016. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências de Computação e Matemática Computacional, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

MEIRELLES, I. ***Design for Information: an introduction to the histories, theories, and best practices behind effective information visualizations***. Rockport Publishers, 2013.

MOL, A. M. **Recomendações de usabilidade para interface de aplicativos para smartphones com foco na terceira idade**. 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Informática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MORAES, D. A. F. de; LIMA, C. M. de. O estudante e sua relação com as tecnologias digitais: representações em sua aprendizagem. **Revista Teias**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 53, 2018, p. 299-313.

MORAIS JUNIOR, V. de P. A complexidade homo e a revolução cognitiva. **Revista Seara Filosófica**, São Paulo, n. 18, 2019, p. 01-13.

MOURA, A. **Apropriação do Telemóvel como Ferramenta de Mediação em Mobile Learning: estudos de caso em contexto educativo**. 2010. 1 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Educação, Universidade do Minho, Braga - Portugal, 2010.

MOURA, A. ***Mobile Learning: metodologias, ferramentas e práticas educativas***. Escola Secundária Carlos Amarante, LabTE. Universidade de Coimbra, Portugal, 2017, p. 1.

MOURA, A. **Aprendizagem Móvel e ferramentas digitais para inovar em sala de aula**. In: AMORIM, Rosendo Freitas de. Jornadas Virtuais: Vivências e Práticas das Tecnologias Educativas. Editora: Fortaleza, 2016. p. 75-94.

MOURA, A. ***Using Arcade Games to Engage Students in the Learning of Foreign and Mother Languages***. In Giovanni Vincenti & James Braman (Eds.) EAI Endorsed Transactions on e-Learning, v.2, 2015.

MUNARI, A. **Jean Piaget: 1896-1980**. Recife: Massangana, 2010.

NERI, A. L.; NERI, M. L. Envelhecimento cognitivo. In: FREITAS, E. V. D.; PY, L.; CANÇADO FLÁVIO ALUIZIO XAVIER, D. J.; GORZONI, M. L. (Ed.). **Tratado de geriatria e gerontologia**. 3a. ed. Rio de Janeiro, Brasil: Editora Guanabara Koogan LTDA, 2013. cap. 131, p. 2025–2045.

NETO, F. R. **Manual de avaliação motora**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

NIA; NLM. *Making your Web site senior-friendly: A checklist*. National Institute on Aging and National Library of Medicine, 2002. Disponível em: <http://www.nlm.nih.gov/pubs/checklist.pdf>. Acesso em: ago. 2021.

NIELSEN, J. *Usability Inspection Methods*. Conference Companion. Boston, Massachusetts, USA. 1994, p. 413.

NOKELAINEN, P. *An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students*. **Educational Technology & Society**, v. 9, n. 2, 2006, p. 178–197.

NORMAN, D. A. **O design do dia a dia**. Tradução Ana Deiró. 1. ed., Rio de Janeiro: Anfi-teatro, 2018.

NUNES, J. V. **Recomendações para o Design de Conteúdos Educacionais Digitais Baseados em Texto no Cenário da Mobilidade**. 2017. 215 f. Tese (Doutorado) - Curso de Design, Departamento de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

NUNES, T. Construtivismo e alfabetização: um balanço crítico. **Educ. Revista**, Belo Horizonte, 1990.

OLIVEIRA, A. R. F. de; ALENCAR, M. S.de M. O uso de aplicativos de saúde para dispositivos móveis como fontes de informação e educação em saúde. **Rdbci: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, [S.L.], v. 15, n. 1, 2017, p. 234.

OLIVEIRA, A. P. D.; NÖTH, W. Leitura semiótica dos ícones de aplicativos do *iOS*. **Teccogs: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, São Paulo, n. 10, 2014, p. 124-140.

OLIVEIRA, M. de. **Vygotsky: aprendizado E Desenvolvimento: um Processo Sócio-Histórico**. São Paulo. Scipione. 1997.

OLIVEIRA, M. **Proposta De um Aplicativo Personalizável para Auxiliar no Processo de Alfabetização Baseado no Jogo da Força**. Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Departamento de Ciências da Computação, TCC. 2017.

OLIVEIRA, R; SCORTEGAGNA P.A; SILVA, F. A **Educação Permanente Protagonizada pelo Idoso na Universidade Aberta Para a Terceira Idade/UEPG**. Extensio UFSC, Revista Eletrônica de Extensão. 2017, p. 22.

ONEGO, A. H. S; BEHAR, P. A. **M-Learning: Reflexões e Perspectivas com o uso de aplicativos educacionais**. Nuevas Ideas En Informática Educativa Tise, 2015, p. 523.

PAIVIO, A. *Mental imagery in associative learning and memory*. **Psychological Review**, 1969, p. 241-263.

PAIVIO, A. **Imagery and verbal processes**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1971.

PEREIRA, F. S. **Funções executivas e funcionalidade no envelhecimento normal, comprometimento cognitivo leve e doença de Alzheimer.** Tese (Doutorado)—Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5142/tde-10052010-134912/pt-br.php>. Acesso em: ago. 2021.

PERRACINI, M. Rod. **Planejamento e adaptação do ambiente para pessoas idosas.** P. 798-807. In: FREITAS, E. V.; PY, L.; NERI, A. L.; CANÇADO, F. A. X.; GORGONI, M. L.; ROCHA, S. M. Tratado de geriatria e gerontologia. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2002.

PIAJET, Jean. *Remarques psychologiques sur l'enseignement élémentaire des sciences naturelles.* In: BUREAU INTERNATIONAL D'EDUCATION. *L'initiation aux sciences naturelles à l'école primaire.* Genebra: Bureau international d'éducation, 1949, p. 35-45.

PINHEIRO, M. C; SILVA, F. M. D. Comunicação Visual e Design Inclusivo, Cor, legibilidade e visão envelhecida. In: SILVA, J.C.P.D; PASCHOARELLI, L. C; SILVA, F. M. D. **Design Ergonômico:** estudos e aplicações. Bauru: Faac - Universidade Estadual Paulista, 2010. p. 62-74.

PREECE, J; ROGERS, Y; SHARP, H. **Design de Interação:** além da interação homem-computador, 3. ed., Porto Alegre, RS: Bookman, 2013.

PYLYSHYN, Z. *Computation and cognition.* Cambridge, MA: MIT Press, 1984.

QUINTÃO, F. S; TRISKA, R. Design de informação em interfaces digitais: origens, definições e fundamentos. **Infodesign - Revista Brasileira de Design da Informação**, [S.L.], v. 11, n. 1, 2014.

RICHIT, A. Implicações da Teoria de Vygotsky aos Processos de Aprendizagem e Desenvolvimento em Ambientes Mediados pelo Computador. **Revista Perspectiva**, Erechim, RS, v.28, n.103, 2004.

ROGERS, Y; SHARP, H; PREECE, J. *Interaction Design: beyond human-computer interaction.* 5. ed, Indianapolis, IN, John Wiley & Sons, 2019.

RUSU, C; RUSU, V; RONCAGLIOLO, S; COLLAZOS, C. *A Methodology to Establish Usability Heuristics.* Proceedings - ACHI2011: The Fourth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, 2011, p. 1.

SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. *M-learning e u-learning: novas perspectivas das aprendizagens móvel e ubíqua.* São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SALES, M. B. **Modelo Multiplicador Utilizando a Aprendizagem por Pares Focado no idoso.** 2007. 138 f. Tese (doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão

do Conhecimento. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007, p. 30. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEGC0029-T.pdf>>. Acesso em ago. 2021.

SANTAELLA, L. A aprendizagem ubíqua substitui a educação formal. **Revista de Computação e Tecnologia**, v. 2, n.1, 2010, p. 17- 22.

SHNEIDERMAN, B; PLAISANT, C. ***Designing the user interface: strategies for effective human-computer-interaction***. 4. ed. Boston: Pearson; Addison Wesley Longman, 2005.

SILVA, F. do S. P. da; BARBOSA, M. R. de A.; LEAL, M. M. **Tecnologias digitais no processo de alfabetização: analisando o uso de jogos no 1º ano da escola municipal Adelaide Rosa em Água Branca – PI**. VI Congresso Nacional de Educação, 2020, p. 3-4.

SILVEIRA, B. O; PARRIÃO, G. B. L; FRAGELLI, R. R. Melhor idade conectada: um panorama da interação entre idosos e tecnologias móveis. **Revista Negócios em Projeção**, Taguatinga, v. 9, n. 1, 2018, p. 1-13.

SILVEIRA, M. S; Carneiro, M. L. F. Diretrizes para a Avaliação da Usabilidade de Objetos de Aprendizagem. In Proc of. **SBIE**, vol. 23, nº. 1, 2012.

SILVEIRA, M. M. da. **Desempenho Cognitivo, Estado Emocional, Qualidade de Vida e Habilidade Motora Manual de Idosos Participantes de Oficinas de Informática**. 2015. 158 f. Tese (Doutorado) - Curso de Gerontologia Biomédica, Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015, p. 21.

SIMÕES, C.C.S. **Breve Histórico do Processo Demográfico Brasileiro**. In: FIGUEIREDO, A.H. (Org.). **Brasil: uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97884.pdf>>. Acesso em nov. 2019.

SOARES *et al.* CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA - CIET, 2022, São Paulo. **Reflexões sobre os conceitos de Vygotsky no século XXI: a formação docente, o uso de ferramentas digitais e o sociointeracionismo nos espaços virtuais**. São Paulo, 2022.

SOUSA, R. P. de; BEZERRA, C. C; SILVA, E. de M; MOITA, F. M. G. da Silva. **Teorias e práticas em tecnologias educacionais**. 21. ed. Campina Grande: Editora da Universidade Estadual da Paraíba, 2016, p. 227.

SOUZA, E. D. **A Relação de Jovens Com o Saber: o uso de dispositivos móveis para aprender em uma escola profissionalizante do interior do Ceará**. Universidade Federal do Ceará. Dissertação de mestrado, 2018, p. 53.

SOUZA, K; CORRÊA, A.G.D. **AugaBeti: um software educacional para apoio ao processo de alfabetização de crianças com deficiência visual**. Anais do “*Computer on the Beach*”, 2012, p. 51-60.

SOUZA, K; KERBAUY, M. Abordagem Quanti-Qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. **Revista “Educação e Filosofia**, Uberlândia, v. 31, n. 61, 2017, p. 39.

STERBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

STORY, M.F; MUELLER, J. L; MACE, R. L. **The Universal Design File: Designing for People of All Ages and Abilities State**. University, The Center for Universal Design, 1998.

THOMPSON, L. V. *Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance*. **Physical Therapy**, Virginia. v. 74, nº. 1, 1994, p. 71–81.

THURSTONE, L. L. **Primary mental abilities**. Chicago: University of Chicago Press, 1938.

TORRES, E.F; MAZZONI, A. A; MELLO, A. G. **Nem Toda Pessoa Cega Lê e Nem Toda Pessoa Surda se Comunica em Língua de Sinais**. In: Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v.33, n.2, 2007. p.369-385. Disponível em: <<http://www.bancodeescola.com/a13v33n2.pdf>>. Acesso em jan. 2020.

UNESCO. **Policy Guidelines for Mobile Learning**. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/images/0%20%c2%b7%200022/002277/227770por.%e2%80%8bpdf> Acesso em: mar. 2021.

VIEIRA, V. A. **As Tipologias, Variações e Características da Pesquisa de Marketing**. Revista da FAE, Curitiba, PR, v. 5(1), 2002.

VISVANATHAN, C. **How Stuff Works - Como funcionam os métodos de alfabetização**. 2008.

VYGOTSKY, L. V. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

VYGOTSKY, L. V. **Psicologia Pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WARE, C. **Information Visualization: perception for design**. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 2004.

WCAG. **Contrast (minimum) and Resize Text**. Wakefielf, MA. 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. Acesso em: mar. 2024.

WERTHEIMER, M. **Laws of Organization in Perceptual Forms**. *A Source Book of Gestalt Psychology*. New York, NY: The Humanities Press, 1950, 71–88.

WERTHEIMER, M. **Productive Thinking**. New York, NY: Harper & Brothers, 1959.

APÊNDICE A - RESULTADO DA RBS

Conceito	Título	Autor
Usabilidade: conceitos, medidas e requisitos	<i>Usability Inspection Methods</i>	Nielsen
	<i>Usability Evaluation</i>	Cockton
	<i>Human Computer Interaction (HCI)</i>	Carrol
	<i>Ergonomic requirements for office work with visual display terminals</i>	ISO 9241-11
	<i>Requisitos ergonômicos para trabalho de escritório com computadores</i>	Abnt
	Avaliação de Usabilidade: Uma Revisão Sistemática da Literatura	Martins
Heurísticas de Usabilidade: regras gerais e específicas	<i>10 Usability Heuristics for User Interface Design</i>	Nielsen
	<i>How to Conduct a Heuristic Evaluation</i>	Nielsen
	<i>Designing the user interface: strategies for effective human-computer-interaction.</i>	Shneiderman
	<i>Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human Computer Interfaces</i>	Bastien; Scapin
	<i>Ergonomic requirements for office work with visual display terminals</i>	ISO 9241-10
	<i>Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações</i>	Bestiol; Faust
	<i>Appropriating and Assessing Heuristics for Mobile Computing</i>	Bertini
	<i>Designing the Mobile User Experience</i>	Ballard
	<i>Usability heuristics for mobile learning applications</i>	Kunar; Goundar
	Usabilidade em Aplicativos Móveis Educacionais: um conjunto de heurísticas para avaliação	D'carlo; Barbosa; Oliveira
	<i>An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning</i>	Nokelainen
	Diretrizes para criação e avaliação de interfaces de usuário para jogos digitais educacionais aplicados à educação infantil	Martins
	Diretrizes para a Avaliação da Usabilidade de Objetos de Aprendizagem	Silveira; Carneiro

	Recomendações de usabilidade para interface de aplicativos para <i>smartphones</i> com foco na terceira idade	Mol
	Recomendações de usabilidade e acessibilidade para interface de telefone celular visando o público idoso	Anjos; Gontijo
Educação e Tecnologia: metodologias de ensino, aprendizado e contemporaneidade	<i>Remarques psychologiques sur l'enseignement élémentaire des sciences naturelles</i>	Piaget
	Pensamento e Linguagem	Vygotsky
	Psicologia Pedagógica	Vygotsky
	Construtivismo: Uma Teoria Psicológica da Aprendizagem	Fosnot
	Construtivismo versus sociointeracionismo: uma introdução às teorias cognitivas	Fossile
	Teorias Cognitivas da Aprendizagem	Lakomy
	Construtivismo e Alfabetização: um balanço crítico	Nunes
	Implicações da Teoria de Vygotsky aos Processos de Aprendizagem e Desenvolvimento em Ambientes Mediados pelo Computador	Richit
	A aprendizagem ubíqua substitui a educação formal	Santaella
	O estudante e sua relação com as tecnologias digitais	Moraes; Lima
	A Relação da Alfabetização Visual-Digital na Interação do Usuário com Dispositivos Móveis	Carrion
	Análise do Uso da Tecnologia Móvel no Processo de Alfabetização de Crianças de 6-8 Anos	Rosseto; Dutra
	Instrumentos para a análise da relação com o saber em sala de aula	Arruda; Passos
	<i>Tablets</i> na Educação Infantil	Barros
	Teorias e práticas em tecnologias educacionais	SOUZA <i>et al.</i>
	Cibercultura e Pesquisa-Formação na prática docente	Santos
Psicologia Cognitiva: história do desenvolvimento intelectual humano e integração no setor educacional	<i>Sapiens</i> : história breve da humanidade	Harari
	Psicologia Cognitiva	Sternberg
	<i>Human associative memory</i>	Anderson; Bower
	<i>Acoustic confusions in immediate memory</i>	Conrad
	<i>Mental imagery in associative learning and memory</i>	Paivio
	<i>Review of research on me intelligibility and comprehension of accelerated speech</i>	Foulke; Sticht
	<i>Computation and cognition</i>	Pylyshyn
	Da formação de mundos à imaginação educadora	Josgrilberg

Aprendizagem Móvel: facilidades e desafios	<i>M-Learning: reflexões e perspectivas com o uso de aplicativos educacionais</i>	Sonego; Behar
	Aprendizagem Móvel e ferramentas digitais para inovar em sala de aula	Moura
	Aprendizagem móvel: percepções quanto à utilização por docentes da educação profissional e tecnológica	Freitas; Filho
	<i>Policy Guidelines for Mobile Learning</i>	UNESCO
	Ergonomia aplicada ao <i>mobile-learning</i> : um estudo dos aspectos de interação e Usabilidade no uso de sistemas educacionais em Dispositivos móveis	Costa
	<i>Contribution to the quality evaluation of mobile learning environment.</i>	Duarte Filho; Barbosa
	Letramento digital e a formação de professores	Freitas
	Mediação tecnológica na educação: o uso do Periscope como ferramenta na preparação para o vestibular	SOUSA <i>et al.</i>
Terceira Idade e o uso de Dispositivos Móveis: debilidade cognitiva e acessibilidade	Aplicativos para <i>smartphone</i> e sua colaboração na capacidade funcional de idosos	Souza; Silva
	<i>The Global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020</i>	Murray; Lopez
	Aspectos de usabilidade de <i>mobile learning</i> voltado para usuários com restrições decorrentes da idade	Carneiro; Ishitani
	Modelo Multiplicador Utilizando a Aprendizagem por Pares Focado no idoso.	Sales
	Planejamento e adaptação do ambiente para pessoas idosas	Perracini
	<i>A Study of Web Usability for Older Adults Seeking Online Health Resources</i>	Becker
	Predomínio de Comprometimento Cognitivo Leve Disexecutivo em idosos atendidos no ambulatório da geriatria de um hospital público terciário na cidade do Rio de Janeiro	Fichman
	Conceitos e teorias sobre o envelhecimento	Neri
	Desempenho Cognitivo, Estado Emocional, Qualidade de Vida e Habilidade Motora Manual de Idosos Participantes de Oficinas de Informática	Silveira
	Manual de avaliação motora	Neto
	<i>Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance</i>	Thompson

	<i>Changes in hand function in the aging adult as determined by the Jebsen Test of Hand Function</i>	Hackel <i>et al.</i>
	Percepção subjetiva de memória e habilidade manual em idosos de uma oficina de inclusão digital	Lindôso
	Avaliação audiológica dos idosos	Bess; Williams; Lichtenstein
	Declínio cognitivo em idosos institucionalizados	Bertoldi; Batista; Ruzanowsky
O Design aplicado às interfaces móveis	<i>Design for Information: an introduction to the histories, theories, and best practices behind effective information visualizations</i>	Meirelles
	<i>Flat Design Branding: do design gráfico ao design de apps</i>	Dias
	Usabilidade das interações táteis em dispositivos móveis por pessoas idosas	Martins
	<i>The Universal Design File: designing for people of all ages and abilities state.</i>	Story, Mace; Mueller

APÊNDICE B - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

Instruções: o presente formulário dedica-se a coletar o parecer de especialistas em usabilidade quanto à eficácia das heurísticas apresentadas neste documento. Por meio de uma **Avaliação Heurística** estima-se que os resultados contribuam para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de diretrizes voltadas ao segmento da aprendizagem móvel, dando ênfase à três públicos-alvo de usuários: infantil, jovem e idoso. Nesse sentido, é designado aos participantes que inicialmente explorem as interfaces dos seguintes aplicativos educacionais: “Alfabetizando”, “Prepara Enceja” e “Prime Cursos” e que respondam na sequência às questões solicitadas, realizando o processo de forma consecutiva e individual. É necessário realizar o *download* desses aplicativos antes de iniciar a Avaliação.

Importante saber: o conceito de “heurística violada” significa que a heurística em avaliação prognostica um problema de usabilidade que não foi considerado pelo projetista do sistema, e isso torna-se visível ao observar e interagir com o sistema.

Exemplo: se a heurística instrui que o sistema deve apresentar textos com linguagem simples e clara para compreensão imediata das informações, mas o sistema utiliza linguagem complexa e confusa dificultando o entendimento, significa que a heurística foi violada.

Graus de Severidade:

- (1) Baixo: o problema não é tão relevante
- (2) Moderado: importante corrigir o problema
- (3) Alto: prioridade, muito importante corrigir o problema

Tarefas dos participantes:

1. Aplicativo Alfabetizando: destinado à alfabetização infantil por meio da associação entre figuras e palavras que podem ser completadas por meio de letras ou sílabas.
 - Explore livremente as interfaces do sistema por aproximadamente 5 à 10 minutos
 - Encontre a opção Desafios e responda a atividades referentes ao aprendizado do alfabeto, das sílabas e das vogais
 - Responda ao formulário de Avaliação Heurística (link 1)
 - Recomenda-se que o aplicativo esteja aberto e seja consultado durante a realização da Avaliação
2. Aplicativo Prepara Enceja: disponibiliza provas e simulados com conteúdos do ensino médio para preparação de vestibulares e ENEM.
 - Explore livremente as interfaces do sistema por aproximadamente 5 a 10 minutos
 - Simule a realização de um simulado de Matemática e de Química, respondendo 5 questões de cada disciplina.
 - Visualize os resumos das disciplinas de Biologia (Citologia) e de Física (Óptica)
 - Responda ao formulário de Avaliação Heurística (link 2)
 - Recomenda-se que o aplicativo esteja aberto seja consultado durante a realização da Avaliação

3. Aplicativo Prime Cursos: plataforma de Ensino a Distância que oferece cursos em diferentes áreas de conhecimento. Alguns dos cursos são direcionados para o público Sênior, como Informática Básica, Inglês Básico, Introdução à Nutrição, dentre outros.
- Explore livremente as interfaces do sistema por aproximadamente 5 a 10 minutos
 - Busque o curso de Informática Básica, selecione a leitura do curso e simule o estudo de três lições de sua preferência
 - Realize a prova do curso, leia as questões atentamente e simule as respostas, enviando para avaliação
 - Responda ao formulário de Avaliação Heurística (link 3)
 - Recomenda-se que o aplicativo esteja aberto seja consultado durante a realização da Avaliação

Nome completo:

H = Heurística

H1	
Heurística violada?	() Sim () Não
Grau de severidade:	
Descrição do problema:	
Solução (opcional):	

Assinatura do Participante

**APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE ENTREVISTA COM USUÁRIOS DA
CATEGORIA INFANTIL**

Cód.	Perguntas
P1	Qual o seu nome?
P2	Qual a sua idade
P3	Você tem um <i>smartphone/tablet</i> ? (ou utiliza o aparelho de algum familiar?)
P4	Quais as principais atividades que você realiza no <i>smartphone/tablet</i> ? (Exemplo: jogos, estudos, redes sociais, chamadas telefônicas, etc.)
P5	Você sabe utilizar o <i>smartphone/tablet</i> sozinho? Precisa da ajuda de um adulto?
P6	Seus pais e/ou responsáveis monitoram suas atividades e/ou o tempo de uso do <i>smartphone/tablet</i> ? Como isso ocorre?
P5	Qual o seu jogo preferido instalado no <i>smartphone</i> ? Por que você gosta dele?
P6	Você já sabe ler e escrever?
P7	Quais aplicativos educacionais você já utilizou para estudar?
P8	Você enfrenta ou já enfrentou alguma dificuldade ao utilizar este(s) app(s)?
P9	O que você mais gosta nesse app? E o que você menos gosta?
P10	Você prefere estudar por meio do <i>smartphone/tablet</i> ou por meio da apostila?

APÊNDICE D – RESULTADO DAS ENTREVISTAS PRESENCIAIS COM O PÚBLICO INFANTIL

	Participante 1	Participante 2	Participante 3
Qual a sua idade?	7 anos	7 anos	7 anos
Qual dispositivo móvel você utiliza no seu dia a dia?	<i>Smartphone</i>	<i>Tablet</i>	<i>Smartphone</i>
Qual a principal função de uso?	Vídeos no <i>youtube</i>	Vídeos no <i>youtube</i> Jogo - Babybus Jogo - Pinturas	Chamada telefônica Vídeos no <i>youtube</i> Jogo - Roblox
Precisa de auxílio de um adulto para utilizar as funções do aparelho?	Necessita de auxílio inicial para compreender o funcionamento e prosseguir de forma autônoma.	Necessita de auxílio inicial para compreender o funcionamento e prosseguir de forma autônoma.	Necessita de auxílio inicial para compreender o funcionamento e prosseguir de forma autônoma.
Você já sabe ler e escrever?	Aprendendo - iniciante	Já possui domínio de escrita e leitura	Aprendendo - avançado
Qual a maior dificuldade de uso já encontrada no dispositivo móvel?	"Letras minúsculas me dão dor de cabeça e eu não consigo ler muito bem"	Concorda que o excesso de informações e opções na interface dificulta o entendimento e requer auxílio de um adulto	"Uma vez eu fiquei confuso porque eu fui instalar um jogo de caminhão e as instruções estavam em inglês"
Quais aplicativos promovem boas experiências de uso?	"No <i>tablet</i> eu consigo usar bem os aplicativos porque a tela é maior, dá pra ler textos maiores" [...] Tem um aplicativo que eu gosto, é mais fácil de usar, o meu celular é mais levinho, mas é muito pequeno"	"Eu tenho um jogo de desenhar com o dedo, a gente escolhe a cor e pode desenhar do jeito que quiser" [...] "Eu acho fácil de pintar, escolher a cor, tem borracha para apagar e dá para escolher o lápis fino até o grosso".	"O meu primo tem um aplicativo que é uma lousa, desenha e apaga, é bem fácil de mexer, eu já tive uma lousa no mundo real".
Vocês já tiveram dificuldade de leitura de textos em smartphones?	"Sim, uma vez o meu pai me mandou uma mensagem e eu não consegui ler o que estava escrito"	"Sim"	"Sim"
Você prefere que o tamanho dos textos seja grande ou pequeno?	Grande	Grande	Grande

Você prefere que o tamanho das imagens seja grande ou pequeno?	Grande	Grande	Grande
Você prefere que as cores inseridas nos aplicativos sejam fortes e vibrantes ou mais claras e suaves?	Fortes e vibrantes	Fortes e vibrantes	Fortes e vibrantes

APÊNDICE E – RESULTADO DAS ENTREVISTAS PRESENCIAIS COM O PÚBLICO JUVENIL

Resultado das entrevistas presenciais com o público juvenil - parte I.

	Participante 1	Participante 2
Qual a sua idade?	18 anos	19 anos
Você possui experiência com aplicativos educacionais?	"Eu já cheguei a usar, era bem ruim. Alguns professores usavam uma plataforma no segundo ano do ensino médio e mandavam tarefas para a gente fazer em casa"	"Eu usei na época da pandemia, na minha cidade, foi para as aulas de Sociologia, usei durante umas 5 aulas. Depois que acabou a pandemia a gente ainda continuou usando".
Você enfrentou dificuldades de uso nesses aplicativos?	"Era difícil porque não tinha uma explicação, não tinha o professor para explicar e a gente entender".	"Sim, algumas dificuldades porque não era "aquela" aula, era só umas coisinhas, só o básico da disciplina"
Você prefere que os aplicativos forneçam autonomia ou suporte educacional?	"Prefiro que o professor dê auxílio, é importante"	"O professor ajudando é melhor, pra se comunicar e tirar dúvidas".
Quais recursos e funções você mais utiliza/utilizou?	"Normalmente eu abria o aplicativo em casa e tinha as questões para fazer, aí eu copiava no caderno, resolvia e tirava uma foto para enviar por <i>e-mail</i> para o professor".	"Eu utilizava mais a função de assistir as vídeo-aulas. As atividades para fazer em casa eu respondia numa folha e tirava foto para mandar para o professor".
Você acha interessante que o aplicativo forneça retorno sonoro para as respostas certas e erradas em questões didáticas?	"Sim".	"Sim, porque isso traz mais segurança, ajuda a entender quando algo está errado ou faltando alguma coisa".
Você prefere que a plataforma forneça tutoriais explicativos ou seja intuitiva?	"Forneça tutorial"	"Forneça tutorial para o aplicativo conduzir a gente, saber o que fazer, onde apertar..."
Você prefere o ensino presencial tradicional ou ensino remoto com suporte tecnológico?	"Prefiro o ensino tradicional"	"Mil vezes o ensino tradicional com o professor explicando a matéria na sala de aula"

Você prefere que os tutoriais sejam apresentados somente no primeiro acesso ou fique sempre disponível?	"Sempre disponível"	"Sempre disponível"
Em relação ao tamanho dos botões, você enfrentou alguma dificuldade devido ao tamanho?	"Não"	"Não"
Em relação a imagens, você já enfrentou alguma dificuldade?	"Sim"	"Sim, as vezes é uma questão de matemática que tem um "numerozinho" que está muito minúsculo ou apagado na imagem"
Você já enfrentou alguma dificuldade em relação a navegação?	"Não"	"Não"
Você já enfrentou alguma dificuldade de leitura em função do tamanho dos textos?	"Sim, em função do tipo da fonte e do tamanho. No celular não tem muito espaço e as vezes fica meio que tudo junto e é difícil de ler".	"Sim"
Você já enfrentou alguma dificuldade de leitura em função do contraste dos textos com o fundo da tela?	"Não"	"Não"
Você já enfrentou alguma dificuldade de uso em função de interrupções por anúncios?	"Sim, atrapalha no pensamento. A gente está concentrado no raciocínio aí vem dois anúncios de 30 segundos aí a gente já perde o raciocínio"	"Sim, porque a gente tá concentrado ali numa coisa e aí vem outra coisa que não tem nada a ver, então atrapalha"

Fonte - Elaborado pela autora (2024).

Resultado das entrevistas presenciais com o público juvenil - parte II.

	Participante 3
Qual a sua idade?	25 anos
Qual é a plataforma que você utiliza para acompanhar as disciplinas no formato remoto?	"Eu acesso direto pelo <i>link</i> a plataforma AVA SENAC, a gente pode usar tanto pelo computador, quanto pelo celular, eu só uso pelo celular, tem todas as disciplinas do Ensino Médio lá"

Essa plataforma atende as suas necessidades?	"Então, hoje eu posso dizer que sim, mas no começo é bem difícil. Eu acredito que quem trabalha com a plataforma pelo computador consegue se adaptar mais fácil, melhor...Pelo celular as vezes se torna um pouco pesado, a gente não consegue ver aquela tela ampla, mas como eu já estou no terceiro ano, usando há 3 anos, eu já me adaptei e está bem tranquilo"
Qual foi a maior dificuldade?	"A tela muito pequenininha"
Quais os benefícios de uso dessa plataforma?	"Olha, eu acho bem interessante. Primeiramente porque hoje em dia tem uma vida muito corrida então é muito bom a gente ter essa plataforma para conseguir trabalhar a distância no EaD, ali tem todas as matérias, o conteúdo completo e logo em seguida tem as atividades...A gente consegue tirar dúvidas com os professores por meio da plataforma, é bem legal, bem interessante mesmo."
A plataforma fornece integração com os professores/tutores para o envio de atividades?	"Sim, chegam no <i>e-mail</i> do professor, e os dele chegam no nosso <i>e-mail</i> também...Qualquer coisa, se ele lança uma atividade vem no nosso <i>e-mail</i> , chega uma notificação pela plataforma também..."
Quais recursos e funções você mais utiliza na plataforma?	"Eu geralmente entro, leio os conteúdos e marco como lido porque tem uma opção "marcar como estudado" e aí ele lança a atividade, ou seja, ele libera a atividade pra gente fazer...antes de "marcar como lido" não tem como liberar a atividade"
Como funciona o <i>feedback</i> do sistema?	"A gente tem três tentativas, faz a atividade e logo finaliza ela, as questões de assinalar a gente consegue ver a nota assim que termina"
Quais aspectos que poderiam ser melhorados na plataforma?	"Eu acho a plataforma um pouco pesada e o sistema um pouco lento"
Você prefere o ensino presencial tradicional ou ensino remoto com suporte tecnológico?	"Depois da experiência do EaD eu prefiro o ensino remoto. Adoro as aulas presenciais aqui, o professor é legal, gente boa, o conteúdo dele é muito bom, porém pra vida que a gente leva isso foi uma "virada de chave", por exemplo domingo eu sentei e peguei pra estudar e fiz 12 atividades"
Você sente algum tipo de desamparo educacional nesse formato do EaD?	"Eu nunca precisei tirar dúvidas com o professor, geralmente as dúvidas que eu tenho eu tiro com os colegas, mas a gente faz muitos trabalhos e envia para o professor, e ele logo dá um retorno. Eu fiz três trabalhos de professores diferentes num domingo e na segunda eles já deram retorno, e tudo lá pela plataforma mesmo...Eles comentam: isso aqui tá certo, isso aqui pode ser acrescentado mais alguma coisa, etc."
Você prefere que a plataforma forneça tutoriais explicativos ou seja intuitiva?	"Prefiro que seja intuitiva. Eu sei que a plataforma tem um passo-a-passo onde eles ensinam a gente a mexer em tudo, mas eu nunca li, nunca senti necessidade"

Em relação ao tamanho dos botões, você enfrentou alguma dificuldade?	"Não, isso eu consigo usar bem"
Em relação a imagens, você já enfrentou alguma dificuldade?	"Não...por eu mexer no celular o que eu acabo fazendo as vezes é ampliar alguma coisa ou outra, mas nada que afete muito"
Você já enfrentou alguma dificuldade em relação a navegação?	"Eu acho só um pouco pesado, mas possa ser que seja a minha internet, então isso prejudica um pouco o formato EaD"
Você já enfrentou alguma dificuldade de leitura em função do tamanho dos textos?	"Não, isso não, consigo sempre entender bem"
Existe algum tipo de interrupção do uso da plataforma em função de anúncios e propagandas?	"Não...dispersa muito né"

APÊNDICE F – RESULTADO DAS ENTREVISTAS PRESENCIAIS COM O PÚBLICO SÊNIOR

Resultado das entrevistas presenciais com o público sênior - parte I.

	Participante 1
Qual a sua idade?	60 anos
Quais as funções você mais utiliza no seu <i>smartphone</i>? Por exemplo: redes sociais, estudos, chamadas telefônicas, dentre outras.	"Rede social eu quase não uso, eu uso mais pra chamadas porque eu tenho um círculo social bem pequeno...O meu celular tem pouca capacidade, então eu uso muito o <i>Youtube</i> para assistir vídeos, e também porque eu tinha o meu próprio canal....O <i>Youtube Music</i> eu também uso bastante.
Você já utilizou algum aplicativo para auxílio educacional?	Eu uso muito o Google pra fazer pesquisa, eu estudo muito Tecnologia e armamento militar, o aplicativo da BBC eu também uso pra estudar alguns assuntos. No <i>Youtube</i> eu estou inscrito em canais científicos como o da NASA e outros canais que falam de Segunda Guerra Mundial...Eu também tenho o grupo da escola (Sesc) no meu <i>Whatsapp</i> .
Os professores enviam alguma atividade ou vídeo educacional nesse grupo do <i>whatsapp</i>?	"Sim, eles enviam, e as vezes quando eu preciso de alguma coisa específica, eles enviam também...é um canal de comunicação entre professores e alunos.
Qual é o seu aplicativo preferido instalado no celular?	"Creio que seja o <i>Youtube</i> , eu uso tanto aqui no computador da Biblioteca, quanto no meu celular". Para acessar o banco eu uso o aplicativo do meu cartão "Unix" e para compras eu tenho o do Brasil Atacadista e do Imperatriz, mas eu uso mais o do Imperatriz...O aplicativo da Caixa Econômica eu também tenho, mas eu não uso porque eles estão dificultando muito pra fazer Pix, é muito difícil, cada hora é um código diferente, uma coisa diferente..
Quais são as maiores dificuldades que você enfrenta no uso do celular?	"O <i>Whatsapp</i> por ser algo muito novo é um aplicativo que eu tenho muita dificuldade usar. Ele é dividido em várias funções e cada função nova que entra é feita para dificultar mais...Quando eu quero mandar uma foto eu não consigo mandar direto, porque passa por outro lugar, pelo <i>Google Drive</i> , aí as vezes eu tenho que pedir pra outra pessoa fazer isso pra mim. Tem dois senhores que são proprietários de uma <i>lanhouse</i> /fotocópias que eu frequento, eles também não sabem mexer, eles têm dificuldade e nessa situação eles estão até perdendo dinheiro porque as pessoas solicitam muito esse serviço.
Você sente dificuldade de entender as instruções de uso de um determinado <i>app</i>?	"Sim, eles botam aplicativos de auxílio, por exemplo "Google auxílio", "Samsung Auxílio" mas eles não auxiliam em nada, é um monte de informação inútil sobre como deve usar as funções e no final não tem auxílio nenhum, só perda de tempo lendo aquilo lá, são quatro ou cinco parágrafos que não auxiliam em nada"

Você se sente amparado quando se depara com tutoriais e passo-a-passo instrucionais?	"Quanto mais simples melhor, devia ser um resumo porque hoje em dia não são todas as pessoas que leem um jornal, que leem quatro ou cinco páginas de uma revista, que leem um livro...a grande maioria da população não lê, quando mais longe puder passar da porta da biblioteca melhor.
Em relação ao tamanho dos textos, você enfrentou alguma dificuldade de leitura?	"Eu passo um trabalho...porque quando eu entro nos aplicativos, por exemplo no <i>Youtube</i> as vezes eu quero enxergar alguns números e não consigo, é 1,2,3,4 tudo um do lado do outro, tudo juntinho e pequeno. Aí ainda entra uma propaganda que cobre a tela inteira, fica mais difícil ainda de enxergar.
Em relação ao teclado alfanumérico, você encontra dificuldade?	"No teclado não tanto porque eu tenho uma mão de tamanho médio, então eu uso no tamanho normal, porque se eu for mudar para o tamanho grande aí fica tudo diferente, é todo um trabalho para me readaptar de novo".
As propagandas e anúncios de <i>marketing</i> são incômodas?	"Sim, o meu celular entra muita propaganda no Magazine Luiza, da <i>Amazon</i> , só coisa que não me interessa...e <i>marketing</i> feminino, fica aquela lista enorme de propagandas inúteis, bagunça tudo, a gente não tem controle. E outra, as vezes eu estou fazendo alguma coisa importante e vem uma propaganda que eu não quero, de uma coisa que não pedi".
O contraste dos textos com a tela provoca alguma dificuldade de leitura?	"Eu tenho dificuldade quando está um pouco mais escuro, a tela tem a claridade normal né, mas se o celular fica com 10% ou 15% de bateria fraca eu já não consigo ver nada porque a tela escurece, e pra ler então é quase impossível". Eu gosto quando o fundo da tela está bem branco, aquele fundo preto eu não uso, eu não me acostumei com ele, tenho muita dificuldade com o fundo preto"
Na sua opinião, qual a maior dificuldade de uso de um usuário sênior?	"A falta de familiaridade com a tecnologia, a gente passou por um processo de tempo sem usar, quando surgiu o <i>smartphone</i> a gente não estava acompanhando...a tecnologia evoluiu muito e as pessoas mais antigas não conseguem acompanhar".
O que você considera difícil em relação à tecnologia?	"Eu acho que eu vi na internet, ou eu li num livro que falava assim: agora nós vamos mudar o sistema e quando nós mudarmos o sistema com o tempo as pessoas vão aprender e se adaptar...Então esse período de adaptação não vai prejudicar a vida da pessoa? Não, essas coisas tem que ser feitas devagar e tem que serem estimuladas, o mais difícil é essa readaptação."

Resultado das entrevistas presenciais com o público sênior- parte II.

	Participante 2
Qual a sua idade?	67 anos
Você utiliza <i>smartphone</i> ou <i>tablet</i> ?	"Sim, tenho <i>smartphone</i> e <i>notebook</i> também. Eu estudo pelo <i>notebook</i> porque aqui presencialmente é só uma vez por semana, mas eles mandam as lições e eu tenho que estar sempre estudando, fazendo e enviando, aí eu prefiro fazer pelo <i>notebook</i> "
Você já acessou a plataforma de estudos pelo celular?	"Já, mas eu me identifiquei melhor com o <i>notebook</i> , no celular eu não gosto muito não, é muito pequeno, é difícil"
Quais os recursos você mais utiliza no seu <i>smartphone</i> ?	"Eu mexo em tudo, chamadas, Facebook, Youtube, e-mail, Instagram...o que eu mais gosto é o Instagram, é o que eu mais me identifico."
Em relação ao tamanho dos textos, você enfrenta dificuldades?	"Não, eu consigo enxergar bem, mas eu sempre preciso botar os óculos, prefiro que as letras sejam grandes".
O contraste dos textos com a tela provoca alguma dificuldade de leitura?	"Eu gosto mais do fundo branco, o fundo preto dá uma embaralhada, prefiro sempre que o fundo seja claro".
Você se sente amparado quando se depara com tutoriais e passo-a-passo instrucionais?	"Eu não gosto, recentemente eu baixei um aplicativo e as instruções não acabavam nunca, era um monte de informação pra aprender a usar...Não precisa tanto, né? Dá pra ser bem menos, mais simplificado".
As propagandas e anúncios de <i>marketing</i> são incômodas?	"Sim, não gosto, se eu pudesse cortar tudo aquilo eu cortaria. Acho chato, inconveniente, tira um pouco o foco né?".
Em relação ao teclado alfanumérico, você encontra dificuldade?	"Como a tela do celular é pequena eu gosto mais do mais amplo, maior, o teclado e tudo mais...Na plataforma de estudos eu até entro pelo celular, mas como eu tenho o <i>notebook</i> eu já vou pra lá".
Qual a maior dificuldade enfrentada com o uso do <i>smartphone</i> ?	"Eu acho assim, eu até entro na plataforma pelo celular e chego no final do processo só que eu acho tudo muito pequenininho, tem que ficar dando "zoom", as vezes a tela foge, as vezes tem que fazer tudo de novo, a tela foge muito fácil, e as vezes a <i>internet</i> não tá boa".
Você sente dificuldade de se adaptar à sistemas recém atualizados?	"Eu me sinto um pouco perdida, tem que se adaptar tudo de novo...Aí tem que tentar descobrir o que mudou".

Resultado das entrevistas presenciais com o público sênior- parte III.

	Participante
Qual a sua idade?	63 anos
Você utiliza <i>smartphone</i> ou <i>tablet</i> ?	"Sim, eu utilizo <i>smartphone</i> ".
Quais os recursos você mais utiliza no seu <i>smartphone</i> ?	"Instagram, <i>Whatsapp</i> , <i>e-mail</i> , esse eu verifico religiosamente todos os dias, e quando eu quero pesquisar alguma coisa que eu não sei eu vou para o Google pesquisar, correr atrás. De banco eu também uso, Nubank, Bradesco e " <i>Bank of America</i> ".
Você já utilizou aplicativos para estudar?	"Sim, o Duolingo para aprender Inglês, e quando eu estava fazendo curso de Inglês presencialmente eu também utilizava um aplicativo. Na escola eles cediam para os alunos um computador com uma senha, a gente usava para fazer exercícios e para repetir palavras em Inglês e treinar a língua.
Existe a versão <i>mobile</i> dessa plataforma de estudos?	"Tinha a versão <i>mobile</i> pra fazer em casa, mas eu nunca acessava porque eu trabalhava e não dava tempo, e também por desinteresse meu, porque na escola eu tinha <i>laptop</i> grande, era todo mundo junto aprendendo, era aquela <i>vibe</i> presencial, mais legal".
Qual é o seu aplicativo preferido de uso no <i>smartphone</i> ?	"Eu gosto muito e já utilizo há 2 anos para estudar, o Duolingo, eu domino. Eu gosto muito porque ele tem a parte sonora, o <i>feedback</i> . Ele é muito dinâmico, os exercícios são variados...Ele conhece o aluno, ele conhece as dificuldades do aluno, ele tem todo um histórico do meu aprendizado, tem premiações, tem um chamamento por meio da carinha dos bonequinhos, felizes ou tristes por eu estar em falta com a tarefa".
Existe alguma dificuldade de uso neste aplicativo?	"As vezes dá uma travada, eu acho que eles têm dificuldade de mandar exercícios mais imediatos, aí fica ali rodando, rodando, rodando, aí eu saio da página".
Você considera interessante os elementos lúdicos?	"Acho muito interessante, porque isso aí é que dá vida ao aplicativo né? A expressão, as cores, estimula o aprendizado. Até se eu quiser compartilhar nas redes sociais todo o meu empenho, a medalha que eu ganhei, o pódio que eu estou em relação aos outros, eu posso compartilhar, já fiz isso várias vezes".
O aplicativo apresenta gráficos de desempenho?	"Sim, eu consigo ver tudo...semanal, quinzenal, mensal, ele traz todo o histórico daquele mês corrente e também em relação ao outro mês, quanto que eu subi, quanto que eu desci..."
Existem propagandas e anúncios de <i>marketing</i> no <i>app</i> ?	"Ah tem, muito! Isso é muito chato, mas ele tem uma proposta, que se eu pagar um plano aí nunca mais eu vou precisar assistir propaganda, mas eu nunca me interessei em pagar".
Em qual dos aplicativos do seu <i>smartphone</i> você enfrenta mais dificuldade de uso?	"O aplicativo de planilhas, como eu trabalho com vendas eu tenho necessidade de ter uma planilha mas eu não tenho noção de como se faz. E também a minha maior dificuldade no celular é a digitação, eu não consigo digitar como a maioria das pessoas com os dois dedos, eu consigo somente com um dedo.

Em relação ao teclado alfanumérico, você encontra dificuldade?	"Muita! O teclado é muito pequeno, os números são muito pequenos, e olha que o meu dedo é pequenininho também, mas eu sinto muita dificuldade. Eu gostaria que números e letras fossem maiores, no <i>e-mail</i> e no <i>Whatsapp</i> "
Você se sente amparado quando se depara com tutoriais e passo-a-passo instrucionais?	"Quando eu me interesso eu leio, quando eu acho que não tem necessidade eu não leio o tutorial, a maioria das vezes eu acho cansativo porque o aplicativo já é tão autoexplicativo né?"
Você sente dificuldade de se adaptar à sistemas recém atualizados?	"Sim, me sinto confusa, as atualizações poderiam não ser tão modificadas...Tem vezes que a atualização melhora, os ícones ficam maiores, as letras ficam maiores, mas tem vezes que eles diminuem e aí eu fico torcendo pra atualizar de novo e mudar para o tamanho grande".
Em relação ao tamanho dos textos, você enfrenta dificuldades de leitura?	"A minha maior dificuldade é que eu tenho que mexer pra cá e mexer pra lá pra ler, tem que ficar arrastando a tela pro lado pra poder ler, e isso é muito ruim...o texto não aparece inteiro, ele fica cortado então tem que ficar passando para o lado. Eu fico tonta porque eu tenho labirintite. Quando é assim eu prefiro imprimir no papel e ler o texto impresso.

**APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO PARA ENTREVISTA COM USUÁRIOS
DA CATEGORIA JOVEM E SÊNIOR**

Cód.	Perguntas
P1	Qual o seu nome?
P2	Qual a sua idade
P3	Qual a sua ocupação atual?
P4	Quais aplicativos educacionais você acessa/já acessou para estudar? Eles correspondem às suas necessidades?
P5	Quais os maiores benefícios apresentados por meio do uso desses aplicativos educacionais móveis?
P6	Quais recursos/funções são mais utilizados por você nessas plataformas?
P7	Existem recursos/ funções nesses sistemas que você gostaria de mudar, aprimorar ou acrescentar?
P8	Você prefere estudar por meio desses aplicativos ou pelos métodos tradicionais de ensino? Por que?
P10	Qual a sua maior dificuldade de uso durante a interação com o sistema?
P11	<p>Ordene as sentenças a seguir com a numeração entre 1 e 10, considerando 1 a sentença mais importante e 10 a sentença menos importante, de acordo com a sua opinião:</p> <p>() Preciso ver e ouvir os resultados de cada ação que eu realizo no sistema</p> <p>() Preciso que os ícones, símbolos e imagens sejam claros e legíveis</p> <p>() Quando eu cometo um erro, preciso que o sistema me informe imediatamente</p> <p>() Preciso que o sistema seja flexível, para que eu possa personalizar as configurações de acordo com as minhas preferências pessoais</p> <p>() Preciso que o sistema evite o excesso de informações textuais</p> <p>() Preciso que o sistema disponibilize parâmetros de acompanhamento do meu desempenho de estudos (relatórios, gráficos, etc.)</p> <p>() Preciso que o sistema ofereça opções de ajuda, e que sejam fáceis de encontrar</p> <p>() Preciso que o sistema disponibilize instruções de como utilizá-lo</p> <p>() Preciso que o sistema possua dinâmicas de gamificação para incentivar o aprendizado</p> <p>() Preciso que o sistema salve todas as informações e progressos de desempenho de forma automática)</p>

APÊNDICE H - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO CRIANÇAS



GABINETE DO REITOR

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) seu(ua) filho(a)/dependente está sendo convidado a participar de uma pesquisa de doutorado intitulada “Desenvolvimento de Heurísticas de Usabilidade segmentadas por faixas etárias para a avaliação de interfaces digitais em plataformas móveis de educação”, que fará uma entrevista tendo como objetivo neste estudo a investigação das percepções essenciais dos estudantes em relação à Aprendizagem Móvel, abordando tanto as suas vantagens quanto os desafios envolvidos. Será realizada também uma dinâmica.

Ao final deste trabalho, a pesquisadora pretende apresentar um conjunto de Heurísticas de Usabilidade que possam contribuir para auxiliar os desenvolvedores *web* e os designers de Interfaces na criação de sistemas cada vez mais sofisticados e amigáveis aos usuários.

Em vista do objetivo geral, configuram-se como objetivos específicos: realizar um levantamento de critérios ergonômicos relacionados ao uso de plataformas móveis de educação em *smartphones* e *tablets*; compreender as necessidades e limitações cognitivas dos diferentes grupos etários de estudantes no uso de plataformas móveis de educação; traçar um comparativo entre as percepções de cada grupo à fim de organizar e segmentar as exigências e necessidades de cada faixa etária; propor novos atributos de avaliação de interfaces e aperfeiçoar outros já existentes, baseando-se nos perfis e particularidades de cada grupo etário; testar este novo conjunto de heurísticas de usabilidade junto a plataformas de educação já implementadas.

Esta tese de doutorado almeja investigar a seguinte problemática: As heurísticas de usabilidade existentes na atualidade atendem de forma satisfatória as necessidades de usuários que operam plataformas educacionais móveis sob condições cognitivas distintas provenientes da idade? Quais novas heurísticas devem ser acrescentadas/reformuladas para cumprir com eficiência a demanda de exigências requerida pelo público de usuários deste segmento?

A entrevista a ser realizada com os participantes contém perguntas pertencentes à três categorias: perfil individual, experiências antecedentes com a Aprendizagem Móvel e preferências sobre a usabilidade de sistemas. As perguntas são em sua maioria abertas para flexibilizar o diálogo entre o interlocutor e o ouvinte. Este procedimento será realizado na Escola Estadual Básica José Simão Hess, localizada em Florianópolis/SC, considerando as vantagens deste ambiente neutro, seguro e familiar para o participante. A pesquisadora utilizará um gravador de voz para registrar as respostas e transcrever fidedignamente as informações coletadas. Não é obrigatório responder a todas as perguntas.

Após a aplicação do questionário haverá uma dinâmica com um grupo de 3 participantes. A pesquisadora apresentará cartões de papel que representam telas de um aplicativo móvel para que os alunos selecionem as interfaces de sua preferência. Esta dinâmica ocorrerá quatro vezes, em cada rodada aplicar-se-á uma categoria diferente de análise em relação às interfaces, sendo estas: *Layout*, Legibilidade, Ludicidade e Cor. Não é obrigatória participar de toda a atividade.

As informações coletadas serão armazenadas em um dispositivo físico, HD (*Hard Disk*) externo, de acesso restrito da pesquisadora. Os dados serão mantidos neste espaço de armazenamento durante o desenvolvimento da pesquisa e descartados 5 anos após a conclusão do doutorado. Para garantir que os documentos sejam apagados e destruídos de forma irreversível, será realizada uma formatação completa no dispositivo de armazenamento (*Hard Disk*).

O(a) seu(ua) filho(a)/dependente e seu/sua acompanhante não terão despesas e nem serão remunerados pela participação na pesquisa. Todas as despesas decorrentes de sua participação serão ressarcidas. Em caso de danos, decorrentes da pesquisa será garantida a indenização.

A entrevista pode envolver potenciais riscos **de gradação mínima** para os participantes. É importante considerar os possíveis constrangimentos emocionais, a violação da privacidade, e o desconforto físico (como cansaço e fadiga) que podem surgir durante o processo. Em relação aos riscos físicos e constrangimentos emocionais, a pesquisadora está comprometida em criar um ambiente acolhedor e seguro para os participantes. As perguntas do questionário foram elaboradas respeitando a sensibilidade dos temas abordados. Além disso,

a pesquisadora encorajará a abertura e a honestidade, buscando transmitir empatia e compreensão ao longo da entrevista.

Durante a dinâmica de grupo, enfatiza-se a importância de se garantir o bem-estar emocional das crianças. Nesse sentido, a pesquisadora estará atenta aos sinais de desconforto, estresse ou ansiedade, verbais e não-verbais, comprometendo-se a tomar medidas para oferecer suporte emocional, se necessário. É fundamental destacar a importância de se respeitar os limites individuais das crianças e garantir que elas se sintam seguras e respeitadas durante toda a atividade.

No que diz respeito à violação da privacidade, serão tomadas todas as medidas necessárias para garantir a confidencialidade das informações coletadas, assegurando que suas respostas e dados pessoais sejam tratados com sigilo e usados apenas para fins acadêmicos.

Após a conclusão da pesquisa, a pesquisadora assegura o acesso aos resultados individuais e coletivos.

A identidade do(a) seu(a) filho(a)/dependente será preservada pois cada indivíduo será identificado por um número.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo correspondem à geração de contribuições científicas para o avanço na área de IHC (Interação Humano-Computador). A partir do desenvolvimento do estudo, designers de interface, desenvolvedores de sistemas e pesquisadores da área de Usabilidade poderão explorá-lo com o intuito de realizar a apreciação das interfaces em aplicativos educacionais já existentes ou novos que se encontram em fases projetuais, potencializando assim a usabilidade destas plataformas.

A pessoa que estará acompanhando os procedimentos será a pesquisadora Karolina Nunes Tolentino Costa, estudante de doutorado, aluna regular do Programa de Pós-Graduação em Design da UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina).

O(a) senhor(a) poderá retirar o(a) seu(a) filho(a)/dependente do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

Solicitamos a sua autorização para o uso dos dados do(a) seu(a) filho(a)/dependente para a produção de artigos técnicos e científicos. A privacidade do(a) seu(a) filho(a)/dependente será mantida através da não-identificação do nome.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o participante da pesquisa.

NOME DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PARA CONTATO: Karolina Nunes Tolentino Costa

NÚMERO DO TELEFONE: (48) 9 9612-8656

ENDEREÇO: Av. Me. Benvenuta, 2007 - Itacorubi, Florianópolis - SC

ASSINATURA DO PESQUISADOR: *Karolina N.T. Costa*

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – CEPESH/UDESC

Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi – Florianópolis – SC - 88035-901

Fone: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 - E-mail: cep.udesc@gmail.com

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SRTV 701, Via W 5 Norte – Lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte - Brasília-DF - 70719-040

Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a respeito do meu(minha) filho(a)/dependente serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em meu(minha) filho(a)/dependente, e que fui informado que posso retirar meu(minha) filho(a)/dependente do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso _____

Assinatura _____ Local: _____ Data: ____/____/____.

APÊNDICE I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO JOVENS



GABINETE DO REITOR

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) senhor(a) está sendo convidado a participar de uma pesquisa de doutorado intitulada “Desenvolvimento de Heurísticas de Usabilidade segmentadas por faixas etárias para a avaliação de interfaces digitais em plataformas móveis de educação”, que fará uma entrevista tendo como objetivo neste estudo a investigação das percepções essenciais dos estudantes em relação à Aprendizagem Móvel, abordando tanto as suas vantagens quanto os desafios envolvidos. Ao final deste trabalho, a pesquisadora pretende apresentar um conjunto de Heurísticas de Usabilidade que possam contribuir para auxiliar os desenvolvedores *web* e os designers de Interfaces na criação de sistemas cada vez mais sofisticados e amigáveis aos usuários.

Em vista do objetivo geral, configuram-se como objetivos específicos: realizar um levantamento de critérios ergonômicos relacionados ao uso de plataformas móveis de educação em *smartphones* e *tablets*; compreender as necessidades e limitações cognitivas dos diferentes grupos etários de estudantes no uso de plataformas móveis de educação; traçar um comparativo entre as percepções de cada grupo à fim de organizar e segmentar as exigências e necessidades de cada faixa etária; propor novos atributos de avaliação de interfaces e aperfeiçoar outros já existentes, baseando-se nos perfis e particularidades de cada grupo etário; testar este novo conjunto de heurísticas de usabilidade junto a plataformas de educação já implementadas.

Esta tese de doutorado almeja investigar a seguinte problemática: As heurísticas de usabilidade existentes na atualidade atendem de forma satisfatória as necessidades de usuários que operam plataformas educacionais móveis sob condições cognitivas distintas provenientes da idade? Quais novas heurísticas devem ser acrescentadas/reformuladas para cumprir com eficiência a demanda de exigências requerida pelo público de usuários deste segmento?

A entrevista a ser realizada com os participantes contém perguntas pertencentes à três categorias: perfil individual, experiências antecedentes com a Aprendizagem Móvel e preferências sobre a usabilidade de sistemas. As perguntas são em sua maioria abertas para flexibilizar o diálogo entre o interlocutor e o ouvinte. Este procedimento será realizado na Escola SESC – Prainha, localizada em Florianópolis/SC, considerando as vantagens deste ambiente neutro, seguro e familiar para o participante. A pesquisadora utilizará um gravador de voz para registrar as respostas e transcrever fidedignamente as informações coletadas. Não é obrigatório responder a todas as perguntas.

As informações coletadas serão armazenadas em um dispositivo físico, HD (*Hard Disk*) externo, de acesso restrito da pesquisadora. Os dados serão mantidos neste espaço de armazenamento durante o desenvolvimento da pesquisa e descartados 5 anos após a conclusão do doutorado. Para garantir que os documentos sejam apagados e destruídos de forma irreversível, será realizada uma formatação completa no dispositivo de armazenamento (*Hard Disk*). Para o tratamento dos dados serão realizadas associações, categorizações e o cruzamento das informações para examinar e interpretar estes elementos. É da responsabilidade do pesquisador o armazenamento adequado dos dados coletados, bem como os procedimentos para assegurar o sigilo e a confidencialidade das informações do participante da pesquisa.

O(a) Senhor(a) não terá despesas e nem será remunerado(a) pela participação na pesquisa. Em caso de danos, decorrentes da pesquisa será garantida a indenização.

A entrevista pode envolver potenciais riscos de gradação mínima para os participantes. É importante considerar os possíveis constrangimentos emocionais, a violação da privacidade, e o desconforto físico (como cansaço e fadiga) que podem surgir durante o processo. Em relação aos riscos físicos e constrangimentos

emocionais, a pesquisadora está comprometida em criar um ambiente acolhedor e seguro para os participantes. As perguntas do questionário foram elaboradas respeitando a sensibilidade dos temas abordados. Além disso, a pesquisadora encorajará a abertura e a honestidade, buscando transmitir empatia e compreensão ao longo da entrevista.

No que diz respeito à violação da privacidade, serão tomadas todas as medidas necessárias para garantir a confidencialidade das informações coletadas, assegurando que suas respostas e dados pessoais sejam tratados com sigilo e usados apenas para fins acadêmicos.

Após a conclusão da pesquisa, a pesquisadora assegura o acesso aos resultados individuais e coletivos.

A sua identidade será preservada pois cada indivíduo será identificado por um número.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo correspondem à geração de contribuições científicas para o avanço na área de IHC (Interação Humano-Computador). A partir do desenvolvimento do estudo, designers de interface, desenvolvedores de sistemas e pesquisadores da área de Usabilidade poderão explorá-lo com o intuito de realizar a apreciação das interfaces em aplicativos educacionais já existentes ou novos que se encontram em fases projetuais, potencializando assim a usabilidade destas plataformas.

A pessoa que estará acompanhando os procedimentos será a pesquisadora Karolina Nunes Tolentino Costa, estudante de doutorado, aluna regular do Programa de Pós-Graduação em Design da UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina).

O(a) senhor(a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o participante da pesquisa.

NOME DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PARA CONTATO: Karolina Nunes Tolentino Costa

NÚMERO DO TELEFONE: (48) 9 9612-8656

ENDEREÇO: Av. Me. Benvenuta, 2007 - Itacorubi, Florianópolis - SC

ASSINATURA DO PESQUISADOR: *Karolina N. T. Costa*

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – CEPESH/UDESC

Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi – Florianópolis – SC - 88035-901

Fone/Fax: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 - E-mail: cep.udesc@gmail.com

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SRTV 701, Via W 5 Norte – lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte - Brasília-DF - 70719-040

Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim, e que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso _____

Assinatura _____ Local: _____ Data: ____/____/____.

Avenida Madre Benvenuta, 2007, Itacorubi, CEP 88035-901, Florianópolis, SC, Brasil.

Telefone/Fax: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 - E-mail: cep.udesc@gmail.com

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SRTV 701, Via W 5 Norte – Lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte - Brasília-DF - 70719-040

Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br

APÊNDICE J - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO IDOSOS



GABINETE DO REITOR

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) senhor(a) está sendo convidado a participar de uma pesquisa doutorado intitulada "Desenvolvimento de Heurísticas de Usabilidade segmentadas por faixas etárias para a avaliação de interfaces digitais em plataformas móveis de educação", que fará uma entrevista tendo como objetivo neste estudo a investigação das percepções essenciais dos estudantes em relação à Aprendizagem Móvel, abordando tanto as suas vantagens quanto os desafios envolvidos. Ao final deste trabalho, a pesquisadora pretende apresentar um conjunto de Heurísticas de Usabilidade que possam contribuir para auxiliar os desenvolvedores web e os designers de Interfaces na criação de sistemas cada vez mais sofisticados e amigáveis aos usuários.

Em vista do objetivo geral, configuram-se como objetivos específicos: realizar um levantamento de critérios ergonômicos relacionados ao uso de plataformas móveis de educação em *smartphones* e *tablets*; compreender as necessidades e limitações cognitivas dos diferentes grupos etários de estudantes no uso de plataformas móveis de educação; traçar um comparativo entre as percepções de cada grupo à fim de organizar e segmentar as exigências e necessidades de cada faixa etária; propor novos atributos de avaliação de interfaces e aperfeiçoar outros já existentes, baseando-se nos perfis e particularidades de cada grupo etário; testar este novo conjunto de heurísticas de usabilidade junto a plataformas de educação já implementadas.

Esta tese de doutorado almeja investigar a seguinte problemática: As heurísticas de usabilidade existentes na atualidade atendem de forma satisfatória as necessidades de usuários que operam plataformas educacionais móveis sob condições cognitivas distintas provenientes da idade? Quais novas heurísticas devem ser acrescentadas/reformuladas para cumprir com eficiência a demanda de exigências requerida pelo público de usuários deste segmento?

Serão previamente marcados a data e horário (via e-mail) para a entrevista. O questionário utilizado na entrevista contém perguntas pertencentes à três categorias: perfil individual, experiências antecedentes com a Aprendizagem Móvel e preferências sobre a usabilidade de sistemas. As perguntas são em sua maioria abertas para flexibilizar o diálogo entre o interlocutor e o ouvinte. A entrevista será realizada em espaços de circulação pública, como praças, parques ou centros comerciais de grande porte, localizados em Florianópolis/SC, a depender da predileção do participante. A pesquisadora utilizará um gravador de voz para registrar as respostas e transcrever fidedignamente as informações coletadas. Não é obrigatório responder a todas as perguntas.

As informações coletadas serão armazenadas em um dispositivo físico, HD (*Hard Disk*) externo, de acesso restrito da pesquisadora. Os dados serão mantidos neste espaço de armazenamento durante o desenvolvimento da pesquisa e descartados 5 anos após a conclusão do doutorado. Para garantir que os documentos sejam apagados e destruídos de forma irreversível, será realizada uma formatação completa no dispositivo de armazenamento (*Hard Disk*).

Para o tratamento dos dados serão realizadas associações, categorizações e o cruzamento das informações para examinar e interpretar estes elementos. É da responsabilidade do pesquisador o armazenamento adequado dos dados coletados, bem como os procedimentos para assegurar o sigilo e a confidencialidade das informações do participante da pesquisa.

O(a) Senhor(a) terá despesas e nem serão remunerados pela participação na pesquisa. Em caso de danos decorrentes da pesquisa será garantida a indenização.

A entrevista pode envolver potenciais riscos de gradação mínima para os participantes. É importante considerar os possíveis constrangimentos emocionais, a violação da privacidade, e o desconforto físico (como

Avenida Madre Benvenuta, 2007, Itacorubi, CEP 88035-901, Florianópolis, SC, Brasil.

Telefone/Fax: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 - E-mail: cep.udesc@gmail.com

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SRTV 701, Via W 5 Norte – Lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte - Brasília-DF - 70719-040

Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br

cansaço e fadiga) que podem surgir durante o processo. Em relação aos riscos físicos e constrangimentos emocionais, a pesquisadora está comprometida em criar um ambiente acolhedor e seguro para os participantes. As perguntas do questionário foram elaboradas respeitando a sensibilidade dos temas abordados. Além disso, a pesquisadora encorajará a abertura e a honestidade, buscando transmitir empatia e compreensão ao longo da entrevista.

No que diz respeito à violação da privacidade, serão tomadas todas as medidas necessárias para garantir a confidencialidade das informações coletadas, assegurando que suas respostas e dados pessoais sejam tratados com sigilo e usados apenas para fins acadêmicos.

Após a conclusão da pesquisa, a pesquisadora assegura acesso aos resultados individuais e coletivos.

A sua identidade será preservada pois cada indivíduo será identificado por um número.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo correspondem à geração de contribuições científicas para o avanço na área de IHC (Interação Humano-Computador). A partir do desenvolvimento do estudo, designers de interface, desenvolvedores de sistemas e pesquisadores da área de Usabilidade poderão explorá-lo com o intuito de realizar a apreciação das interfaces em aplicativos educacionais já existentes ou novos que se encontram em fases projetuais, potencializando assim a usabilidade destas plataformas.

A pessoa que estará acompanhando os procedimentos será a pesquisadora Karolina Nunes Tolentino Costa, estudante de doutorado, aluna regular do Programa de Pós-Graduação em Design da UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina).

O(a) senhor(a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos.

A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o participante da pesquisa.

NOME DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PARA CONTATO: Karolina Nunes Tolentino Costa

NÚMERO DO TELEFONE: (48) 9 9612-8656

ENDEREÇO: Av. Me. Benvenuta, 2007 - Itacorubi, Florianópolis - SC

ASSINATURA DO PESQUISADOR:

Karolina N. T. Costa

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – CEPESH/UDESC

Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi – Florianópolis – SC-88035-901

Fone/Fax: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 - E-mail: cep.udesc@gmail.com

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SRTV 701, Via W 5 Norte – lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte - Brasília-DF - 70719-040

Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim, e que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso _____

Assinatura _____ Local: _____ Data: ____/____/____.

Avenida Madre Benvenuta, 2007, Itacorubi, CEP 88035-901, Florianópolis, SC, Brasil.

Telefone/Fax: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 - E-mail: cep.udesc@gmail.com

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SRTV 701, Via W 5 Norte – Lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte - Brasília-DF - 70719-040

Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br

APÊNDICE K- CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES



CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES

Permito que sejam realizadas () fotografia, () filmagem ou () gravação de minha pessoa para fins da pesquisa científica intitulada “Desenvolvimento de Heurísticas de Usabilidade segmentadas por faixas etárias para a avaliação de interfaces digitais em plataformas móveis de educação”, e concordo que o material e informações obtidas relacionadas à minha pessoa possam ser publicados eventos científicos ou publicações científicas. Porém, a minha pessoa não deve ser identificada por nome ou rosto em qualquer uma das vias de publicação ou uso.

As () fotografias, () vídeos e () gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e, sob a guarda dos mesmos.

_____, ____ de _____ de _____
Local e Data

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do responsável ou do Participante

Avenida Madre Benvenuta, 2007, Itacorubi, CEP 88035-901, Florianópolis, SC, Brasil.
Telefone/Fax: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 - E-mail: cep.udesc@gmail.com
CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
SRTV 701, Via W 5 Norte – Lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte - Brasília-DF - 70719-040
Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br

APÊNDICE L - TERMO DE ASSENTIMENTO PARA O PÚBLICO INFANTIL



Termo de Assentimento

Eu _____ aceito participar de uma pesquisa chamada "Desenvolvimento de Heurísticas de Usabilidade segmentadas por faixas etárias para a avaliação de interfaces digitais em plataformas móveis de educação". A pesquisadora responsável, Karolina Nunes Tolentino Costa, me explicou tudo para que eu possa entender o que vai acontecer.

Nesse estudo, serão entrevistadas crianças, assim como eu, que já usaram dispositivos móveis para atividades de aprendizagem, como celulares e *tablets*. Serão feitas 10 perguntas para entender o que eu mais gosto e acho difícil nesse formato de estudo.

A entrevista será realizada na escola em que eu estudo, "Escola Estadual Básica José Simão Hess", em Florianópolis/SC. Esse ambiente foi escolhido porque é um lugar seguro e conhecido pelos alunos.

Depois das perguntas vamos fazer uma dinâmica em grupo. Essa atividade corresponde à uma "brincadeira" com cartões de papel que representam as telas de um aplicativo de celular. Eu vou escolher as telas que mais gosto e explicar o porquê da minha escolha. Vamos fazer essa atividade quatro vezes.

A entrevista e a dinâmica em grupo vão durar mais ou menos 30 minutos. A pesquisadora vai usar um gravador de voz para garantir que todas as respostas sejam anotadas de forma correta, sem nenhum erro.

A pesquisadora garante que a minha privacidade será protegida, e as minhas respostas e escolhas serão mantidas sempre em sigilo, ou seja, em segredo. Ninguém saberá que eu estou participando da pesquisa, exceto a pesquisadora. Ela me explicou também que o meu nome não aparecerá em lugar nenhum.

Avenida Madre Benvenuta, 2007, Itacorubi, CEP 88035-901, Florianópolis, SC, Brasil.
Telefone/Fax: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 – E-mail: cep.udesc@gmail.com
CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
SRTV 701, Via W 5 Norte – lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte - Brasília-DF - 70719-040
Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br

Durante as atividades é importante pensar que algumas coisas podem deixar nós, os participantes, desconfortáveis, evergonhados ou cansados, **esses riscos são mínimos**. Para evitar que isso aconteça, a pesquisadora garante que vai criar um ambiente de pesquisa seguro e confortável para todos. As perguntas do questionário foram feitas com cuidado para não serem difíceis ou delicadas. A pesquisadora quer que todos se sintam à vontade para falar abertamente durante toda a entrevista, por isso, vai prestar atenção se alguém parecer desconfortável, estressado ou ansioso, tanto pelas palavras quanto pelas expressões faciais ou corporais. Se alguém precisar, a pesquisadora vai ajudar e dar apoio emocional. É muito importante respeitar os sentimentos de cada um e garantir que todos se sintam seguros e respeitados.

Depois que a pesquisa acabar, os resultados serão informados à escola (Escola Estadual Básica José Simão Hess), podendo ser acessado por mim e meus pais ou responsáveis. Também poderá ser publicada em uma revista, ou livro, ou conferência, etc.

Os benefícios e vantagens de participar deste estudo são muito legais! Ele vai ajudar a melhorar os aplicativos educacionais que usamos no celular e no *tablet*. Os designers, programadores, e pesquisadores vão poder aprender mais sobre como fazer os aplicativos ficarem mais fáceis de usar e mais legais de usar também. Assim, a gente vai poder aprender e se divertir ainda mais com eles. É como se fosse uma equipe de super-heróis trabalhando para deixar os aplicativos incríveis!

Eu não sou obrigado(a) a participar da pesquisa, eu decido se quero participar ou não, ninguém ficará bravo ou desapontado por isso, e o tratamento da pesquisadora ou do professor (a) não mudará comigo. Eu posso dizer sim agora e mudar de ideia depois e tudo continuará bem. Dessa forma, concordo livremente em participar do estudo, sabendo que posso desistir a qualquer momento, se assim eu desejar.

Caso precise, eu ou meus pais/responsáveis poderão entrar em contato com a pesquisadora para conversar sobre a pesquisa, utilizando o seguinte contato: (48) 99612-8656.

Assinatura da criança/adolescente: _____

Assinatura dos pais/responsáveis: _____

Ass. Pesquisador: _____

Avenida Madre Benvenuta, 2007, Itacorubi, CEP 88035-901, Florianópolis, SC, Brasil.

Telefone/Fax: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 – E-mail: cep.udesc@gmail.com

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SRTV 701, Via W 5 Norte – lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte - Brasília-DF - 70719-040

Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br

APÊNDICE M - RESPOSTAS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO HEURÍSTICA (HE)

Interfaces voltadas ao segmento infantil

	Participante 1	Participante 2
H1- heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Baixo	Baixo
Descreva o problema	Não existe um tutorial de primeiro uso, tendo o usuário que descobrir por tentativa e erro, porém é bastante simples e visual	Ele não disponibiliza um tutorial consultável a qualquer momento. No entanto, o áudio é simples e alguns jogos possui orientação extra, como uma mão que mostra o movimento a ser realizado.
H2- heurística violada?	Não	Não
H3 - heurística violada?	Não	Não
H4 – heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Alto
Descreva o problema	<p>Problema detectado pelo Participante 2: A página inicial possui uma lista longa de letras, dificultando a rolagem para chegar à letra desejada e ocasionando cliques acidentais em outras letras. Também é necessário dar um clique duplo nos ícones de voltar e configuração; no entanto, isso não é explicado, podendo parecer uma falha do aplicativo. Alguns jogos possuem uma mecânica ruim e algumas falhas, como:</p> <p>O jogo do trator, com uma lentidão excessiva.</p> <p>O jogo do submarino, onde subir e descer é complicado pelo espaço disponível, além de a seta de voltar não mudar de cor como nas outras páginas e apresentar alguns travamentos.</p> <p>O jogo da garra apresenta um botão de configuração que não realiza nenhuma função.</p> <p>Observação: estas não são as atividades principais, mas sim as disponíveis no botão com um controle de videogame logo após a letra.</p>	
H5 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Moderado
Descreva o problema	<p>Problema detectado pelo Participante 2:</p> <p>Não ensina as sílabas e as acentuações (não parece ser o objetivo do app, ele é focado apenas no alfabeto).</p> <p>Possui alguns jogos monótonos como o jogo do trator.</p>	
H6 –heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Baixo

Descreva o problema relacionado com a	Só permite o uso na horizontal, é um limite, mas foi uma escolha do desenvolvedor	Limitar-se à orientação horizontal não parece um problema muito grande, talvez apenas pela restrição de liberdade do usuário. Além disso, algumas atividades apresentariam problemas na orientação vertical, visto que sua expansão horizontal diminuiria os elementos na tela, como na atividade do trem.
H7 - heurística violada?	Não	Não
H8 –heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Baixo
Descreva o problema	O aplicativo não dá um feedback sobre os erros, somente sobre os acertos	Não possui vibração e algumas atividades falham em demonstrar quando o usuário erra.
H9 – heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Alto
Descreva o problema.	O aplicativo tem uma versão paga sem anúncios, porém na versão gratuita há presença de muitos anúncios que não estão relacionados a criança, mas na maioria das vezes levam a comércios eletrônicos. E quando o usuário quer sair da atividade e voltar ao menu principal é quase impossível sair do anúncio sem ter que fechar o aplicativo.	Propagandas presentes na saída das atividades, o que atrapalha na experiência contínua e ininterrupta do aprendizado. Essas propagandas possuem botões pequenos de fechamento, podendo retirar a criança do app constantemente.
H10 –heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Moderado
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 2: Utiliza a soma para a área de controle dos pais, não possui restrições de atividades, ajuste de nível de dificuldade delas e nem limite de tempo de uso do app.	
Caso deseje deixar sugestões e comentários sobre as heurísticas e/ou sobre os problemas detectados nas interfaces, sua opinião será bem-vinda (opcional).	Não houve realização de comentários.	

Interfaces voltadas ao segmento juvenil

	Participante 1	Participante 2
H1 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Alto	Alto
Descreva o problema	Não vi a possibilidade de fazer contato com aulas, professores ou sugestões feitas a partir do aplicativo. É bastante simplificado tanto nos conteúdos como nos simulados	Não permite a troca de informações com tutores e não facilita o compartilhamento de links das questões. Após responder às questões, caso o usuário erre, não há nenhuma explicação sobre qual é a resposta correta e por que ela é a correta. Não oferece planos de estudo personalizados. Não foi encontrada uma área de ajuda, perguntas frequentes ou tutorial dentro do aplicativo, sendo necessário o envio de um e-mail. Não possui IA integrada.
H2 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Alto
Descreva o problema	Apesar de indicar quais as respostas estão certas ou erradas, criando um gráfico para isso, não chega e ser um sistema com gamificação como ranking, medalhas ou prêmios.	Atividades educacionais monótonas e repetitivas, contando apenas com simulados de bancos de perguntas. Não possui sistema de ranking nem de pontuação, apenas um gráfico de acertos e erros.
H3 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Alto
Descreva o problema	Existe um feedback simples com um gráfico de acertos e erros, porém nada maior que isso.	O feedback de acertos e erros só ocorre se, após responder à pergunta, o usuário apertar em "corrigir". Se ele clicar em "próxima", as respostas só podem ser visualizadas no final do simulado ao clicar em "revisar questões". Não há feedback vibracional nem auditivo. O feedback visual consiste na mudança de cores dos botões. Há muitos problemas quanto ao "reforço positivo": Na aba de histórico, são mostrados todos os simulados

		realizados e, caso o usuário falhe em algumas provas, aparecem emojis tristes. Não foram encontradas mensagens positivas durante o simulado nem ao final.
H4 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Alto	Moderado
Descreva o problema	Não achei nenhum recurso que faça o aplicativo ser modificado para modo noturno, ou possibilite personalização por parte dos usuários	Não possui "modo foco" e nem "modo noturno". Não permite a personalização das atividades didáticas conforme necessidades.
H5 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Alto
Descreva o problema	Os ícones são inteligíveis, e foi relativamente fácil achar as informações dos conteúdos. Porém o uso é limitado e linear, não permite uma exploração direcionada. Os assuntos são extremamente resumidos	Os maiores problemas visuais são o uso saturado das cores que podem cansar a visão rapidamente. Além disso, há uma ineficácia em criar destaques e hierarquia, como na aba superior, onde tudo está em vermelho e os botões só são identificados pela borda branca e os ícones. Existem, também, alguns problemas pontuais nos ícones, como o uso de uma "medalha" na aba de histórico, sendo que já é padronizado o uso do relógio com uma seta em sentido anti-horário.
H6 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Alto	Alto
Descreva o problema	Muitos anúncios publicitários durante o uso, mais parece um aplicativo feito para propaganda do que para o ensino.	Anúncios constantes durante todo o uso do app, até mesmo durante os simulados e o resumo das matérias. Algumas interrupções têm duração de até 15 segundos. Os anúncios só desaparecem caso o usuário esteja offline.
H7 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Alto
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 2: Muitas imagens são "pixeladas" e pequenas. Uma dica dada pelo aplicativo é	

	<p>utilizar o celular na horizontal; contudo, foi notado que algumas imagens ficam ainda menores do que na vertical. Existe ajuste de tamanho de fonte e alto contraste apenas no simulado. Por questões de acessibilidade, esses ajustes deveriam estar presentes em todo o app.</p> <p>O texto não tem margem com a tela, ficando muito próximo das bordas do smartphone. Falta um espaço em branco para melhorar a visualização.</p>	
H8 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Baixo
Descreva o problema	Assuntos muito resumidos, com muitas formulas e poucas explicações.	Essa heurística pode ser bastante debatida, pois "manter a estrutura dos conteúdos didáticos em consonância com os padrões conhecidos pelos estudantes" é difícil de avaliar o conteúdo e como ele deve ser organizado. Cada apostila ou livro pode seguir um padrão diferente, tornando essa informação variável. Contudo, duas melhorias poderiam ser implementadas: Simulados com questões específicas de determinado assunto. Por exemplo, um simulado apenas com questões de genética ou citologia, em vez de abranger toda a matéria de biologia. Permitir que o material já estudado seja arquivado ou marcado como "já visto". No entanto, este app parece ser mais focado nos simulados, e os resumos presentes estão em construção e são insuficientes.
H9 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Baixo
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 2: O tamanho do smartphone parece ser o real problema e não a interface.	
H10 - heurística violada?	Não	Sim
Caso você tenha detectado a violação dessa heurística, selecione o Grau de Severidade da violação.	Nenhum	Baixo

Descreva o problema relacionado com a violação da heurística.	Problema detectado pelo Participante 2: O problema observado está mais relacionado ao tamanho dos elementos quando exibidos na orientação horizontal. Por exemplo, na página inicial, o gráfico de acertos e erros fica excessivamente grande no modo horizontal	
Caso deseje deixar sugestões e comentários sobre as heurísticas e/ou sobre os problemas detectados nas interfaces, sua opinião será bem-vinda (opcional).	Talvez a proposta do aplicativo seja mais simples, não é um bom canal de estudo, mas algo para testar a possibilidade de se fazer o exame. Achei bem fraco, com poucas possibilidades de interação com o usuário, muito linear e resumido.	Como já dito, apenas a "H8 - Estrutura didática e organização." precisa de mais definição. Principalmente o que seria manter a estrutura dos <<< conteúdos didáticos >>> em consonância com os padrões conhecidos pelos estudantes. Talvez eu só tenha entendido errado.

Interfaces voltadas ao segmento sênior

	Participante 1	Participante 2
H1 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Alto
Descreva o problema	Fontes pequenas, e muitos elementos na tela principal causam confusão. Existem diferentes formas de se chegar nos cursos, através de tumbs (maiores e em primeiro lugar), ícones por categoria e um menu que fica na base.	Não foram encontradas orientações sobre como utilizar a plataforma, nem área de ajuda ou assistente virtual. Contudo, parece haver um orientador pedagógico e uma área de contato/suporte, mas não foi possível verificar o tempo de resposta.
H2 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Alto
Descreva o problema	A apresentação dos atalhos é meio confusa. Primeiro aparecem thumbnails maiores e com assuntos diversos, depois um menu de ícones divididos por categoria e por fim um menu fixo com quatro opções na base. São redundantes e podem ser simplificados ou melhor apresentados.	A tela gira apenas na área de estudar, mas, quando gira, os botões de voltar, ajustar fonte e modo noturno somem. As apostilas também não têm o espaçamento otimizado.
H3 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Alto	Moderado
Descreva o problema relacionado com a violação da heurística.	Não vi nenhum tipo de customização ou mesmo controle de cores e tamanho de fonte. Ficando preso aos recursos do próprio celular	Não foi encontrado o ajuste de brilho automático, e o modo noturno utiliza fundo escuro com texto claro. Não possui modo de alto contraste.
H4 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Alto
Descreva o problema	Não houve uma preocupação com legibilidade, nem com diferentes tipos de usuários. O design é simples e se relaciona mais com a programação do que com preocupações e soluções de design.	O problema se apresenta principalmente nas apostilas, onde não há uma hierarquia visual do texto bem estabelecida, dando a todos os títulos o mesmo peso de importância. Os títulos não são pontuados (exemplo: 1. INTRODUÇÃO; 1.1. Monitor) e não possuem cores, bordas e nem tamanhos diferentes, ou seja, nada que os destaque ou ajude a organizar a

		apostila. Outro problema grave é a falta de legendas nas imagens, o que acaba confundindo a imagem com o título do próximo tópico. Por exemplo, após a imagem do monitor vem escrito "teclado". O texto "teclado" se refere ao próximo tópico, mas, como está logo abaixo da imagem, pode induzir o usuário ao erro.
H5 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Alto	Alto
Descreva o problema	Não há feedbacks sensoriais, somente a possibilidade de se ver quais foram os erros cometidos na avaliação.	Não possui feedback sonoro e nem tátil.
H6 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Moderado
Descreva o problema	Existe um grau de confusão no layout do aplicativo, ora usa ícones, ora usa thumbnails, ora usa listas. As fontes são pequenas, e o uso horizontal não compensa visualmente esse tipo de uso. Não parece ser um aplicativo que seja adequado a terceira idade, a não ser pelos assuntos abordados.	O aplicativo adota uma linguagem simples e acessível; contudo, isso não é muito evidente no conteúdo dos cursos. O curso de informática básica traz uma série de termos técnicos, mas não se aprofunda neles nem faz analogias que poderiam explicar melhor as partes do computador.
H7 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Alto	Alto
Descreva o problema	Não há possibilidade de customização de tamanho de fonte, ou contraste de tela.	Existem apenas configurações de aumento da fonte e modo noturno, sendo elas restritas as apostilas. Não foi encontrado outro modo de configurar o aplicativo.
H8 - heurística violada?	Não	Não
H9 - heurística violada?	Não	Não
H10 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Moderado	Moderado

<p>Descreva o problema</p>	<p>Não há um sistema de recompensas, nem gamificação no aplicativo. Ele faz testes dos conceitos, e guarda os resultados, se a avaliação tiver pontuação alta ele permite que se imprima um certificado (o único tipo de recompensa).</p>	<p>Não foi visto nenhum dos elementos citados na heurística. As únicas mensagens direcionadas aos usuários são: (Não desanime, pode tentar novamente) e (Parabéns! Você foi aprovado com a nota X).</p>
<p>Caso deseje deixar sugestões e comentários sobre as heurísticas e/ou sobre os problemas detectados nas interfaces, sua opinião será bem-vinda (opcional).</p>	<p>Comentário do Participante 2: A maioria dos aplicativos gratuitos tem uma grande quantidade de anúncios para continuarem monetizando sem que sejam comprados. Muitas vezes essa propaganda é feita de forma agressiva e quase impossível de ser negada, o que desvia o propósito do aplicativo. Apesar de serem direcionados a públicos específicos muitas vezes não tem um cuidado com simplicidade, legibilidade ou aprendizagem de seus usuários.</p>	

APÊNDICE N - RESPOSTAS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO HEURÍSTICA (HC)

Interfaces voltadas ao segmento infantil

	Participante 3	Participante 4
H1 - heurística violada?	Sim	Não
Grau de Severidade	Moderado	Nenhum
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 3: As telas são bem parecidas, não achei tão simples saber exatamente em qual parte do aplicativo eu estou (tirando as telas dos joguinhos, claro).	
H2 - heurística violada?	Sim	Não
Grau de Severidade	Baixo	Nenhum
Descreva o problema relacionado com a violação da heurística.	Problema detectado pelo Participante 3: Achei estranho ter que clicar no botão de retorno duas vezes, sendo que a primeira só serve para destacar ele.	
H3 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Moderado
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 4: Não existe um botão para sair do app. É preciso utilizar o recurso do Android para finalizar o app ou sair da tela do jogo.	
H4 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade da violação.	Nenhum	Baixo
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 4: Necessário dois cliques no botão voltar. Em um primeiro momento eu estava condicionado a dar só um clique. Depois de um tempo o usuário se acostuma, mas é desconfortável.	
H5 - heurística violada?	Sim	Não
Grau de Severidade	Alto	Nenhum
Descreva o problema relacionado com a violação da heurística.	Problema detectado pelo Participante 3: Errei de propósito na maioria dos jogos e percebi que alguns acabam dando dicas, já outros permitem que a criança fique repetindo o erro sem nenhum aviso ou interrupção. Para mim, parece perder o sentido pedagógico além de manter o usuário "preso" sem aviso sobre o que há de errado.	
H6 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Baixo

Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 4: Em um primeiro momento não ficou claro que existia uma atividade que era modo "história" (uma série de atividades seguidas que contavam para o progresso), que uma era um conjunto de games e as outras eram atividades avulsas que se repetiam infinitamente. Recomendo um título para classificar os tipos de atividades.	
H7 - heurística violada?	Sim	Não
Grau de Severidade	Moderado	Nenhum
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 3: Existe certa flexibilização, mas achei insuficiente e mal planejada. Em alguma tela, que nem foi na de configurações, eu encontrei como mudar a fonte usada e, sinceramente, tem umas opções que não parecem fazer sentido, nem do ponto de vista de Design nem do ponto de vista pedagógico. Não sou cursada na pedagogia, mas achei muito estranho poder colocar uma fonte script em caixa alta para alfabetização. No mais, o aplicativo é bem autolimitado, tendo só várias formas de se repetir o reconhecimento visual e sonoro da letra, mas em opções muito similares, que parecem mais fazer volume do que realmente trazer flexibilidade.	
H8 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Baixo
Descreva o problema	Tirando a personalização duvidosa da escolha de fontes, sendo um aplicativo que parece direcionado para crianças me pareceu adequado. Precisa de algo atrativo, só não foi bem executado...	A seta do botão voltar (branca) se confunde as vezes com o cenário (nuvens brancas)
H9 - heurística violada?	Sim	Não
Grau de Severidade	Alto	Nenhum
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 3: Acho que enquadraria aqui também o que comentei sobre os jogos que permitem a contínua repetição do erro sem dar dicas ou interromper a ação.	
H10 - heurística violada?	Sim	Não
Grau de Severidade	Alto	Nenhum
Descreva o problema relacionado com a violação da heurística.	Problema detectado pelo Participante 3: Em alguns momentos até há sinais sonoros ou animações mostrando erros, não indo além disto. Em outros jogos, aparece uma placa com a letra correta. Há uma inconsistência no quanto e em como os jogos mostram que o usuário está cometendo um erro.	
Caso deseje deixar sugestões e comentários sobre as heurísticas e/ou	Propagandas indesejadas, mas acredito que é por conta da versão gratuita do jogo.	

sobre os problemas detectados nas interfaces, sua opinião será bem-vinda (opcional).	
--	--

Interfaces voltadas ao segmento juvenil

	Participante 3	Participante 4
H1 - heurística violada?	Sim	Não
Grau de Severidade	Moderado	Nenhum
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 3: O simulado até tem a marcação do progresso no topo, em forma de numeral apenas, mas no todo o aplicativo é bem rústico e não tem maiores indicações. Não parece tão grave porque as seções são bem sucintas e diferentes entre si, mas ao menos a marcação de progresso poderia melhorar, até porque tem um número lá (o mais à esquerda) que eu nem entendi para que serve...	
H2 - heurística violada?	Sim	Não
Grau de Severidade	Moderado	Nenhum
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 3: Achei difícil responder essa. O aplicativo tem alguns ícones e tenta manter um formato coerente, mas a aplicação deixa a desejar. Digamos que a heurística foi violada, mas houve uma tentativa!	
H3 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Baixo
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 4: Quando você está em uma disciplina você não consegue mudar para outra sem ter que voltar até o menu inicial	
H4 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Moderado
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 4: O ícone do simulado é um V. Geralmente esse símbolo é usado quando algo está correto ou finalizado. Deveriam utilizar outro ícone para identificar que se trata de simulados.	
H5 - heurística violada?	Não	Não
H6 - heurística violada?	Não	Não
H7 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Alto	Moderado
Descreva o problema	É um aplicativo que parece ter sido feito da melhor forma possível, mas faltando alguma coisa. A apresentação do conteúdo é super engessada, pouco atrativa, e não encontrei	Não existe possibilidade de personalização do aplicativo nem configuração de atalhos

	modo de mudar isso. Não digo isto nem por ter tanto texto, mas pelo texto ser mal trabalhado, sem respiro, tudo apertado e colado nas margens do celular... A única parte que notei alguma personalização foi na tela das questões do simulado, mas só com o essencial (tamanho de fonte, cor do fundo); e na tela inicial após responder questões que posso escolher o gráfico que me mostra minha taxa de erro/acerto, achei meio estranho estar ali mas não consegui tirar, só mudar o gráfico rs.	
H8 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Alto	Alto
Descreva o problema	Minimalista ele é, mas de um jeito ruim, né? rs. Bom, as interfaces são bem cansativas. Principalmente por se ter tanto texto deveria tudo ser bem fluído e fácil de ler, mas fica só o textão corrido de um lado a outro. Me lembrou site bem antigo na internet que era tudo blocadão.	Muitos elementos na tela inicial. A ferramenta sugere girar o dispositivo para melhorar a visualização, mas parece que piora. Existe um gráfico de desempenho de acertos/erros que ocupa toda a tela de visualização inicial no modo paisagem. Não existe um padrão de cores bem estabelecido.
H9 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Baixo
Descreva o problema	Problema detectado pelo Participante 4: Existe um contato por email para problemas ou sugestões apenas. A ajuda que ele fornece é para escolha de conteúdos para estudar, mas não orienta como usar o app.	
H10 - heurística violada?	Não	Não
Caso deseje deixar sugestões e comentários sobre as heurísticas e/ou sobre os problemas detectados nas interfaces, sua opinião será bem-vinda (opcional).	Não houve realização de comentários.	

Interfaces voltadas ao segmento sênior

	Participante 3	Participante 4
H1 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Baixo	Alto
Descreva o problema	Difícil dizer que sim, mas eu diria que a visibilidade é insuficiente. Por exemplo, na apostila dos cursos eu posso voltar e prosseguir, tem lá no texto o número do 'capítulo', mas eu não sei qual o total daquilo por onde estou navegando. Digo, eu estou na página ou capítulo 3 das tortas, mas quantas são no total? Antes de entrar na apostila acho que tinha essa informação, mas se eu estou no meio do estudo... já nem lembro do quanto tenho pela frente ou não rs.	Não identifiquei nenhuma barra de progresso sobre os materiais que eu já estudei e sobre as minhas notas dos cursos realizados. Só é possível ver que um curso foi concluído no botão de certificados. É tudo muito confuso pois você faz uma avaliação qualquer e já aparece a opção para obter um certificado sem ter lido as apostilas ou acertado as questões da prova.
H2 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Moderado
Descreva o problema	Problema identificado pelo Participante 4: O sistema não segue uma lógica natural. É necessário realizar muitas ações para entrar em um curso que está em andamento e não é possível saber o progresso do meu estudo.	
H3 - heurística violada?	Não	Não
H4 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Moderado
Descreva o problema	Problema identificado pelo Participante 4: Os ícones do menu inferior não fazem muito sentido para o tema sugerido.	
H5 - heurística violada?	Sim	Não
Grau de Severidade	Moderado	Nenhum

Descreva o problema	Problema identificado pelo Participante 3: Tentei ir para um teste em outro curso e fui avisada de que não tinha lido a apostila ainda rs, mas em vários outros momentos cruciais o aplicativo não confirma a ação, né? Como no envio do teste feito (era isso que eu queria testar), ele não confirma comigo se quero enviar mesmo as respostas. Também achei ruim o fato do relatório não me mostrar ONDE errei, ele diz se cada questão foi respondida corretamente ou não, mas nas erradas não aponta a resposta certa...	
H6 - heurística violada?	Não	Não
H7 - heurística violada?	Não	Sim
Grau de Severidade	Nenhum	Moderado
Descreva o problema	Problema identificado pelo Participante 4: Encontrei a opção de mudar para modo escuro na leitura de uma apostila, mas não existe um menu de configuração do aplicativo.	
H8 - heurística violada?	Sim	Sim
Grau de Severidade	Alto	Alto
Descreva o problema	Tem MUITA informação que não dá para saber do que se trata! A visualização dos cursos é bem prejudicada e tem interfaces que contam com informações que, supostamente, estariam em outra tela, como por exemplo o resultado da avaliação que tem a opção de imprimir relatório para ver, mas já consta ali na mesma tela onde tem o botão o mesmo tipo de informação do relatório... A tela inicial também parece aquelas "gavetas de bagunça", constando de tudo um pouco, meio junto e misturado, não consegui entender o propósito funcional dessa tela inicial.	Por se tratar de um app para idosos existe um excesso de informações na tela. Letras pequenas e muitas informações fazendo o usuário cansar facilmente. Promoções são anunciadas no menu inicial. O propósito principal da ferramenta acredito eu é ser uma plataforma de estudos e não um e-commerce de cursos.
H9 - heurística violada?	Não	Não
H10 - heurística violada?	Sim	Não
Grau de Severidade	Moderado	Nenhum
Descreva o problema	Problema identificado pelo Participante 3: Há inconsistência nos avisos e retornos.	

Caso deseje deixar sugestões e comentários sobre as heurísticas e/ou sobre os problemas detectados nas interfaces, sua opinião será bem-vinda (opcional).	<p>Não houve realização de comentários.</p>
--	---

ANEXO A - Carta de Anuência da Coordenadoria Regional de Educação (CRE) do estado de Santa Catarina

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
Coordenadoria Regional de Educação de Florianópolis
Rua Irina Bonavita, nº 240 - Capoeiras
CEP: 88090-150 - Florianópolis/SC
CNPJ: 82.951.328/0001-58



ESTADO DE SANTA CATARINA
Coordenadoria Regional da Grande Florianópolis
Rua: Irina Bonavita, 240 - Capoeiras Fone: 3665-8602/3665-4088

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE REALIZAÇÃO DE PROJETO DE PESQUISA

A COORDENADORIA REGIONAL DE EDUCAÇÃO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS está de acordo com a execução do projeto de pesquisa de Doutorado intitulado "DESENVOLVIMENTO DE HEURISTICAS DE USABILIDADE SEGMENTADAS POR FAIXAS ETÁRIAS PARA AVALIAÇÃO DE INTERFACES DIGITAIS EM PLATAFORMAS MÓVEIS DE EDUCAÇÃO" do(a) pesquisador(a) Karolina Nunes Tolentino Costa da Universidade do Estado de Santa Catarina — UDESC — Departamento de Pós-Graduação em Design - tendo como Orientador o Prof. Dr. Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos.

A Escola Estadual José Simão Hess, assume o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa pela autorização da coleta de dados durante os meses de março de 2024 até junho de 2024. Com a autorização da realização da pesquisa, ficam o/a pesquisador/a e seu orientador/a responsáveis pelos procedimentos de autorização do Comitê de Ética em Pesquisa e sua aprovação, conforme prevê esta portaria.

Declaramos ciência de que nossa instituição é coparticipante do presente projeto de pesquisa, e requeremos o compromisso do(a) pesquisador(a) responsável com o resguardo da segurança e bem-estar dos participantes de pesquisa nela recrutados. Autorizamos (X) OU Não autorizamos () a citação do nome da instituição nos títulos e textos das futuras publicações dos resultados do estudo.

Florianópolis, 21 de fevereiro de 2024.

Atenciosamente,


Rosana Maria Ostroski
Matrícula 331.748-0-02
CPF 591.637.209-48

Rosana Maria Ostroski Técnico em Educação

Coordenadoria Regional da Grande Florianópolis Fone: 3665-4088

Emails: supervisaoes18@sed.sc.gov.br