

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
CAMPUS TIMÓTEO**

Robson Henrique Pereira Nascimento

**UM ESTUDO DE RECOMENDAÇÕES PARA DESENVOLVIMENTO
DE TECNOLOGIAS ACESSÍVEIS DIRECIONADAS AO ENSINO E
APRENDIZAGEM DE PESSOAS COM TRANSTORNO DE
ESPECTRO AUTISTA**

Timóteo

2022

Robson Henrique Pereira Nascimento

**UM ESTUDO DE RECOMENDAÇÕES PARA DESENVOLVIMENTO
DE TECNOLOGIAS ACESSÍVEIS DIRECIONADAS AO ENSINO E
APRENDIZAGEM DE PESSOAS COM TRANSTORNO DE
ESPECTRO AUTISTA**

Monografia apresentada à Coordenação de Engenharia de Computação do Campus Timóteo do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Viviane Cota Silva

Timóteo

2022

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
CAMPUS TIMÓTEO**

Robson Henrique Pereira Nascimento

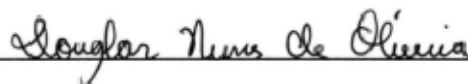
**UM ESTUDO DE RECOMENDAÇÕES PARA DESENVOLVIMENTO DE
TECNOLOGIAS ACESSÍVEIS DIRECIONADAS AO ENSINO E
APRENDIZAGEM DE PESSOAS COM TRANSTORNO DE ESPECTRO
AUTISTA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de Computação
do Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais, campus Timóteo, como requisito
parcial para obtenção do título de Engenheiro de
Computação.

Trabalho aprovado. Timóteo, 01 de Dezembro de 2022:



Prof. Dra. Viviane Cota Silva
Orientador



Prof. Me. Douglas Nunes de Oliveira
Professor Convidado



Prof. Dr. Lucas Pantuza Amorim
Professor Convidado

Timóteo
2022

Este trabalho é dedicado aos meus pais,
pois, é graças aos seus esforços
que hoje posso concluir este
ciclo.

Dedico também a todos que
participaram dessa intensa
jornada.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por estar sempre presente em minha vida, me guiando e me protegendo das dificuldades, me conduzindo para boas direções e me dando força e saúde para seguir enfrentando e vencendo os obstáculos do caminho.

Agradeço aos meus pais, Epaminondas Pereira Nascimento Filho e Cor Maria Ozélia de Jesus Nascimento, por sempre acreditarem em mim, investindo tempo, dedicação e esforço para minha formação acadêmica.

Agradeço ao meu irmão, Henrique Guilherme Pereira Nascimento, pelo dia que me aconselhou em relação à escolha do meu curso no ensino superior, sendo fundamental para minha entrada na graduação de engenharia de computação.

Agradeço minha namorada, Marianna Alves de Sá Miranda, por estar ao meu lado durante toda essa árdua jornada, sendo uma fiel conselheira e ombro amigo nos momentos de dificuldades, além de apoiar e me motivar para o desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço meus companheiros de CEFET-MG que passaram por diversos obstáculos juntos a mim e hoje me trazem memórias inenarráveis sobre todo o processo vivido até a conclusão desse ciclo. Vocês também fazem parte dessa vitória.

Agradeço a todos os profissionais do CEFET-MG campus Timóteo, sem nenhuma exceção, que por muitas vezes foram amigos, psicólogos, professores, coaching e pais, acreditando sempre no sucesso dos alunos da instituição.

Em especial, quero deixar exposto minha grande admiração pelos professores do CEFET-MG campus Timóteo, pois, são os verdadeiros transformadores da sociedade. Que Deus os abençoe e lhes tragam muito sucesso, pois, felizes serão aqueles que transferem o que sabem.

Agradeço minha orientadora, Viviane Cota Silva, por aceitar o desafio de dar continuidade ao trabalho iniciado anteriormente. Agradeço também pela paciência e pelos conhecimentos compartilhados que foram essenciais para conclusão desse trabalho.

Agradeço também minha primeira orientadora, Márcia Valéria Rodrigues Ferreira, que me apresentou o projeto Anatome que foi de fundamental importância por me aconselhar sobre o tema e atuação que seria realizada nesse trabalho.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma participou dessa linda trajetória e torceram por mim.

Muito obrigado!

*"Deficiente ou restrito nunca foi o indivíduo, e sim tudo que impede
atendimento igual para casos especiais".
Alex DogWalker Piracicaba*

Resumo

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é considerado um impedimento invasivo no desenvolvimento individual da pessoa, onde estaria presente um padrão de desenvolvimento anormal e/ou comprometimento, manifestando comportamento atípico das habilidades da pessoa relacionadas às três áreas: interação social, comunicação e comportamento. Nesse contexto, o sistema acadêmico precisa evoluir para reconhecer e valorizar a aprendizagem inclusiva independente das necessidades específicas de um estudante com TEA com o uso de recursos computacionais que tem se tornado ferramenta de apoio para estratégias de intervenção no ensino e aprendizagem. Para o desenvolvimento de software para pessoas com TEA, torna-se necessário considerar aspectos específicos de design que possibilitem boas experiências desses usuários com o aplicativo. No entanto, os estudos que analisam o desenvolvimento e usabilidade de tecnologias sob a perspectiva da acessibilidade, ainda são limitados principalmente para cenários de áreas específicas como anatomia. Neste trabalho, identificamos recomendações para o desenvolvimento de interface de software direcionadas aos usuários com autismo e estudantes de anatomia, a partir das diretrizes fortemente recomendadas na literatura. Baseando-se nessas recomendações e através da análise sistemática de literatura, foram apontadas 27 heurísticas direcionadas ao desenvolvimento de dispositivos móveis acessíveis que apoiam o ensino e aprendizagem de Anatomia para estudantes com Transtorno de Espectro Autista.

Palavras-chave: Heurística, Recomendação, Usabilidade, Anatomia, Tecnologia Acessível, Transtorno do Espectro Autista.

Abstract

Autism Spectrum Disorder (ASD) is considered an invasive impediment in the individual development of the person, where an abnormal development pattern would be present and/or commitment, manifesting atypical behavior of the person's skills related to the three areas: social interaction, communication and behavior. In this context, the academic system needs to evolve to recognize and value inclusive learning regardless of the specific needs of a student with an ASD using resources computational resources that have become a support tool for intervention strategies in the teaching and learning. For the development of software for people with ASD, it is necessary to consider specific design aspects that enable good experiences of these users with the application. However, studies that analyze the development and usability of technologies from the perspective of accessibility, are still limited mainly to scenarios of specific areas such as anatomy. In this article, we identify recommendations for the development of user-oriented software interfaces with autism and anatomy students, based on the guidelines strongly recommended in literature. Based on these recommendations and through systematic literature review, 27 heuristics were identified aimed at the development of accessible mobile devices that support the teaching and learning of Anatomy for students with Disorder Autistic Spectrum.

Keywords: Heuristics, Recommendation, Usability, Anatomy, Affordable Technology, Autism Spectrum Disorder.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Conceitos de Avaliação Heurística.	20
Figura 2 – Sistemática da Pesquisa baseada na RSL de Kitchenham et al. (2010). . . .	24
Figura 3 – Síntede de Dados da Pesquisa.	31
Figura 4 – Estatística das Heurísticas direcionadas para QE1.	50
Figura 5 – Estatística das Heurísticas direcionadas para QE2.	52
Figura 6 – Estatística das Heurísticas direcionadas para QE3.	53

Lista de tabelas

Tabela 1 – Associação de Características das Pessoas com TEA.	19
Tabela 2 – Definições dos Conceitos de Avaliação.	20
Tabela 3 – Questões de Pesquisa.	26
Tabela 4 – Termos de Busca.	27
Tabela 5 – Identificação das Bases de Dados.	28
Tabela 6 – Quantidade Preliminar por Bases de Dados.	29
Tabela 7 – Termos de Busca Aplicados às Bases.	30
Tabela 8 – Relação de Trabalhos Selecionados.	31
Tabela 9 – Artigos de Pesquisas Encontradas após Síntese.	32
Tabela 10 – Heurística para Design e Usabilidade de Aplicativos Mobile por Inostroza e Rusu (2014).	33
Tabela 11 – Heurística de Usabilidade e Recomendação em Smartphone por Costa et al. (2019).	35
Tabela 12 – Atributos Relevantes para Heurística de Usabilidade em Aplicação Mobile por Weichbroth (2020).	36
Tabela 13 – Atributos Estéticos e Funcionais apresentados por Schefer, Areão e Zaina (2018).	37
Tabela 14 – Recomendações para construção de interfaces para aplicativos mobiles da saúde por Mendoza-González et al. (2012).	38
Tabela 15 – Recomendações baseada na aplicação proposta por Juanes et al. (2014).	40
Tabela 16 – Recomendações baseada na análise de ensino da anatomia ocular em aplicativos móveis proposta por Méndez e Aparicio (2020).	41
Tabela 17 – Recomendações baseada na análise de ensino da anatomia ocular em aplicativos móveis proposta por Méndez e Aparicio (2020).	42
Tabela 18 – Recomendações baseada no padrão de desenvolvimendo de software para pessoas com TEA proposto por Gomes et al. (2021).	43
Tabela 19 – Estratégias voltadas aos ensino de alunos com TEA mencionado por Stuurman et al. (2019).	44
Tabela 20 – Diretrizes extraídas da pesquisa proposta por Mejía-Figueroa, Cisnero e Juárez-Ramírez (2016).	45
Tabela 21 – Recomendações baseadas na analise proposta por Patra e Dash (2017).	46
Tabela 22 – Diretrizes e definições apresentadas para avaliação e importância da acessibilidade proposta por Ballantyne et al. (2018).	47
Tabela 23 – Características triviais para acessibilidade proposta por Arias et al. (2022).	48
Tabela 24 – Heurísticas direcionadas à QE1 baseadas na recorrência das diretrizes encontradas nos trabalhos.	49
Tabela 25 – Heurísticas direcionadas à QE2 baseadas na recorrência das diretrizes encontradas nos trabalhos.	51

Tabela 26 – Heurísticas direcionadas à QE3 baseadas na recorrência das diretrizes encontradas nos trabalhos.	52
--	----

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problema	14
1.2	Justificativa	14
1.3	Objetivos	15
1.3.1	Objetivos Específicos	15
1.4	Estrutura da monografia	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Pesquisa Bibliográfica	17
2.1.1	Tecnologia Acessível na Web	17
2.1.2	Transtorno de Espectro Autista	18
2.1.3	Usabilidade	19
2.1.4	Heurística	19
2.1.5	Revisão Sistemática da Literatura - RSL	21
2.2	Trabalhos Correlatos	22
2.2.1	GAIA	22
2.2.2	Anatome	22
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
3.1	Etapa de Planejamento	25
3.2	Etapa de Execução	25
3.3	Etapa de Resultados	25
4	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	26
4.1	Etapa de Planejamento da RSL	26
4.1.1	Questão de Pesquisa	26
4.1.2	Termos de Busca	27
4.1.3	Identificação das Bases de Dados	28
4.1.4	Definição dos Critérios	28
4.2	Etapa de Execução da RSL	29
4.2.1	Busca e Seleção	29
4.2.2	Síntese	31
4.2.3	Relato da Revisão	33
4.2.3.1	QE1 - Quais são as heurísticas de usabilidade para aplicações a serem executados em dispositivos móveis?	33
4.2.3.2	QE2 - Quais são as heurísticas de usabilidade para aplicações direcionadas ao ensinos de Anatomia?	38
4.2.3.3	QE3 - Quais são as heurísticas de usabilidade para aplicações acessíveis e/ou direcionadas às pessoas com TEA?	43

4.3	Análise e Resultado	49
5	CONCLUSÃO	57
5.1	Trabalhos Futuros	58
	REFERÊNCIAS	60

1 Introdução

“Investir em conhecimento rende sempre os melhores juros”.
Benjamin Franklin

A inserção de alunos com deficiência na educação superior é uma realidade necessária no Brasil. Realidade apresentada nos dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais em relação às matrículas realizadas por pessoas com deficiência no ensino superior (INEP, 2020). Em 2019, foram registradas em torno de 8,5 milhões de matrículas de alunos, sendo que aproximadamente 48 mil foram realizadas por pessoas com alguma deficiência (BONDEZAN; GÓES; SOARES, 2022).

De acordo com Cano (2016), 1,4% da população brasileira possui algum tipo de Transtorno de Espectro Autista. A inclusão do número de brasileiros com Transtorno de Espectro Autista (TEA) nos questionários do CENSO só foi adotada oficialmente em 2020, após a Lei 13.861/2019 (SAMPAIO; FARIAS, 2020).

Pela Classificação Internacional de Doenças (CID), o autismo é considerado como um Transtorno Invasivo do Desenvolvimento, onde estaria presente um padrão de desenvolvimento anormal e/ou comprometimento manifestos antes dos três anos de idade. O funcionamento atípico das habilidades da pessoa estaria relacionado a três áreas: interação social, comunicação e comportamento (BONDEZAN; GÓES; SOARES, 2022).

A aprendizagem inclusiva das pessoas diagnosticadas com TEA, parte do reconhecimento e valorização da diversidade como fator de enriquecimento do processo educacional (DEUS, 2012). Estabelecer mudanças na instituição e na formação docente propõe autonomia e igualdade para todos os alunos, indiferentes de suas necessidades individuais (DEUS, 2012).

Neste contexto a motivação deste trabalho parte da idealização do projeto Anatome em sua proposta de acessibilidade. O Anatome propôs um desenvolvimento orientado a modelos e requisitos de tecnologia acessíveis para apoiar o ensino e a aprendizagem autônoma de alunos das áreas das ciências biológicas. O projeto foi desenvolvido por profissionais da computação em parceria com professores de Anatomia e participação de pessoas com deficiência (FERREIRA, 2019).

Atualmente o Anatome apresenta um protótipo de sistema web para utilização dos professores e um mobile para os alunos estudantes da anatomia humana. O protótipo foi implementado com acessibilidade aos alunos cegos e com baixa visão, estando aberto para desenvolvimento de uma nova feature de acessibilidade destinada às pessoas com TEA (FERREIRA, 2019).

O processo de formação do estudante das áreas de ciências biológicas, que apresenta

Anatomia como disciplina básica, ainda apresenta características de um ensino tradicional, sendo os alunos considerados sujeitos passivos desse processo de ensino e aprendizagem (RODRIGUES; CRUZ, 2019).

A Anatomia é a ciência que estuda a constituição e o desenvolvimento macro e microscópicos dos seres vivos (CALAZANS, 2013). Assim, as disciplinas de Anatomia tem como objetivo a compreensão da nomenclatura e localização das estruturas do corpo humano, correlacionando-as com as suas respectivas funções (BRAZ, 2009).

O ensino da Anatomia, para todos os alunos, ainda é visto como um desafio devido à complexidade etimológica da sua terminologia (GUIMARÃES et al., 2020). Para Santarosa e Conforto (2015), existem alternativas para auxiliar os estudantes com TEA, com o uso das tecnologias digitais acessíveis, que podem contribuir com a comunicação de pessoas com autismo e ainda operar como recursos de empoderamento, ampliando a possibilidade de integração social.

Para investigar as heurísticas de usabilidade existentes relacionadas à aprendizagem de Anatomia para alunos com Transtorno do Espectro Autista, será realizada uma pesquisa exploratória. Essa atividade servirá como base de recomendação no desenvolvimento de um nova acessibilidade no projeto Anatome, voltada ao público com TEA, através de uma revisão de literatura.

1.1 Problema

Trabalhos apontam que pesquisas precisam ser direcionadas às pessoas com autismo para tornar ambientes acessíveis e inclusivos (OPAS/OMS Brasil, 2017). A World Wide Web Consortium (W3C), principal organização de padronização de internet, já tem por objetivo a padronização de conteúdos (W3C, 2013). Porém, não abordam heurísticas específicas para tecnologias acessíveis direcionadas aos estudantes com autismo da área de Anatomia. Portanto, a presente pesquisa visa responder a seguinte pergunta: Quais são as heurísticas de usabilidades voltadas para o desenvolvimento de aplicativos para aprendizagem de Anatomia por estudantes com Transtorno de Espectro Autista?

1.2 Justificativa

O tema proposto parte de uma questão social com direito previsto na constituição. A Constituição Cidadã, vigente no Brasil, estabelece no art. 205, que “A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Federal n. 9.394/96), ao tratar da educação básica, também firma que o Estado deve assegurar a todos “a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhes meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”.

A inclusão de estudantes acadêmicos com deficiência também é regulamentada pela Lei Brasileira de Inclusão LBI (BRASIL, 2015) e pela Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008). Os estudantes com TEA, têm esses mesmos direitos assegurados nas regulamentações (LIMA, 2021) e previstos na Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista (BRASIL, 2012).

Assim, o Brasil é um país onde a educação é um direito assegurado para todos, independente das especificidades que cada pessoa apresente (BRASIL, 2010). Neste sentido, a inserção de alunos com TEA é uma realidade necessária para o cumprimento das políticas e legislações que regulamentam o sistema educacional brasileiro.

Entretanto, pesquisas demonstram que a inclusão acadêmica de pessoas com TEA é um desafio constante às instituições de ensino mesmo com o amparo dos decretos e leis, pois necessitam de inovações com o uso de tecnologia acessível para enfrentar e vencer esses obstáculos pedagógicos (LIMA, 2021).

A inclusão e a diversidade nas instituições de ensino superior necessitam priorizar o ensino de qualidade para todos os alunos, aperfeiçoando e modernizando os sistemas educacionais, visando garantir condições de acesso, permanência, e aprendizagem integral e formativa dos estudantes (GUIMARÃES et al., 2020).

Os recursos computacionais têm sido utilizados como uma ferramenta de apoio para estas estratégias de intervenção com o uso de tecnologia acessível. Para Rodrigues (2020), a utilização da tecnologia computacional é bem vista como uma ferramenta para ajudar a trabalhar as habilidades de pessoas com autismo, desde crianças até a fase adulta.

Assim, por se tratar de um assunto importante à comunidade acadêmica e também de aspecto social, é necessário que se tenham diretrizes que considerem as especificidades dos estudantes com Transtorno de Espectro Autista, que cursam o ensino superior com disciplinas da área de Anatomia.

1.3 Objetivos

O objetivo desta pesquisa é identificar um conjunto de recomendações direcionadas ao desenvolvimento de aplicativos acessíveis que apoiam o ensino e aprendizagem de Anatomia para estudantes com Transtorno de Espectro Autista.

1.3.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Identificar um conjunto de recomendações específicas de usabilidade em aplicações para dispositivos móveis;
- Identificar um conjunto de recomendações específicas de usabilidade para tecnologias de ensino e aprendizado de Anatomia;

- Identificar um conjunto de recomendações específicas de usabilidade para aplicações, a serem executadas, por usuários com TEA;

1.4 Estrutura da monografia

- O Capítulo 1 apresenta a contextualização da pesquisa, o problema, a justificativa e os objetivos do trabalho;
- O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica sobre os principais temas desse trabalho e os trabalhos correlatos que poderiam dar embasamento à presente pesquisa;
- O Capítulo 3 apresenta a metodologia adotada na pesquisa para o desenvolvimento do trabalho;
- O Capítulo 4 apresenta o desenvolvimento e os resultados encontrados na pesquisa;
- O Capítulo 5 apresenta a conclusão e as considerações finais da pesquisa a partir dos resultados.

2 Revisão de Literatura

*“Se o lugar não permite acesso a todas as pessoas,
esse lugar é deficiente”.*

Thais Frota

Neste capítulo, são abordadas as definições necessárias para o desenvolvimento deste trabalho. A primeira seção descreve os conceitos essenciais da pesquisa e da revisão sistemática de literatura (RSL). A segunda seção apresenta os trabalhos correlatos ao ensino e para aprendizagem acessível com recomendações de interfaces destinadas aos estudantes com TEA.

2.1 Pesquisa Bibliográfica

Esta seção descreve os conceitos de Tecnologia Acessível, Transtorno de Espectro Autista (TEA), Usabilidade, Avaliação Heurística e Revisão Sistemática da Literatura. Para isso foi realizada uma revisão da literatura utilizando artigos científicos, revistas, teses e dissertações que tratam sobre o tema de pesquisa.

2.1.1 Tecnologia Acessível na Web

A tecnologia acessível na web é uma ferramenta para inclusão, tendo o objetivo de gerar novas possibilidades de comunicação às pessoas com necessidades específicas, dando suporte visual, permitindo a comunicação através de textos, imagens e vídeos (CARNEIRO et al., 2020). As novas tecnologias de informação e comunicação (NTICs) promoveram alternativas de ensino e aprendizagem, dando oportunidade a diversas classes incluindo aqueles que necessitam de apoio direcionado (COSTA; MARINHO; MARINHO, 2018).

Algumas mídias disponíveis como o trabalho da World Wide Web Consortium (W3C), principal organização de padronização da internet, já tem por objetivo padronizar todo conteúdo da web tornando-os acessível a todos:

“Acessibilidade na web é a possibilidade e a condição de alcance, percepção, entendimento e interação para a utilização, a participação e a contribuição, em igualdade de oportunidades, com segurança e autonomia, em sítios e serviços disponíveis na web, por qualquer indivíduo, independentemente de sua capacidade motora, visual, auditiva, intelectual, cultural ou social, a qualquer momento, em qualquer local e em qualquer ambiente físico ou computacional e a partir de qualquer dispositivo de acesso.” (W3C, 2013)

A W3C tem se dedicado à construção das Diretrizes de Acessibilidade de Conteúdo da Web (WCAG, 2018), que definem como tornar o conteúdo da Web acessível, voltada às pessoas com necessidades específicas. Essas diretrizes também são voltadas às pessoas com autismo independente da sua faixa etária.

Além disso, podem ser aplicadas para ampla gama de pessoas com deficiência, incluindo visuais, auditivas, físicas, cognitivas, neurológicas e de aprendizagem (CALDWELL et al., 2008). Estas construções são executadas pelo WAI (Web Accessibility Initiative), sendo parte do W3C responsável por desenvolver estratégias, diretrizes e recursos para acessibilidade Web.

2.1.2 Transtorno de Espectro Autista

O Transtorno do Espectro Autista (TEA), popularmente chamado de autismo, é definido como um transtorno complexo e neurológico do desenvolvimento da pessoa, caracterizado pelas alterações comportamentais do intelecto, da comunicação e da interação social (CUMIM; MÄDER, 2020). Estes sintomas estão presentes no indivíduo desde a sua infância e podem oscilar desde pessoas com deficiência intelectual até pessoas com quociente de inteligência típico (BONDEZAN; GÓES; SOARES, 2022).

As definições do TEA surge a partir da evolução das pesquisas em relação as definições do autismo. Em 1943, Kanner conceituou o autismo como distúrbio autístico de contato afetivo e caracterizado como: perturbações da comunicação afetiva com o meio, extrema solidão, dificuldades de comunicação e cognição, comportamentos padronizados e predominante no sexo masculino. Em 1944, Asperger em seu estudo usou a definição de Psicopatia Autística, caracterizada pelo transtorno severo na comunicação social, fala afetada, inabilidade motora e que ocorriam apenas no sexo masculino (TAMANAH; PERISSINOTO; CHIARI, 2008).

Em 2000, o DSM-IV define que o autismo consiste na presença de um desenvolvimento prejudicado ou anormal na comunicação social e um conjunto restrito de atividades e interesses. O CID-10 (2000) acrescenta classificando como um desenvolvimento anormal ou modificado que se manifesta antes dos três anos de idade. Em 2013, o DSM-IV(2013) define o autismo como Transtorno do Espectro Autista (TEA), sendo a definição mais aceita no âmbito educacional (TAMANAH; PERISSINOTO; CHIARI, 2008).

O termo Transtorno do Espectro Autista está diretamente relacionado aos diferentes graus de autismo que vão se movimentando ao longo de um espectro, sendo que a palavra espectro indica a diversidade da manifestação e dos graus em que ocorrem os sintomas do autismo (GOMES, 2015). Existem algumas comorbidades que podem estar associada ao TEA como hiperatividade, distúrbios do sono e epilepsia, mas a compreensão dos aspectos do TEA ao longo da história possibilitou os tratamentos precoces e intervenções terapêuticas (GRIESI-OLIVEIRA; SERTIÉ, 2017).

De acordo com Camaliente, Kondo e Rocha (2021), analisando pessoas com TEA que tiveram prejuízo nas características afetadas, apresenta que o TEA acolhe diferentes conjunturas assinaladas por um agrupamento de particularidades como, a dificuldade de comunicação por deficiência no domínio da linguagem, padrão de comportamento restritivo e repetitivo, dificuldade de socialização e uso da imaginação, sendo que tais características podem se manifestar isoladamente ou em conjunto.

Sobre as características apresentadas por uma pessoa com TEA que tiveram prejuízos

comportamentais, Souza, Benitez e Carmo (2021) fizeram um levantamento relacionando as habilidades com o comportamento afetado. Tais características são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Associação de Características das Pessoas com TEA.

Habilidade	Comportamento
Social	Déficit de reciprocidade social. Dificuldade de interagir e se relacionar com outras pessoas. Falta de participação ativa. Dificuldade de sustentar conversação com outras pessoas. Dificuldade de compreender os sentimentos de outras pessoas.
Comunicação	Dificuldades de expressão verbal e não verbal. Evitar contato visual. Repetir palavras e frases insistentemente.
Interesse	Comportamentos repetitivos. Imitações. Apego a objetos. Fascínio com movimento de peças. Resistência a mudanças ou alterações de rotina. Insistência em determinadas rotinas. Repertório restrito de atividades.

Fonte: Souza, Benitez e Carmo (2021)

2.1.3 Usabilidade

O conceito de Usabilidade é caracterizado pela efetividade objetiva na forma de qualidade do produto tecnológico, que permite identificar se uma interface é de fácil e intuitiva utilização por parte do usuário final (MOURA, 2015). A palavra usabilidade, no cenário tecnológico de aplicação, também é empregada para definir um conjunto de heurísticas para melhoria na utilização do produto final (ROSA; VALENTIM, 2020).

Por Moura (2015), os detalhes de usabilidade a serem avaliados envolve os aspetos da Interação Humano-Computador (IHC), com objetivo de tornar o uso eficaz, eficiente e agradável para o usuário. Alguns pesquisadores da usabilidade já propuseram teses sobre o assunto, propondo métodos diferentes sobre o modelo de avaliação. Foram desenvolvidas técnicas de avaliação de usabilidade baseada em questionários, modelos formais, ensaios de interação e checklists.

2.1.4 Heurística

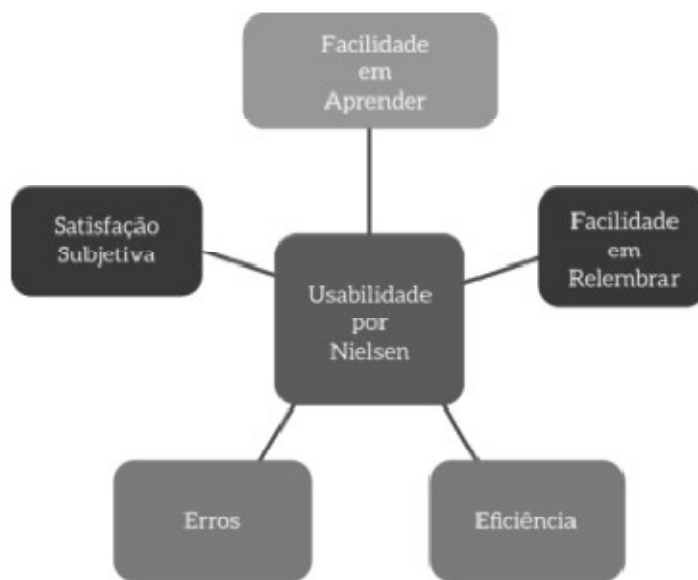
Os métodos de Heurística para interface de tecnologias web e mobile são fundamentadas pela engenharia cognitiva, objetivando-se de técnicas para criação de sistemas computacionais que necessitam do menor esforço cognitivo do usuário na utilização da ferramenta (MACIEL et al., 2004).

Para Nielsen (2005), avaliar a usabilidade de uma interface envolve não apenas medir questões relativas às funcionalidades de um software, mas também a facilidade de seu uso

como ferramenta de trabalho, tendo como um dos principais desafios a redução do tempo necessário para aprendermos a utilizar o sistema. A base da avaliação são as diretrizes de usabilidade, definidas como Heurísticas.

Dessa forma, a Figura 1 sintetiza os conceitos definidos por Nielsen como parâmetro de Avaliação Heurísticas:

Figura 1 – Conceitos de Avaliação Heurística.



Fonte: Nielsen (2005)

A Tabela 2 apresenta a definição dos conceitos apresentados na Figura 1 e proposto por Nielsen:

Tabela 2 – Definições dos Conceitos de Avaliação.

Conceito	Definição
Facilidade de Aprendizagem	Conta como a primeira experiência, o primeiro contato que o utilizador tem com o sistema. O diálogo a manter deve ser simples e de fácil compreensão, para que o utilizador saiba o que fazer e onde fazer. As mensagens devem ser claras e o sistema deve informar sobre o que o usuário está fazendo.
Facilidade de Relembrar	Há duas palavras fulcrais que têm de caracterizar um website: Relembrar e Fácil de aprender. Se este conceito for aplicado com sucesso, então as tarefas serão fáceis para o utilizador.

Continua na próxima página

Tabela 2 – Continuação

Conceito	Definição
Eficiência	O website precisa de ser eficiente no uso, para que, uma vez aprendido, o utilizador tenha um nível elevado de produtividade na sua consulta. Portanto, eficiência refere-se a utilizadores experientes, após um certo tempo de uso;
Erros	Sabe-se que todos os websites estão suscetíveis a erros, mas tentar minimizá-los, fazendo testes de análise constantes e principalmente acompanhar as novas formas de como os utilizadores utilizam ajuda neste processo. As mensagens de erro que aparecem devem ser amigáveis. As caixas de alerta só afastam os utilizadores.
Satisfação Subjetiva	Os utilizadores devem gostar, e devem ficar satisfeitos ao usar o website. O conteúdo deve ser fácil de ser compreendida. A formalidade não faz parte da web. O cliente deve sentir o prazer na leitura ou na interpretação de um produto, e não ter dúvidas

Fonte: Nielsen (2005)

2.1.5 Revisão Sistemática da Literatura - RSL

De acordo com Galvão e Ricarte (2019), a RSL é uma modalidade de pesquisa baseada em orientações específicas, com o objetivo de entender e documentar o que funciona e o que não funciona num determinado contexto. Dessa forma, deve-se apresentar de forma explícita as bases de dados bibliográficos que foram consultadas, as estratégias de busca adotadas, o processo de seleção, os critérios de inclusão e exclusão, o processo de análise e as limitações encontradas na revisão.

Ainda por Galvão e Ricarte (2019) as revisões sistemáticas devem ser produzidas de forma abrangente e não tendenciosa em seu desenvolvimento. O autor ainda afirma que uma RSL produzida de forma correta, pode ser a melhor opção para se tomar decisões, pois, seguem um método científico explícito com evidências e apresentam resultados novos.

Assim, para se produzir uma RSL é preciso alcançar credibilidade em uma revisão bibliográfica; isto é, adotar uma abordagem sistemática utilizando estratégias e um método sistematizado para realizar as buscas e analisar os resultados obtidos. Esta condução rigorosa é o que permite o pesquisador responsável encontrar direções para sua abordagem, possibilitando futuras pesquisas e utilização dos resultados por outros pesquisadores (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

2.2 Trabalhos Correlatos

Esta seção priorizou a busca de pesquisas existentes em contextos similares que poderiam fornecer auxílio na construção do presente trabalho. As buscas foram realizadas em pesquisas científicas desenvolvidas nos últimos 10 anos. Dentre os trabalhos encontrados, os que mais poderiam servir como base à presente pesquisa foram os projetos GAIA e o Anatome, detalhados a seguir.

2.2.1 GAIA

O GAIA (BRITTO, 2016) que vem do inglês *Guidelines for Accessible Interfaces for Autistics* ou Diretrizes para Interfaces Acessíveis para Autistas, foi desenvolvida pela autora através de investigação da literatura, em busca de recomendações para projetos de interfaces acessíveis, considerando as barreiras enfrentadas por pessoas com TEA ao interagir com sistemas computacionais.

O objetivo da Britto (2016) foi propor um conjunto de recomendações de acessibilidade para o design de interface e interação de aplicações web com foco nas características e necessidades de pessoas com Autismo. Este conjunto de diretrizes e recomendações passou a ser chamado de *guidelines* pela autora.

As *guidelines* propostas no GAIA, são orientações voltadas aos projetistas e desenvolvedores de interfaces computacionais. Estas orientações são direcionadas às tomadas de decisões dos responsáveis pelas interfaces, sugerindo informações e recursos coerentes com as necessidades específicas da pessoa com autismo em qualquer idade (BRITTO, 2016).

Ainda por Britto (2016), estas *guidelines* permitem o desenvolvimento de interfaces que melhor atendam às características e necessidades de seus usuários com diferentes habilidades, de modo a reduzir o tempo de uso, o tempo de compreensão do conteúdo, o manuseio da interface e a melhoria da apresentação da interface em relação aos ícones e símbolos.

Na prática, a ideia do GAIA é utilizar um conjunto de diretrizes encontradas em pesquisas e relacionar ao contexto de sua aplicação, propondo ao final uma interface contextualizada com a necessidade de uma pessoa com autismo.

2.2.2 Anatome

O Anatome (FERREIRA, 2019) foi desenvolvido visando o apoio à aprendizagem dos estudantes e à elaboração dos conteúdos pelos professores, de forma personalizada para cada disciplina da Anatomia nos diferentes cursos.

Foi implementado um protótipo do sistema Anatome, para prover acessibilidade aos estudantes com baixa visão, cegos e estudantes sem deficiência. Também foi implementado um protótipo do sistema Anatome-AT para elaboração dos conteúdos acessíveis aos estudantes com deficiência visual e sem deficiência.

Além dos protótipos implementados, foram elaborados modelos e requisitos para nortear o desenvolvimento de tecnologias acessíveis a estudantes com ou sem deficiência. Assim,

pode-se estender as funcionalidades dos sistemas Anatome e Anatome-AT para dar acessibilidade a estudantes com diferentes necessidades específicas.

O público-alvo dos modelos e requisitos são desenvolvedores de software, que devem trabalhar em parceria com professores de Anatomia e pessoas com as necessidades específicas que o módulo a ser desenvolvido irá prover acessibilidade.

O Anatome dá suporte tanto ao estudo quanto ao treinamento no processo de aprendizagem. O foco do desenvolvimento do projeto é a autonomia dos estudantes, principalmente nas atividades extraclasse, de forma que eles possam estudar e treinar os conteúdos de anatomia sem a necessidade de terceiros para conseguir realizar estas atividades.

Dentro os trabalhos encontrados, o Anatome é o único que apoia as atividades dos alunos e dos professores. Permite elaboração de conteúdo personalizado à disciplina de Anatomia nos diferentes cursos, e apoia tanto o estudo quanto o treinamento dos estudantes na parte prática e teórica.

Dessa forma, o Anatome foi avaliado como a melhor proposta de apoio ao ensino e aprendizagem das disciplinas de Anatomia. No entanto, o protótipo atual é restrito às pessoas cegas, com baixa visão e sem deficiência, não provendo acessibilidade para pessoa com TEA.

3 Procedimentos Metodológicos

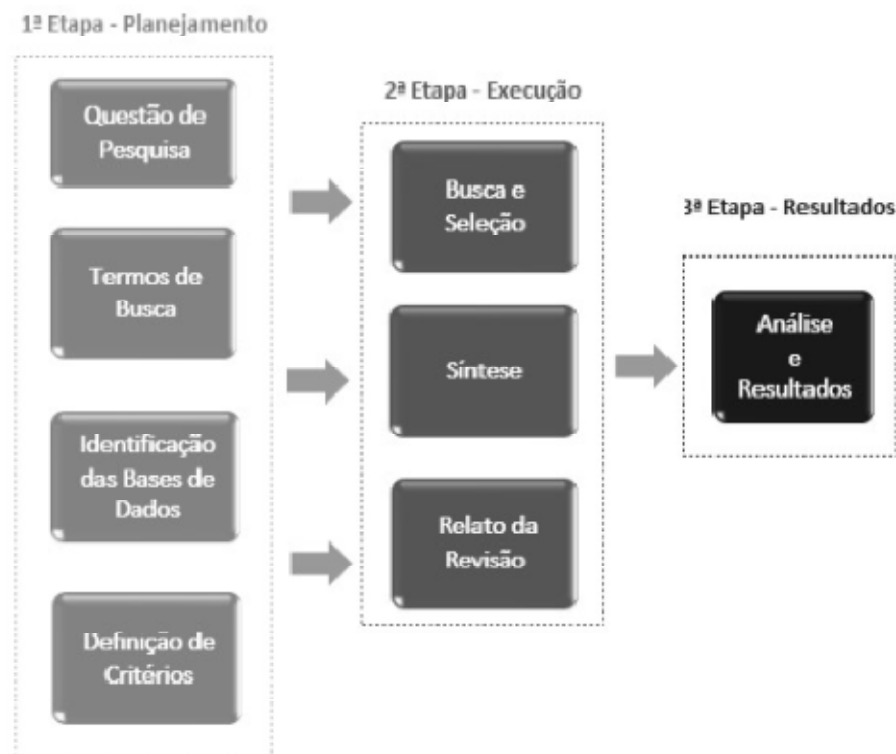
“O autismo não se cura, se compreende”.
Autismo Ávila

Este capítulo apresenta as etapas de execução do processo de pesquisa para o desenvolvimento do trabalho. Determinado por Raupp e Beuren (2006), este estudo é uma pesquisa exploratória, sendo realizada a partir de investigações em bases de dados científicas, visando proporcionar conhecimento relevante em relação ao contexto do trabalho.

Dessa forma foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, seguindo as diretrizes definidas por Kitchenham et al. (2010), a fim de alcançar o objetivo de identificar recomendações para auxiliar no desenvolvimento de aplicações mobile para pessoas com TEA no ensino e aprendizado de Anatomia.

A Figura 2 apresenta o fluxograma do processo de aplicação da RSL adotado na presente pesquisa. Nas seções a seguir, serão detalhadas os objetivos de cada etapa que será aplicada no desenvolvimento do trabalho.

Figura 2 – Sistemática da Pesquisa baseada na RSL de Kitchenham et al. (2010).



Fonte: Elaborada pelo Autor

3.1 Etapa de Planejamento

O planejamento é a fase inicial da RSL, onde se realizou a identificação dos objetivos da pesquisa de exploração e em seguida foi desenvolvido o protocolo para se alcançar tais objetivos. Esse planejamento aconteceu baseado-se na questão de pesquisa, no termo de busca, na identificação das bases de dados e na definição dos critérios.

A questão de pesquisa foi definida de forma específica, relacionado ao problema central da investigação, neste trabalho, a falta de abordagens de recomendações para interfaces de sistemas móveis, destinadas às pessoas com autismo no processo de ensino e aprendizagem na área de Anatomia.

Os termos de busca ou string de busca, foram desenvolvidos após a questão de pesquisa estar definida, estabelecendo então as palavras chaves que serviriam como produto para realização das buscas dos artigos nos repositórios de modo a responder a questão de pesquisa do passo anterior. A identificação das bases de dados foi o passo de escolha dos repositórios de pesquisas científicas, onde foram realizadas as aplicações dos termos de busca.

A última fase do planejamento aconteceu na definição dos critérios, sendo aplicada com o objetivo de identificar as publicações potencialmente relevantes, aumentando a possibilidade de melhoria dos resultados encontrados e diminuindo a hipótese de fracasso na pesquisa a partir da filtragem dos trabalhos. Nesta fase então, ocorreu a definição dos critérios de inclusão e exclusão de pesquisas identificadas nos repositórios.

3.2 Etapa de Execução

Na etapa de execução, foram realizadas as pesquisas para localizar os trabalhos nos repositórios de dados selecionados através dos termos de busca definido anteriormente. Em seguida, os trabalhos encontrados foram sintetizados.

A fase de síntese consiste numa estratégia de revisão, onde foram aplicados os critérios definidos de inclusão e exclusão dos trabalhos encontrados, tornando a análise mais eficiente das amostras selecionadas.

Concretizada a sintetização dos trabalhos, foi realizado o relato da revisão. Esta etapa visa obter, das pesquisas sintetizadas, o levantamento das respostas recorrentemente propostas por outros autores referente às questões de pesquisa do presente trabalho.

3.3 Etapa de Resultados

Na etapa de resultados foram metrificadas e interpretadas as respostas obtidas a partir do relato de revisão realizado nas amostras encontradas na fase de execução. Com os dados obtidos e correlacionados, produziu-se uma análise de recorrência e estatística das respostas, assim como uma reflexão das informações encontradas em relação à investigação da pesquisa, indicando tendências de recomendações para o objetivo da pesquisa, boas práticas a serem adotadas e as limitações do tema abordado na RSL.

4 Desenvolvimento da Pesquisa

"Investigar é criar novos conhecimentos".

Neil Armstrong

Este capítulo descreve o processo de desenvolvimento da pesquisa baseada no procedimento metodológico apresentado no Capítulo 4. O capítulo foi escrito em seções, apresentando as 3 etapas do processo de construção da pesquisa de acordo com a Figura 2.

4.1 Etapa de Planejamento da RSL

Nesta seção é desenvolvida a 1ª etapa do desenvolvimento da RSL. Estão segmentados o desenvolvimento das questões de pesquisa, dos termos de busca, das identificações das bases de dados e a das definições de critérios.

4.1.1 Questão de Pesquisa

Esta etapa apresenta as perguntas que visam embasar especificamente a busca, avaliação e o resultado da pesquisa em relação ao problema central do trabalho. Para isso, foi definida a Questão de Pesquisa (QP) central e suas respectivas Questões Específicas de Pesquisa (QE), apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Questões de Pesquisa.

Questão de Pesquisa	Descrição
QP	Quais são as heurísticas específicas de usabilidade para aplicações executadas em dispositivos móveis de ensino de Anatomia para pessoas com TEA?
QE1	Quais são as heurísticas de usabilidade para aplicações a serem executadas em dispositivos móveis?
QE2	Quais são as heurísticas de usabilidade para aplicações direcionadas ao ensino de Anatomia?
QE3	Quais são as heurísticas de usabilidade para aplicações acessíveis e/ou direcionadas às pessoas com TEA?

Fonte: Elaborada pelo Autor

4.1.2 Termos de Busca

Nesta fase foram definidos os conjuntos das palavras chaves que serão utilizadas para encontrar os trabalhos científicos que podem responder as questões de pesquisa levantadas na seção anterior. Para isso, houve uma análise inicial nas bases para estudo e refinamento dos termos a serem utilizados, de modo a de encontrar uma quantidade tratável de dados relevantes.

Esta análise direcionou o trabalho à criação da estratégia utilizando o idioma inglês e português, usando operadores booleanos para junção dos termos definidos. Primeiramente, foram definidas quais eram as palavras chaves (Lexema) das questões de pesquisa. Em seguida, foram elaborados os termos relacionado ao lexema utilizando o operador booleano "OR".

A Tabela 4 apresenta os Termos de Busca definidos em inglês após aplicação desta estratégia.

Tabela 4 – Termos de Busca.

Código	Lexema	Termo de Busca
Str1	Autism	(Autism OR Autistics OR Autism Spectrum Disorder)
Str2	Learn	(Learn OR Teach OR Training OR Student OR Instruction OR Class)
Str3	System	(Web App OR System OR Mobile OR Aplicattion)
Str4	Acessibility	(Acessibility OR Inclusive OR Adaptative OR Recommendation)
Str5	Interface	(Interface OR Design OR Houristic OR Guideline)
Str6	Anatomy	(Anatomy OR Biologic Science OR Human Science)

Fonte: Elaborada pelo Autor

As buscas são realizadas utilizando o operador booleano "AND", relacionando os termos de busca definidos para cada lexema, aplicadas ao local onde deve ser buscado as strings. Por exemplo, a seguinte busca:

- "Title:(Autism OR Autistics OR Autism Spectrum Disorder)" AND "Title:(Acessibility OR Inclusive OR Usability OR Houristic OR Recommendation)" AND "Abstract:(Anatomy OR Biologic Science OR Human Science)"

4.1.3 Identificação das Bases de Dados

Nesta fase do trabalho foram selecionados os repositórios de pesquisas científicas onde seriam aplicadas os termos de busca. Foram escolhidas cinco bases de dados listadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Identificação das Bases de Dados.

Sigla	Nome da Base
ACM	ACM Digital Library
GS	Google Scholar
IEEE	IEEE Xplore
PubMed	PubMed
SD	ScienceDirect

Fonte: Elaborada pelo Autor

A seleção das bases ACM Digital Library, IEEE Xplore e ScienceDirect partiu do princípio que todas elas são consideradas referência de repositório de pesquisa científica das áreas de tecnologia, computação e exatas. A base do PubMed foi selecionada por ser direcionada às áreas de biologia avançada, ciência e a saúde. Por último, o Google Scholar foi selecionado por ser um popular mecanismo de pesquisa acadêmica, com fácil acesso às publicações escritas na língua portuguesa.

4.1.4 Definição dos Critérios

Nesta etapa do processo foram definidos os critérios que serão adotados na realização da triagem dos dados encontrados, após aplicação dos termos de busca nas bases identificadas. Portanto, foram criados os Critérios de Inclusão e os Critérios de Exclusão com o objetivo de encontrar resultados convergentes com a proposta da pesquisa.

Critérios de Inclusão

Formato: Artigo científico;

Período: Entre janeiro de 2012 e junho de 2022;

Idioma: Inglês ou português;

Disponibilidade: Artigo completo;

Qualidade: Evidências claramente descritas;

Natureza: Soluções de software voltadas às pessoas com TEA;

Dispositivo: Aceito propostas para sistemas web e aplicativos;

Justificativa: Responder ao menos uma Questão de Pesquisa.

Critérios de Exclusão

Público: Soluções voltadas aos pais ou somente para crianças;

Qualidade: Interfaces ou design sem clareza ou evidência;

Dispositivo: Propostas desenvolvidas para robôs e IAs;

Estrutura: Artigos sem resumo ou conclusão;

Disponibilidade: Artigos não disponibilizados gratuitamente;

Repetições: Publicações repetidas só foi considerada a mais recente ou completa.

4.2 Etapa de Execução da RSL

Nesta seção é desenvolvida a 2ª etapa do desenvolvimento da RSL, utilizando as diretrizes apresentadas no Capítulo 4. Estão segmentados o desenvolvimento da Busca e Seleção, Síntese e Relato da Revisão dos dados encontrados.

4.2.1 Busca e Seleção

A realização da etapa de busca e seleção foi executada após finalização da 1ª etapa proposta no fluxograma da Figura 2. Neste momento são aplicados os termos de busca nas bases selecionadas para direcionar respostas às questões de pesquisa.

Para isso foram escritos alguns conjuntos de termos, relacionados as suas respectivas bases, a fim de encontrar de forma preliminar as respostas direcionadas às questões de pesquisa desejadas no trabalho. A Tabela 6 apresenta a quantidade de artigos encontrados inicialmente em cada repositório de base. Nesta primeira busca já foi utilizado o critério de período para inclusão.

Tabela 6 – Quantidade Preliminar por Bases de Dados.

Base de Dados	Quantidade Preliminar
ACM Digital Library	981
Google Scholar	727
IEEE Xplore	1086
PubMed	234
ScienceDirect	865

Fonte: Elaborada pelo Autor

A Tabela 7 apresenta os conjuntos de termos utilizados para aplicação nas bases. Observa-se que na coluna Termo Aplicado da tabela apresentada não há um padrão adotado de aplicação dos termos para todas as bases. Isso ocorre, devido cada base apresentar uma condição de busca automatizada diferente, dessa forma, em cada uma foi aplicado os termos

de forma adaptativa levando sempre em consideração o objetivo das buscas em relação às questões de pesquisa.

Além dos termos aplicados nas buscas apresentadas na Tabela 7, foram realizadas buscas de forma manual em todas as bases. No Google Scholar só foram utilizadas buscas de forma manual, tanto para encontrar inicialmente os melhores termos a serem buscados em outros repositórios de pesquisa quanto para buscar os artigos efetivamente, por isso o mesmo não se encontra na tabela.

Tabela 7 – Termos de Busca Aplicados às Bases.

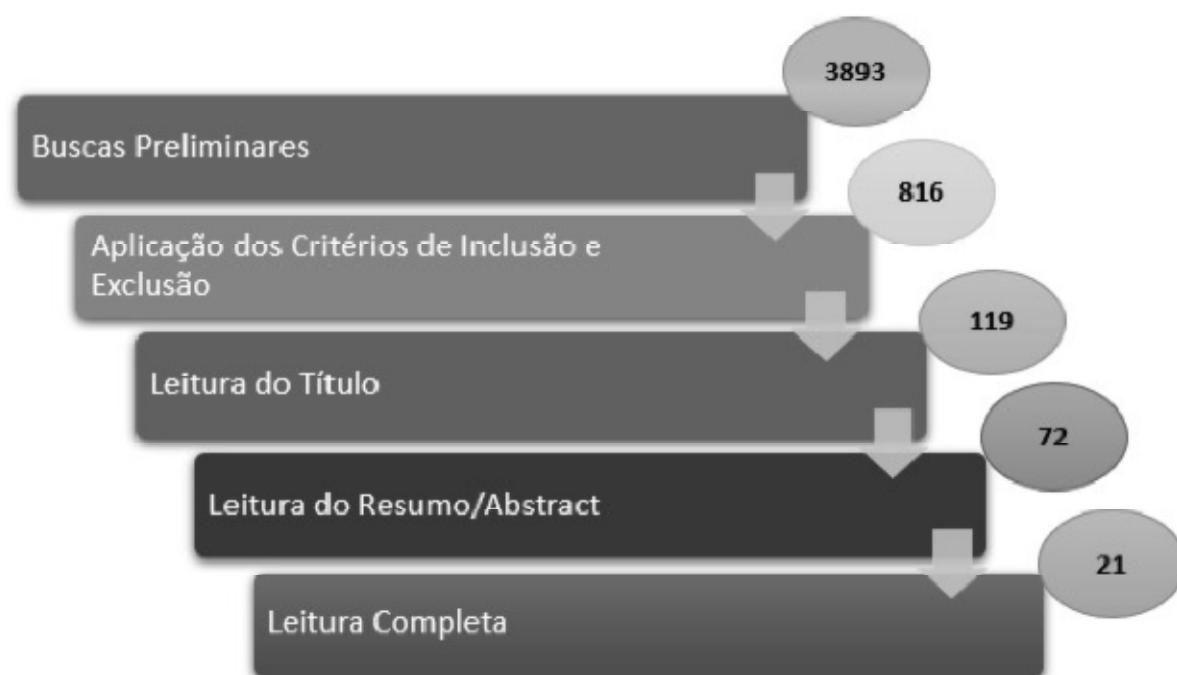
Aplicação	Sigla da Base	Termo Aplicado
1	ACM	Title: (Autism* OR Autistics* OR "Autism Spectrum Disorder") AND Abstract: (Technology* OR "Web App" OR System* OR Mobile* OR Aplicattion*)
2	ACM	Title: (Autism* OR Autistics* OR "Autism Spectrum Disorder") AND Abstract: (Acessibility* OR Inclusive* OR Usability* OR Recommendation*)
3	ACM	Title: (Autism* OR Autistics* OR "Autism Spectrum Disorder") AND Abstract: (Interface* OR Design* OR Software* OR "Technologies Design")
4	ACM	Title: (Autism* OR Autistics* OR "Autism Spectrum Disorder") AND Abstract: (Anatomy* OR Biologic Science* OR Human Science*)
5	ACM	Title: (Autism* OR Autistics* OR "Autism Spectrum Disorder") AND Abstract: (Learn* OR Teach* OR Stud* OR Instruction* OR Class*)
6	ACM	Title: (Anatomy* or Biologic Science* or Human Science*) AND Abstract: (Learn* OR Teach* OR Stud* OR Instruction* OR Class*)
7	ACM	Title: (Anatomy* or Biologic Science* or Human Science*) AND Abstract: (Technology* or "Web App" or System* or Mobile* or Aplicattion*)
8	IEEE	("Document Title":Autism*) AND ("Abstract":Usability*) AND ("Abstract":Mobile*)
9	IEEE	("Document Title":Autism*) AND ("Abstract":Anatomy*) AND ("Abstract":Tech*)
10	IEEE	("Document Title":Anatomy*) AND ("Abstract":Teach*) AND ("Abstract":Mobile*)
11	IEEE	("Document Title":Anatomy*) AND ("Abstract":Usability*) AND ("Abstract":Mobile*)
12	ICCC	("Document Title":Autistic*) AND ("Abstract":Adaptive*) AND ("Abstract":Interface*)
13	IEEE	("Document Title":Adaptive*) AND ("Abstract":Anatomy*) AND ("Abstract":Design*)
14	SD	Find articles with these terms: (Interface Technology Design for Autistics)
15	SD	Find articles with these terms: (Technology Design for Autistics)
16	SD	Find articles with these terms: (Technology Design for Autistics Students)
17	SD	Find articles with these terms: (Design for Anatomy Students)
18	PubMed	((autistics[Title/Abstract])) AND (design[Title/Abstract])
19	PubMed	(autism[Title/Abstract]) AND (design[Title/Abstract])
20	PubMed	((autism[Title/Abstract]) AND (usability[Title/Abstract]))
21	PubMed	((design[Title/Abstract])) AND (anatomy[Title/Abstract]))

Fonte: Elaborada pelo Autor

4.2.2 Síntese

As buscas aplicadas nas bases resultaram em uma grande quantidade de amostras preliminares conforme apresentados na Tabela 6. Dessa forma, a etapa de síntese é aplicada para filtrar essa quantidade de pesquisa e tornar sua análise viável e direcionadas aos objetivos do trabalho. Para isso, foram adotados os passos demonstrados na Figura 3 com o objetivo de descartar os trabalhos não relacionados ou que apresente conceitos superficiais, além de direcionar as leituras para aplicações que seriam relevantes à presente pesquisa.

Figura 3 – Síntese de Dados da Pesquisa.



Fonte: Elaborada pelo Autor

A Tabela 8 mostra de forma quantitativa os trabalhos encontrados a partir da base utilizada, antes e após a síntese de dados. A coluna “Pré” representa a quantidade de trabalhos obtidos nas buscas iniciais, enquanto a coluna “Pós” representa a quantidade de trabalhos selecionados após a aplicação da etapa de sintetização dos dados da pesquisa Figura 3.

Tabela 8 – Relação de Trabalhos Selecionados.

Base de Dados	Pré	Pós
ACM Digital Library	981	11
Google Scholar	727	0
IEEE Xplore	1086	5
PubMed	234	0
ScienceDirect	805	5

Fonte: Elaborada pelo Autor

As pesquisas resultantes do levantamento bibliográfico são apresentadas na Tabela 9. Será observado que após a etapa de sintetização, apresentada de forma quantitativa na coluna Pós da Tabela 8, dois repositórios de pesquisa ficaram zerados em relação às pesquisas encontradas, sendo eles o Google Scholar e a PubMed.

O Google Scholar ficou zerado devido as pesquisas que foram encontrados por ele direcionar para o repositório da ACM, o que justifica também a quantidade maior de amostrar nessa base. As pesquisas encontradas na PubMed tiveram os trabalhos descartados, pois eram direcionados para pautas médicas, não respondendo a nenhuma questão de pesquisa.

Tabela 9 – Artigos de Pesquisas Encontradas após Síntese.

Trabalho	Base	Título	Autor
T1	ACM	Mobile Apps in Education: Focusing on the Anatomy of the Eye	Méndez e Aparicio (2020)
T2	ACM	Autism: Implications for Inclusive Education with respect to Software Engineering	Stuurman et al. (2019)
T3	ACM	Mapping Usability Heuristics and Design Principles for Touchscreen-based Mobile Devices	Inostroza e Rusu (2014)
T4	ACM	Design Guidelines for Adaptive Multimodal Mobile Input Solutions	Dumas, Solórzano e Signer (2013)
T5	ACM	Analysis of Android Cell Phone Web-Browsers to Facilitate Accessible m-Governance	Patra e Dash (2017)
T6	ACM	Guidelines for Designing Graphical User Interfaces of Mobile E-Health Communities	Mendoza-González et al. (2012)
T7	ACM	Study of Accessibility Guidelines of Mobile Applications	Ballantyne et al. (2018)
T8	ACM	Accessibility Feedback in Mobile Application Reviews: A Dataset of Reviews and Accessibility Guidelines	Arias et al. (2022)
T9	ACM	Augmented reality techniques, using mobile devices, for learning human anatomy	Juanes et al. (2014)
T10	ACM	Developing a Set of Design Patterns Specific for the Design of User Interfaces for Autistic Users	Gomes et al. (2021)
T11	ACM	Design and Evaluation of Mobile Applications for People with Visual Impairments: A Compilation of Usable Accessibility Guidelines	Silva, Andrade e Darin (2019)
T12	IEEE	Accessibility and Usability of Educational Gaming Environments for Disabled Students	Hersh e Leporini (2012)
T13	IEEE	Developing Usable Software Applications for Users with Autism: User Analysis, User Interface Design Patterns and Interface Components	Mejía-Figueroa, Cisneros e Juárez-Ramírez (2016)
T14	IEEE	Mobile Accessibility Guidelines Adoption under the Perspective of Developers and Designers	Almeida e Gama (2021)
T15	IEEE	Usability of Mobile Applications: A Systematic Literature Study	Weichbroth (2020)

Continua na próxima página

Tabela 9 – Continuação

Trabalho	Base	Título	Autor
T16	IEEE	Set of Usability Heuristics for Quality Assessment of Mobile Applications on Smartphones	Costa et al. (2019)
T17	SD	Preventing accessibility barriers: Guidelines for using user interface design patterns in mobile applications	Zaina et al. (2022)
T18	SD	Leveraging Microsoft's mobile usability guidelines: Conceptualizing and developing scales for mobile application usability	Schefer, Areão e Zaina (2018)
T19	SD	Automated Evaluation Tools for Web and Mobile Accessibility: proposal of a new adaptive interface tool	Dias et al. (2022)
T20	SD	A comparison of heuristics applied for studying the usability of websites	Krawiec e Dudycz (2020)
T21	SD	Utilising Mobile-Augmented Reality for Learning Human Anatomy	Salmi et al. (2015)

Fonte: Elaborada pelo Autor

4.2.3 Relato da Revisão

Nesta etapa, realizou-se a leitura completa dos trabalhos sintetizados. Feito isto, alguns trabalhos foram excluídos por não apresentar métodos claros ou não responder alguma questão de pesquisa. Ao final, ficaram apenas os que atendiam aos critérios da pesquisa e tiveram as informações relacionadas às questões de pesquisa identificadas. Chegou-se então aos 21 trabalhos apresentados na Tabela 9.

4.2.3.1 QE1 - Quais são as heurísticas de usabilidade para aplicações a serem executados em dispositivos móveis?

De acordo com Inostroza e Rusu (2014), os princípios destinados ao design de aplicativos móveis devem ser baseados em regras que descrevem como as técnicas visuais afetam a cognição de uma determinada informação, apresentada em uma tela de um dispositivo móvel.

Dessa forma, o autor apresentou um conjunto de 12 heurísticas de usabilidade específicas voltadas aos dispositivos móveis. O Conjunto é apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 – Heurística para Design e Usabilidade de Aplicativos Mobile por Inostroza e Rusu (2014).

Heurística	Conceito	Descrição
1	Visibilidade do status do sistema	Manter o usuário informado todos os processos e mudanças de estado por meio de feedback e em tempo real.

Continua na próxima página

Tabela 10 – Continuação

Heurística	Conceito	Descrição
2	Correspondência entre o sistema e o mundo real	Falar a linguagem dos usuários em vez de conceitos e tecnicismos orientados ao sistema. O dispositivo deve seguir as convenções do mundo real e exibir as informações em uma ordem lógica e natural.
3	Controle e liberdade do usuário	Permitir que o usuário desfça e refaça suas ações, e forneça “saídas” claramente apontadas para estados indesejados. Essas opções devem ser preferencialmente por meio de um botão.
4	Consistência e padrões	Seguir as convenções estabelecidas, desde que o usuário seja capaz de fazer as coisas de maneira familiar, padrão e consistente.
5	Prevenção e Erro	Ocultar ou desativar funcionalidades indisponíveis, alertar os usuários sobre ações críticas e fornecer acesso a informações adicionais.
6	Minimize a carga de memória do usuário	Oferecer objetos visíveis, ações e opções para evitar que os usuários memorizem informações de uma parte do diálogo para outra.
7	Personalização e atalhos	Fornecer opções de configuração básica e avançada, permitir a definição e personalização de (ou fornecer) atalhos para ações frequentes
8	Eficiência de uso e desempenho	Carregar e exibir as informações necessárias em um tempo razoável e minimizar as etapas necessárias para executar uma tarefa. Animações e transições devem ser exibidas sem problemas.
9	Design estético e minimalista	Evitar exibir informações indesejadas em um contexto de uso definido.
10	Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros	Exibir mensagens de erro em uma linguagem familiar ao usuário, indicando o problema de forma precisa e sugerindo uma solução construtiva.
11	Ajuda e documentação	Fornecer documentação e ajuda fáceis de encontrar, centradas na tarefa atual do usuário e indicando etapas concretas a serem seguidas.
12	Interação física e ergonomia	Fornecer botões físicos ou similares para as principais funcionalidades, localizados em posições reconhecíveis pelo usuário, que devem se adequar à postura natural das mãos do usuário.

Fonte: Adaptado de Inostroza e Rusu (2014)

Costa et al. (2019) apresentou uma revisão de literatura propondo uma análise direcionada aos smartphones. Para o autor, a principal forma de interação com esses dispositivos é através de telas sensíveis ao toque, realizadas principalmente pelos dedos de uma pessoa ou por uma caneta especial para que os eventos de interação sejam reconhecidos por esses aparelhos.

A usabilidade afeta a utilização do sistema, impactando o objetivo proposto pelo produto e as interações do usuário com o aplicativo. Para Costa et al. (2019), existem também 3

fatores que devem ser considerados, que são eles: o fator usuário, tarefa e contexto. A descrição dos fatores são apresentados a seguir:

1. Usuário:

Fator que deve ser considerado durante o processo de desenvolvimento, avaliando que os usuários têm limitações que pode influenciar a utilização do aplicativo de software. Um usuário que tenha experiência suficiente com aplicativos tende a querer uma interface objetiva. Já os usuários iniciantes preferirão uma forma mais simples e intuitiva interface.

2. Tarefa:

Fator que se refere ao objetivo do usuário quando utiliza o aplicativo. Um excesso de funcionalidades ou interações pode aumentar a complexidade da aplicação, fazendo com que a usabilidade seja prejudicada, pois, será lento para o usuário completar sua atividade.

3. Contexto:

Fator que se refere ao ambiente no qual será usado o aplicativo. Precisa-se entender a interação do usuário com outras pessoas e com outros dispositivos externos. Há contextos de utilização que podem influenciar o uso de um aplicativo móvel, por exemplo, considerando o tempo de integração das informações cadastradas em uma aplicação web que envia para o aplicativo.

Ao final da revisão, Costa et al. (2019) propôs 12 recomendações com certas similares as apresentadas na Tabela 10. Relacionando sua descrição ao fator de influência. Estão apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 – Heurística de Usabilidade e Recomendação em Smartphone por Costa et al. (2019).

Heurística	Fator	Descrição
1	Usuário	Garantia de privacidade, protegendo os dados do usuário.
2	Usuário	Diminuir a necessidade de memorização do usuário.
3	Usuário	Fornecer uma boa interação com o usuário, por meio de atalhos e customização individual do aplicativo.
4	Tarefa	Manter o usuário informado sobre a disponibilidade do sistema.
5	Tarefa	Atribuir consistência e padronização ao sistema.
6	Tarefa	Fornecer condição de confirmação antes de executar as ações.
7	Tarefa	Eliminar as condições propensas a erros.
8	Tarefa	Apresentar uma interface de design estético e minimalista.
9	Tarefa	Permitir que o usuário tenha controle sobre suas ações, podendo desfazer e sair de um estado do sistema.
10	Tarefa	Apresentar interface que proponha solução de erros e de diagnósticos ao usuário

Continua na próxima página

Tabela 11 – Continuação

Heurística	Fator	Descrição
11	Tarefa	Adotar comunicação por meio de linguagem do mundo real, não utilizando termos técnicos do sistema e exibir a informação em uma ordem natural.
12	Contexto	Apresentar interação respeitosa e agradável com o usuário, além de fornecer documentação do sistema.

Fonte: Adaptado de Costa et al. (2019)

Weichbroth (2020) realizou uma revisão literária encontrando novamente algumas das recomendações já apresentadas neste trabalho. Além disso, realizou uma análise específica em sua questão de pesquisa, determinando 9 atributos considerados mais importantes.

Nesses atributos o autor considerou tanto o quesito de apresentação relacionado ao design de interface, quanto na funcionalidade e desempenho baseando-se na usabilidade de uma aplicação mobile. Estão apresentados na Tabela 12 os 9 atributos levantados com os respectivos motivos de relevância.

Tabela 12 – Atributos Relevantes para Heurística de Usabilidade em Aplicação Mobile por Weichbroth (2020).

Heurística	Atributo	Motivo
1	Eficiência	- Duração gasta em cada tela. - Duração para completar tarefas. - Taxa de erro do usuário.
2	Satisfação	- Permitir ao usuário reproduzir sua satisfação.
3	Eficácia	- Número de tarefas concluídas. - Número de etapas para cada tarefa. - Número de toque em tela. - Quantidade de vezes que o "Voltar" é utilizado.
4	Aprendizagem	- Quantidade de tentativas para resolver tarefas. - Número de ajuda solicitada para resolver tarefas. - Número de erros gerados. - Tempo gasto em uma tarefa repetida.
5	Memorabilidade	- Tempo de resposta. - Tempo de intervalo para lembrar.
6	Cognição	- Fixação e pontos de olhar. - Sumarização.
7	Erros	- Quantidade de erro. - Tipo de erros. - Recuperação do erro.

Continua na próxima página

Tabela 12 – Continuação

Heurística	Atributo	Motivo
8	Simplicidade	- Quantidade de menu. - Quantidade de click para alcançar objetivos. - Tempo de busca por um botão.
9	Facilidade de Uso	- Permitir ao usuário reproduzir sua satisfação.

Fonte: Adaptado de Weichbroth (2020)

Já Schefer, Areão e Zaina (2018), utilizando pesquisas desenvolvidas pela Microsoft com recomendações para aplicativos móveis, propôs conceitos avaliando também outras atribuições que podem fazer um usuário ter a intenção de continuar utilizando um aplicativo e construir fidelidade para determinado produto de software. O autor apresentou conceitos de design que influenciam positivamente os usuários, tanto para realização da avaliação de usabilidade do aplicativo como também da apresentação da interface para o usuário final.

A pesquisa considerou conceitos como de apresentação de menus que seguem uma hierarquia clara, páginas que fluem suavemente de umas às outras, utilização de animações sutis, critérios para utilização de cores, conceitos de apresentação gráfica entre outros.

A Tabela 13 apresenta esses conceitos recomendados com suas respectivas descrições e orientações indicadas pelo autor como resultado da pesquisa. Novamente foram observadas algumas orientações de heurísticas já apresentadas em outros trabalhos, demonstrando uma forte tendência de recomendação.

Tabela 13 – Atributos Estéticos e Funcionais apresentados por Schefer, Areão e Zaina (2018).

Heurística	Conceito	Descrição
1	Estética Gráfica	- Apresentação estética incluindo fatores de equilíbrio: luz, profundidade, materiais, movimento e escala.
2	Cor	- Princípio das cores: usada com moderação para realçar os elementos importantes. - Pessoalidade das cores: permitir ao usuário a escolha de tema claro ou escuro. - Cultural da cor: considerar as cores a partir das diferentes culturas dos usuários. - Cor de interação: escolher uma cor para indicar elementos interativos do seu aplicativo.
3	Controle	- Controle do Usuário: facilitar as pesquisas dentro do aplicativo com esforço mínimo por parte do usuário.
4	Ponto de acesso	- Acesso ao aplicativo: permitir que usuário acesse o aplicativo por mais de uma alternativa, como exemplo, email ou conta do google.

Continua na próxima página

Tabela 13 – Continuação

Heurística	Conceito	Descrição
5	Controle de tamanho da ponta dos dedos	- Clique com os dedos: controle de navegação em tela levando em consideração o tamanho apropriado de botões.
6	Gestalt	- Utilizar princípios de Gestalt: Proximidade, Similaridade, Continuidade, Fechamento, Região comum e Ponto Focal.
7	Font	- Utilização de fonte escrita: tamanho adequado, simples e eficiente.
8	Hierarquia	- Estrutura do aplicativo: torna fácil para os usuários organização geral da aplicação.
9	Animação sutil	- Animação: usar animações sutis de forma eficaz.
10	Transição	- Trocas de páginas: facilitar o usuário nas transições de página.

Fonte: Adaptado de Schefer, Areão e Zaina (2018)

4.2.3.2 QE2 - Quais são as heurísticas de usabilidade para aplicações direcionadas ao ensino de Anatomia?

O Mendoza-González et al. (2012) produziu um artigo propondo um conjunto de recomendações orientadas à criação de interfaces de dispositivos móveis às comunidades que estudam ou trabalham com os corpos humanos. Dessa forma, as diretrizes são voltadas à entrega de respostas da área da saúde humana para profissionais e consumidores dessas informações, desde os médicos aos alunos das áreas envolvendo as características e comportamento do corpo humano.

Para isso Mendoza-González et al. (2012) criou 10 recomendações que contribuem na realização de trocas de informações via interface de dispositivos móveis, envolvendo a complexidade e as características das informações relacionadas à saúde humana. Essas recomendações estão apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14 – Recomendações para construção de interfaces para aplicativos móveis da saúde por Mendoza-González et al. (2012).

Heurística	Conceito	Descrição
1	Dimensões de Interface	Limitar o tamanho da interface para facilitar a navegação do usuário. É sugerido estabelecer duas versões. Uma versão deve ser orientada para resoluções de pixel modestas 240 por 400 a 400 por 700 pixels. Outra versão com resolução de 640 por 960 pixels.

Continua na próxima página

Tabela 14 – Continuação

Heurística	Conceito	Descrição
2	Uso de Representação	Utilização de avatares que se referem a uma representação virtual na forma de um modelo tridimensional, como em jogos de computador, um ícone bidimensional (foto), ou mesmo um nome de usuário unidimensional. A combinação de avatares multidimensionais e unidimensionais permitirá enriquecer a experiência do usuário integrando expressividade para interface.
3	Quantidade de Telas	É sugerido a utilização de quatro telas principais com a seguinte distribuição: Tela de Acesso, Menu Principal, Tela de Arquivos (Informações, Comentários e Explicações) e Chat Específico (Usuários que alimentam as informações do sistema).
4	Participantes	Avaliar a quantidade de usuários que podem utilizar o sistema simultaneamente. Esse aspecto pode causar erros relacionadas à perda de informações e tempo devido a constantes repetições por necessidade de correções.
5	Barra de Rolagem	A barra de rolagem só deve ser inserida nos elementos da interface quando necessário. Mesmo que a barra Up-Down e a barra lateral deva ser inseridos, em dispositivos móveis é muito importante evitar ao máximo a utilização principalmente das barras laterais.
6	Data-Hora no Conteúdo	Toda informação, mensagem, aviso, comentário ou qualquer outra informação postada deve incluir a data e hora de sua criação ou emissão.
7	Visualização de Conteúdo	Determinar um limite para exibição de conteúdos dependendo da quantidade da informação ou o tamanho dela em tela. O limite deve ser dinâmico e dependente das especificações de exibição de cada modelo dos telefones celulares atuais. No entanto, é necessário informar aos usuários sobre a limitação.
8	Cliques Redundantes	A quantidade de cliques utilizada deve ser mantida o mais baixa possível. Os processos deve ser transparente para membros e usuários do aplicativo.
9	Menus Exibidos	Utilização de menus exibíveis em interfaces móveis para proporcionar aos usuários a noção de acesso rápido. Um acesso rápido ao conteúdo agrega valor ao aspecto de usabilidade ao aplicativo que preza pela eficácia, eficiência e satisfação dos usuários.
10	Navegação	É importante levar em consideração que navegação em dispositivos móveis deve ser mais ágil do que a navegação tradicional.

Fonte: Adaptado de Mendoza-González et al. (2012)

Juanes et al. (2014) desenvolveu uma ferramenta tecnológica mobile utilizando imagens de Anatomia disponíveis em um Atlas, apresentando-as em modelos tridimensionais e dinâmicos para auxiliar o processo de aprendizagem dos alunos. Dessa forma, o modelo con-

siste na apresentação de uma biblioteca de realidade aumentada disponível em Android e iOS.

Para o autor, o ensino de Anatomia apresentada dessa maneira ao aluno permite o auto gerenciamento, a aprendizagem do aluno e a melhoria na qualidade do processo acadêmico. Ainda por Juanes et al. (2014), esses aplicativos enriquecem e facilitam a transmissão de conteúdos educativos em ciências da saúde, especificamente na área de Anatomia Humana.

Neste sentido, o autor usou alguns conceitos e métodos em seu desenvolvimento que serão apresentados como heurística de recomendação para o desenvolvimento de um aplicativo voltado o ensino de Anatomia. Estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Recomendações baseada na aplicação proposta por Juanes et al. (2014).

Heurística	Conteúdo	Descrição
1	Câmera	Garantir a qualidade das imagens apresentadas no aplicativo.
2	Conversor de Imagem	Converter as imagens para serem apresentadas de forma padronizada e adequada para exibição em um aplicativo.
3	Reconhecimento na Imagem	Reconhecer dentro de uma imagem principal, outros pontos de apresentação de conceitos e definições existentes, por exemplo uma imagem central da face com ponto de reconhecimento da mandíbula e do maxilar.
4	Apresentação de Conceitos	Exibição em vídeo da explicação da parte que está sendo apresentada ao usuário, como complemento audiovisual instrutivo à visão tridimensional apresentada no aplicativo.
5	Disponibilidade	Manter o sistema disponível para o aluno aprender quando e onde quiser de forma gratuita.
6	Colaboração	Permitir que usuários específicos possam colocar conteúdos para apresentação das informações no aplicativo.

Fonte: Elaborado pelo autor

Os autores Méndez e Aparicio (2020) realizaram uma análise aprofundada sobre diferentes aplicativos voltados à anatomia humana, sendo esses direcionados aos estudos e aprendizagem da anatomia ocular. Através de um método de comparação, o autor categorizou as principais usabilidades que são vantajosas para aprendizagem anatômica, apresentando características comuns para todos os aplicativos avaliado e características específicas de cada um que foram consideradas relevantes.

A Tabela 16 apresenta as características descritas pelos autores. O campo Relevância representa o grau de importância avaliado pelos autores em relação à proposta de estudo de anatomia por meio do aplicativo. São classificados com relevância alta as descrições comuns e ditas essenciais para um dispositivo de ensino de anatomia e média aquelas propostas ditas interessantes, mas que foram encontradas em menores quantidades dentre os aplicativos analisados.

Tabela 16 – Recomendações baseada na análise de ensino da anatomia ocular em aplicativos móveis proposta por Méndez e Aparicio (2020).

Heurística	Relevância	Descrição
1	Alta	Apresentação com modelos de imagem 3D de alta resolução.
2	Alta	Fornecer facilidade de uso.
3	Alta	Apresentar conceitos detalhados sobre partes anatômicas, junto com suas interações em relação à outras partes.
4	Alta	Permitir ao usuário rotacionar as imagens apresentadas, possibilitando aos estudantes a visualização por todos os ângulos.
5	Alta	Testar a compreensão da anatomia por meio do próprio aplicativo, ou seja, realizar teste conceituais dentro do aplicativo.
6	Alta	Apresentar dica ao usuário, como por exemplo: "deslize para girar", "aperte para ampliar" e "deslize dois dedos para ajustar a perspectiva".
7	Média	Apresentar módulos de ensino e avaliação.
8	Média	Manter atualizado os conceitos apresentados no aplicativo.
9	Média	Apresentação de glossário de termos anatômicos específicos citados no aplicativo.
10	Média	Apresentar interações relacionadas ao comportamento das partes anatômicas, como a mandíbula ao morder ou os olhos ao piscar.
11	Média	Não restringir conceitos apenas às definições das partes, ou seja, apresentar também conceitos sobre parte clínica, doença, tratamento e prevenção por exemplo.
12	Média	Disponibilização dos módulos também por áudios, sendo apresentados preferencialmente em mais de uma língua.

Fonte: Elaborado pelo autor

Para Salmi et al. (2015), utilizar tecnologia de realidade aumentada com exibições de imagens bidimensionais ou tridimensionais, geradas por computadores, permite que os usuários utilizem esses recursos em aplicativos móveis, favorecendo a aprendizagem e a formação por meio da interação.

No artigo proposto pelo autor, foi desenvolvido um aplicativo de aprendizagem utilizando realidade aumentada, direcionada para o ensino da anatomia da estrutura esquelética humana. O objetivo foi auxiliar os alunos e potencialmente melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Para isso, o autor criou algumas relações de conceito e definições que o faria aplicar no seu aplicativo para alcançar os objetivos desejados. A Tabela 17 apresentação a definição e os conceitos utilizados pelo autor.

Tabela 17 – Recomendações baseada na análise de ensino da anatomia ocular em aplicativos móveis proposta por Méndez e Aparicio (2020).

Heurística	Conceito	Definição
1	Realismo da Imagens Tridimensionais	As imagens tridimensionais (3D) é útil na aprendizagem pois fornecem um ambiente realista que aumenta a motivação de um indivíduo para aprender. Isso ocorre pela capacidade de um objeto 3D em manter o interesse e a atenção no processo de aprendizagem.
2	Suavidade da Imagem	As mudanças suaves de imagens são de grande valor para auxiliar no desempenho de transição de objetos e também durante o dimensionamento, rotação e movimentação de objetos. O desempenho de transição se refere à eficiência e velocidade de resposta do objeto em tela.
3	Precisão da Imagem 3D	O realismo das imagens 3D ajuda a melhorar a compreensão do aluno. A precisão do objeto ajuda o aluno a se lembrar do objeto real em termos de posicionamentos de objetos, recortes e texturas.
4	Melhoria do Aprendizado	A capacidade de variar a posição da perspectiva dos objetos 3D permite que o aluno navegue e descubra melhor as informações. Os ângulos de 360° permitem que o aluno aprenda sobre um objeto com mais precisão, especialmente na identificação da posição exata do assunto.
5	Ângulo de Visão, Interesse e Motivação	A capacidade de alterar a posição de visualização dos objetos 3D torna o aprendizado interessante. O nível de motivação e a experiência de aprendizagem aprimorada influenciam a capacidade dos indivíduos para atingir os objetivos de aprendizagem em suas áreas de estudo. Isso pode levar a um conceito de aprendizagem autocentrado mais forte.
6	Manipulação de Objetos	O poder de controlar os objetos (por exemplo: girar, dimensionar e mover) dentro do ambiente de realidade aumentada fornece a capacidade de manipular o objeto e ver os assuntos em detalhes.
7	Aprimoramento de Compreensão	A capacidade de manipular os objetos em tempo real junto com as descrições fornecidas, melhora a compreensão do aluno e facilita o aluno na aquisição de mais informações sobre a anatomia estudada.
8	Assistências de Rotulagem e Memorização	Este recurso de rótulo ajuda o aluno a reter o que aprendeu. Por exemplo, para lembrar o conceito e a posição de um osso com precisão.

Fonte: Adaptado de Salmi et al. (2015)

4.2.3.3 QE3 - Quais são as heurísticas de usabilidade para aplicações acessíveis e/ou direcionadas às pessoas com TEA?

Para Gomes et al. (2021), o desenvolvimento de software direcionadas às pessoas com TEA devem ser realizada considerando aspectos específicos de design para interface. A partir de diretrizes extraídas das literaturas de interação humano-computador, o autor criou novos padrões de projeto para apoiar o desenvolvimento de interfaces adequadas para usuários com TEA.

Esses padrões propostos são direcionadas tanto para pessoas com TEA quanto para desenvolvedores de software que atuam em projetos para usuários finais com TEA. O objetivo do autor foi de contribuir para o desenvolvimento de novas tecnologias acessíveis direcionadas aos usuários com TEA. Suas recomendações estão apresentadas na Tabela 18.

Tabela 18 – Recomendações baseada no padrão de desenvolvendo de software para pessoas com TEA proposto por Gomes et al. (2021).

Heurística	Descrição
1	O design geral e a estrutura devem ser simples, claros e previsíveis; conteúdo secundário que distrai o usuário deve ser evitado. O número de features disponíveis a qualquer momento deve ser limitado.
2	Figuras devem ser usadas junto a representações de informação redundante, ajudando a ilustrar conceitos.
3	O texto deve acompanhar figuras. Deve ser claro, simples e curto (com no máximo uma frase por linha); deve estar numa fonte grande (14), em estilo San-serif simples de cor suave. Cabeçalho e título deve ser usado.
4	Sons de fundo, texto se movendo, imagens piscando e rolagem horizontal devem ser evitados.
5	Figuras podem ser desenhos, fotografias, imagens simbólicas; devem ser fáceis de entender, compatíveis com o mundo real para serem facilmente compreendidas; não devem estar no background; devem ter um foco nítido.
6	O documento deve ser curto.
7	O conteúdo deve ser previsível e prover feedbacks.
8	A interface deve ser responsiva.
9	A navegação deve ser consistente e similar em toda página/seção.
10	A aplicação mobile devem ter uma estrutura simples e lógica. Desde a primeira vez, o usuário deve ser capaz de navegar e deve lembrar de informação navegacional mesmo após sucessivas visitas ou usos.
11	Adicionar informação e botões de navegação no topo/fim da página.
12	Rotule claramente elementos do site com o seu propósito mesmo que pareça redundante, para tornar a navegação e as funcionalidades mais fáceis de serem acompanhadas.

Continua na próxima página

Tabela 18 – Continuação

Heurística	Descrição
13	Garantir eficiência e disponibilidade do sistema.
14	Mostre todas as features importantes e navegação do site para que o usuário não tenha que assumir se um item existe ou não e como acessá-lo.
15	Tempos de carregamento devem ser rápidos.
16	Possibilitar customização.
17	Tentar engajar o usuário.
18	O número de erros deve ser limitado.
19	Adaptar a interação com usuários considerando o seu histórico de interação, preferências, pedidos e necessidades.
20	Decomponha tarefas em subtarefas mais simples.
21	Use perfis para armazenar informações sobre usuários.
22	Possibilitar que ações críticas sejam revertidas, canceladas, desfeitas ou confirmadas.
23	A linguagem deve ser simples e precisa.
24	Acrônimos e abreviações, texto não-litera e jargões não devem ser utilizados. Caso seja necessário, dizer o que elas significam em palavras fáceis.
25	Forneça alternativas para respostas definitivas em questionários e formulários, como "eu não sei", "não quero informar" ou "não se aplica", para reduzir frustração ao não poder fornecer uma resposta exata.

Fonte: Gomes et al. (2021)

Stuurman et al. (2019), baseando-se na prevalência de alunos com TEA que cursam engenharia da computação, descreveu um conjunto de diretrizes voltados à educação inclusiva de alunos com autismo. Para isso, o autor fez suas recomendações orientadas ao aspecto cognitivo de pessoas com autismo e a sua relação com a engenharia de software.

A Tabela 19 apresenta as estratégias mencionadas pelo autor, como meio de instruções direcionadas as necessidades específicas de um aluno com TEA no ambiente de estudo. Além disso, é apresentado o conceito de aplicação e a descrição com a sugestão que o autor explicitou em sua pesquisa.

Tabela 19 – Estratégias voltadas aos ensino de alunos com TEA mencionado por Stuurman et al. (2019).

Heurística	Conceito	Descrição
1	Pré-preparação	Preparar o aluno com antecedência para o que está por vir, por exemplo, antes do início do estudo, do início de um curso, de uma tarefa ou de uma reunião.

Continua na próxima página

Tabela 19 – Continuação

Heurística	Conceito	Descrição
2	Suporte Paralelo	Ensinar aos companheiro de classe, incluindo professores, como apoiar os alunos com TEA.
3	Modelagem de Vídeo	Apresentar os conceitos de aula em formatos de vídeos para atrair atenção do aluno com TEA.
4	Instruções Explícita	Apresentar estratégias explícitas para uma tarefa por exemplo, escrever ou resolver algum exemplo previamente.
5	Auto Gerenciamento	Permitir aos alunos que monitorem seu próprio comportamento e desempenho por meio de auto avaliação
6	Organizador Gráfico	Apresentação de conceitos com uso de gráfico visual para ajudar a organizar o conhecimento do aluno.
7	Generalização	Permitir que as apresentações sejam gerais e aplicadas em diferentes contextos.

Fonte: Adaptado de Stuurman et al. (2019)

Para Mejía-Figueroa, Cisnero e Juárez-Ramírez (2016) as características humanas têm grande relevância na usabilidade e aceitação do usuário de um software. Ainda pelos autores, para os usuários com necessidades específicas torna-se necessária utilização de interfaces adaptativas que devem ser implementadas para resolver problemas de usabilidade.

Pensando nos usuários com TEA, os autores propuseram de forma experimental um modelo de interação para interfaces adaptativas direcionadas as pessoas com TEA. A Tabela 20 apresenta algumas diretrizes extraídas da pesquisa proposta por Mejía-Figueroa, Cisnero e Juárez-Ramírez (2016).

Tabela 20 – Diretrizes extraídas da pesquisa proposta por Mejía-Figueroa, Cisnero e Juárez-Ramírez (2016).

Heurística	Categoria	Descrição
1	Visual	A interface deve ser clara.
2	Visual	Usar imagens para descrever conceitos elimina a necessidade de leitura
3	Visual	Evitar o uso de elementos que distraem ou interferir no foco e atenção.
4	Visual	O contraste entre o fundo e objetos em plano deve ser adequado para distinguir itens e conteúdo.
5	Visual	Utilizar formar circulares e cores fortes.
6	Visual	O número de fotografias deve estar dentro do limite aceitável.
7	Visual	A cor de fundo deve ser diferente o suficiente da cor do objeto do primeiro plano e possui contraste adequado.
8	Formatação	A quantidade de palavras e recursos devem ser reduzidos.
9	Formatação	Textos em movimento devem ser evitados.

Continua na próxima página

Tabela 20 – Continuação

Heurística	Categoria	Descrição
10	Formatação	O texto deve ser claro, simples e acompanhado por foto.
11	Formatação	A fonte utilizada deve grande (14) e em estilo simples sans-serif.
12	Formatação	Acrônimos e abreviações, texto não literal e não devem ser usados.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Patra e Dash (2017), baseando-se na crescente utilização de aplicativo por parte dos governos permitindo aos usuários a disponibilização de serviços pela internet, analisaram os recursos de acessibilidade utilizados em aplicativos android em relação aos padrões internacionais sugeridos pela World Wide Web Consortium (W3C).

O objetivo dessa análise foi propor recomendações adaptativas aos designers para o desenvolvimento de interfaces amigáveis e acessíveis, permitindo que diversos grupos acessem os serviços de m-Governance com facilidade. A Tabela 21 apresenta recomendações utilizadas na análise proposta pelos autores.

Tabela 21 – Recomendações baseadas na análise proposta por Patra e Dash (2017).

Heurística	Conceito	Descrição
1	Exibição	Apresentação de conteúdo alternativo com texto e imagem.
2	Exibição	Indicar erro na exibição do conteúdo alternativo.
3	Exibição	Distinguir botões com cores fortes.
4	Exibição	Utilização de fonte de texto básica.
5	Funcional	Destacar conteúdos/botões clicáveis.
6	Funcional	Oferecer campo de busca padronizada nas páginas.
7	Funcional	Ajustar limite de tempo em tela.
8	Funcional	Disponibilizar botão de “Voltar” ou “Sair” nas telas.
9	Funcional	Disponibilizar botão de confirmação das tarefas.
10	Funcional	Disponibilizar documentação acessível.
11	Funcional	Disponibilizar adaptações em apresentação de vídeos.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Ballantyne et al. (2018), apoiado pelo constante crescimento na utilização de dispositivos móveis para diversos setores, descreve a importância de torna-los acessíveis a usuários com algum tipo de deficiências, uma vez que ainda é necessário um passo concreto em direção ao estabelecimento de diretrizes universais para acessibilidade de aplicativos móveis.

Para esse problema, o autor desenvolveu uma relação de recomendações para avaliar e aplicar a acessibilidade em aplicativos móveis e em seguida destacou a importância das diretrizes especificamente definidas. A Tabela 22 apresenta essa relação de categoria e recomendação.

Tabela 22 – Diretrizes e definições apresentadas para avaliação e importância da acessibilidade proposta por Ballantyne et al. (2018).

Heurística	Categoria	Recomendação
1	Texto	O texto deve ser renderizado em formato, tamanho e cor adequados. Alternativas de texto, como fala, Braille ou símbolos, devem ser fornecidas para conteúdo não textual.
2	Áudio	Permitem que os usuários controlem e acessem o áudio. Os devem fornecer alternativas ao conteúdo de áudio, como transcrições textuais ou legendas.
3	Video	Os aplicativos devem fornecer alternativas ao conteúdo de vídeo, como legendas e descrições de áudio do conteúdo visual.
4	Elemento UI	Os elementos da interface do usuário, incluindo imagens, devem ser claramente rotulados, coloridos e posicionados na tela. Facilite para os usuários navegar pelo aplicativo, encontrar conteúdo, percebê-lo e determinar onde eles estão no aplicativo.
5	Controle de Uso	Forneça aos usuários tempo suficiente para ler e usar o conteúdo. O aplicativo deve seguir as configurações do dispositivo alteradas pelo usuário.
6	Flexibilidade e Eficiência	Minimize a entrada de dados e mantenha os registros do usuário salvo. As informações também devem poder ser acessadas de várias maneiras.
7	Reconhecimento e Informação	Os aplicativos devem fornecer aos usuários as informações necessárias para concluir a tarefa, dentro da mesma tela.
8	Gestos	Aplicações com movimentos devem ter alternativas que podem ser substituídos por outras opções de interação.
9	Visibilidade do Sistema	O aplicativo deve se apresentar e interagir de maneiras previsíveis para que os usuários possam perceber mudanças.
10	Prevenção de Erro	Ajude os usuários a evitar erros e corrigir erros ao inserir entradas.
11	Interação Tangível	Os aplicativos deve permitir a entrada de outros tipos de recursos acessíveis, por exemplo, um teclado físico.

Fonte: Ballantyne et al. (2018)

Arias et al. (2022), considerando os estudos que analisam as avaliações de aplicativos móveis sob a perspectiva da acessibilidade e reconhecendo que ainda são limitados, propôs uma revisão para explorar melhor as questões de acessibilidade. Através de uma revisão bibliográfica, o autor apresentou uma lista de critérios, encontrados com mais frequências nas buscas realizadas, representando o que ele chamou de atributo trivial para o desenvolvimento

de aplicações acessíveis. A Tabela 23 apresenta a relação de conceito e definição dessas características ditas triviais pelo autor.

Tabela 23 – Características triviais para acessibilidade proposta por Arias et al. (2022).

Heurística	Conceito	Definição
1	Legendas	Todo conteúdo de áudio ao vivo em mídia sincronizada deve ter legendas.
2	Características Sensoriais	Compreender e operar as interfaces do usuário com mais de uma características sensoriais. Utilizar cores e ícones por exemplo.
3	Controle de Áudio	O áudio deve ter um mecanismo de pausa e/ou parada ou ser controlado independentemente do nível de volume geral do sistema.
4	Dimensionamento de Texto	Os textos devem ser redimensionável até duas vezes o tamanho original com mecanismo de zoom. Isso não se aplica a legendas e imagens de textos.
5	Contraste	Os componentes da interface apresentadas aos usuários devem ter contraste entre as cores disponíveis nas telas, por exemplo, dark mode e light mode.
6	Foco	O conteúdo que pode aparecer e desaparecer com base no foco da tarefa deve ser evidente e persistente, como usar uma cor mais vibrante ou animação indicando o local de um clique.
7	Informações Dinâmicas	As informações em movimento, piscando ou atualizando automaticamente devem ter um mecanismo para pausar, parar, descartar e/ou alterar sua frequência.
8	Títulos	Os títulos são fornecidos para descrever tópicos ou propósitos de uma tela, de forma clara e objetiva.
9	Gestos de Ponteiro	O conteúdo operável com gestos ou baseados em caminho também deve ser operável com um ponteiro ou clique. Utilização de botões alternativos.
10	Tamanho do Alvo	Qualquer coisa que utilize entradas de dados deve ter pelo menos tamanho de 44 pixels.
11	Tipos de Entrada de Dados	A menos que necessário, o conteúdo não deve restringir o uso de diferentes mecanismos de entrada.
12	Conteúdo Compatível	O conteúdo deve ser compatível e personalizável com outros dispositivos atuais e futuros, incluindo tecnologia assistiva.

Fonte: Adaptado de Arias et al. (2022)

4.3 Análise e Resultado

O presente trabalho baseou-se na construção de uma pesquisa exploratória através de uma revisão sistemática de literatura, partindo da quantidade inicial de 3893 trabalhos científicos publicados nas bases apresentadas na Seção 5.1.3.

Aplicando o procedimento metodológico abordado no Capítulo 4, chegou-se então à quantidade final de 21 trabalhos que poderiam apresentar recomendações para o tema de identificações de heurísticas direcionadas aos aplicativos acessíveis que apoiam o ensino e aprendizagem de Anatomia para estudantes com TEA.

A análise de resultado foi elaborada a partir das respostas às questões de pesquisas identificadas dos trabalhos apresentados na Tabela 9. O objetivo da análise foi identificar as diretrizes e recomendações sugeridas pelos autores em maior quantidade propositiva em relação às questões de pesquisa do presente trabalho.

Dessa maneira, é possível indicar uma tendência de aplicação viável sugerida recorrentemente na literatura para criação de aplicativos direcionados às pessoas com TEA e estudantes de Anatomia. As heurísticas identificadas na revisão sistemática da literatura foram descritas na etapa de execução e são utilizadas para indicar as diretrizes fortemente recomendadas, assim como gerar gráficos estatísticos relacionados as quantidades de citações.

Para melhor organizar as diretrizes propostas, foram identificadas de forma separada as tendências relacionadas a cada questão específica de pesquisa e apresentadas no decorrer desta seção. Foi analisada a quantidade de vezes que a recomendação foi citada e se a proposta é convergente com as características de aplicação para o desenvolvimento de aplicativos direcionados às pessoas com TEA.

Cada autor expressa a descrição da recomendação de forma particular, mesmo abordando diretrizes similares. Dessa maneira, foram interpretadas as definições semelhantes e apresentadas de forma centralizada em relação a ideia da recomendação sugerida pelos autores.

A Tabela 24 apresenta as diretrizes selecionadas na etapa de relato da revisão, relacionando as heurísticas recorrentemente sugeridas na literatura para QE1 referenciada na Tabela 3. O campo "Trabalhos" faz referência às pesquisas que fizeram menção aquela determinada heurística, baseado-se na identificação dos trabalhos apresentados na Tabela 9.

Tabela 24 – Heurísticas direcionadas à QE1 baseadas na recorrência das diretrizes encontradas nos trabalhos.

Heurística	Descrição	Trabalhos
H1	Informar ao usuário todos os processos que estão acontecendo no sistema por meio de imagem, loading, mensagem e feedback em tempo de execução.	T3 - T15 - T16 T18 - T20
H2	Utilizar exibições de maneira simples e objetiva, sem poluir ou disponibilizar informações desnecessária em tela (imagens e exibições).	T3 - T5 - T10 T14 - T18

Continua na próxima página

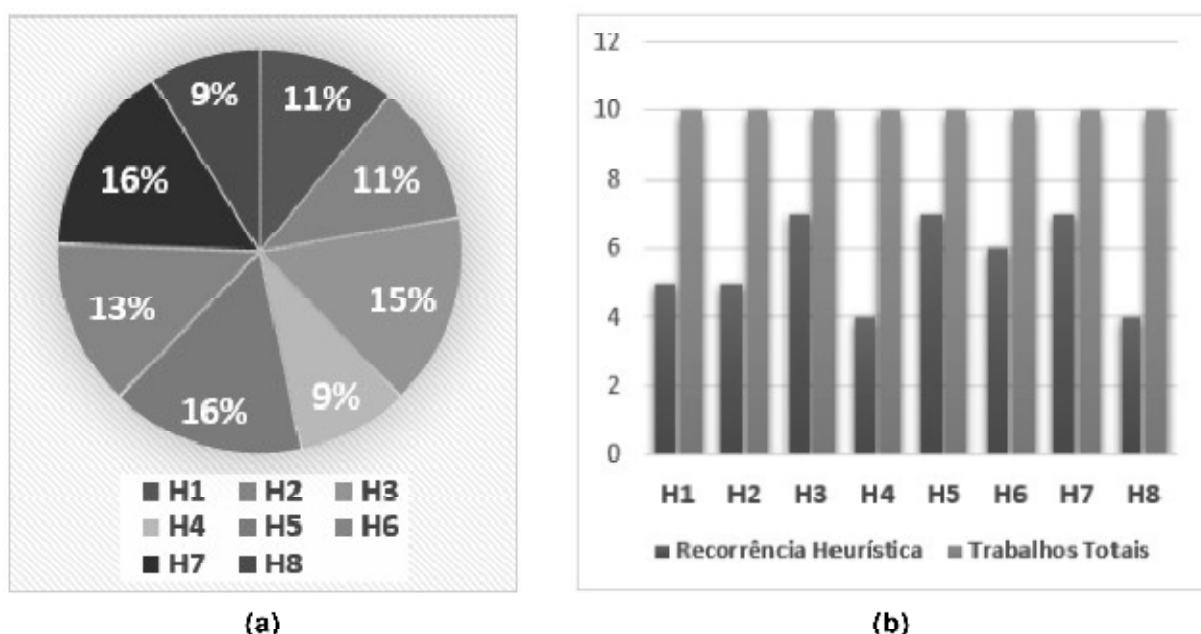
Tabela 24 – Continuação

Heurística	Descrição	Trabalhos
H3	Utilizar linguagem simples e objetiva para comunicação com o usuário em vez de termos técnicos no aplicativo.	T3 - T5 - T10 - T15 T14 - T16 - T20
H4	Manter o padrão entre as telas, como cores e nomes de botões, para o usuário ter consistência para realizar tarefas.	T3 - T15 T16 - T20
H5	Disponibilizar funcionalidade para o usuário poder desfazer qualquer ação e/ou sair a qualquer momento.	T3 - T10 - T14 - T15 T16 - T18 - T20
H6	Fornecer documentação sobre o aplicativo e como utilizar na realização de tarefas.	T3 - T5 - T10 T15 - T16 - T20
H7	Prevenir que erros ocorram e quando houver informar rapidamente o usuário sobre possíveis indisponibilidade no sistema.	T3 - T7 - T14 - T15 T16 - T18 - T20
H8	Garantir a privacidade e a preservação dos dados do usuário.	T6 - T14 T15 - T16

Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 4 apresenta uma análise estatística sobre as heurísticas recomendadas à QE1. O gráfico mostrado na Figura (a), apresenta percentualmente o índice de relevância de cada heurística em relação ao conjunto total das heurísticas da Tabela 24. O gráfico referente a Figura (b) representa quantitativamente a recorrência de cada heurística em relação ao total de trabalhos utilizados para extrair as resposta em relação à QE1.

Figura 4 – Estatística das Heurísticas direcionadas para QE1.



Fonte: Elaborada pelo Autor

A Tabela 25 apresenta as diretrizes selecionadas na etapa de análise de revisão, relacionando as heurísticas recorrentemente sugeridas na literatura para QE2 referenciada na Tabela 3. Será observado uma menor quantidade de trabalhos referenciados, isso se deve a escassez de trabalhos direcionadas especificamente para essa questão de pesquisa, mas ainda sim é possível indicar recomendações constantes entre os trabalhos que respondem essa questão específica de pesquisa.

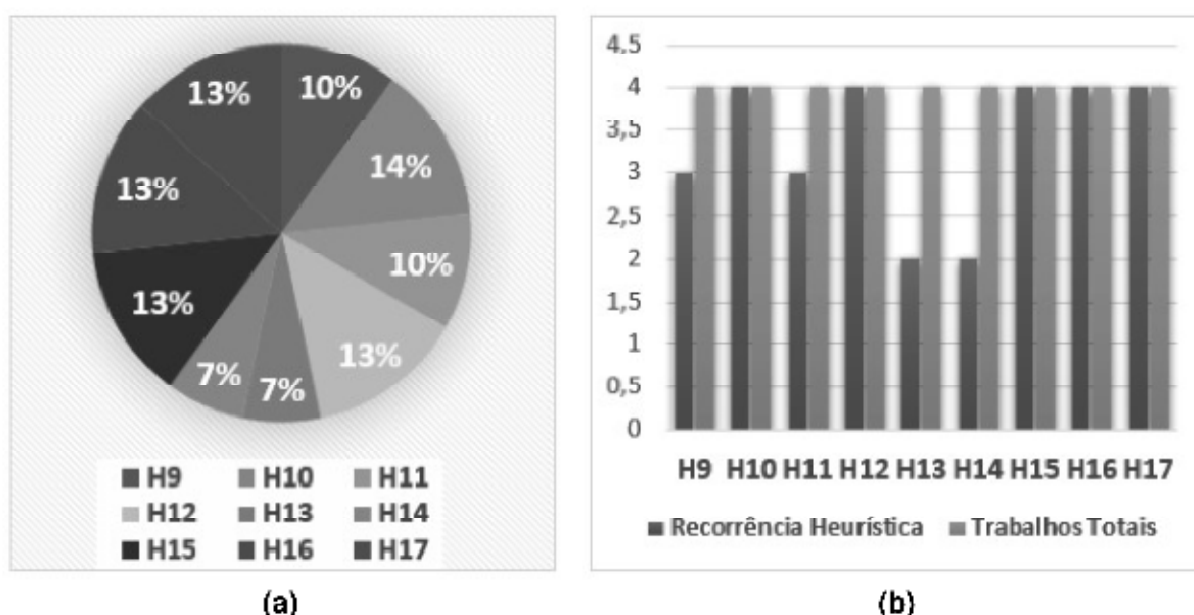
Tabela 25 – Heurísticas direcionadas à QE2 baseadas na recorrência das diretrizes encontradas nos trabalhos.

Heurística	Descrição	Trabalhos
H9	Utilizar avatares para representação virtual do comportamento anatômico em formato tridimensional.	T1 - T9
H10	Utilizar imagens 3D para representação de partes anatômicas, garantindo a qualidade em alta resolução disponível no dispositivo do usuário.	T1 - T6 T9 - T21
H11	Converter as imagens para serem apresentadas de forma padronizada e adequada para exibição no aplicativo a partir da resolução da tela.	T1 - T6 - T21
H12	Disponibilizar imagens com conteúdos associados, detalhando a parte apresentanda juntamente com as partes anatômica que fazem interação.	T1 - T6 T9 - T21
H13	Manter os conteúdos, conceitos, definições e apresentações atualizados no aplicativo.	T6 - T9
H14	Disponibilizar dentro do próprio aplicativo o glossário de termos anatômicos específicos que são utilizados.	T6 - T9
H15	Disponibilizar ensinamento profundo sobre anatomia, não restringindo o aplicativo apenas para definições objetivas.	T6 - T9 - T21
H16	Disponibilizar funcionalidade para manipulação das imagens, preferencialmente 3D. Disponibilizar opções de rotação, aproximação e afastamento.	T9 - T21
H17	Garantir a qualidade/suavidade das imagens no momento de manipulação por parte do usuário. Apresentar complemento audiovisual instrutivo à visão tridimensional apresentada.	T9 - T21

Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 5 apresenta uma análise estatística sobre as heurísticas recomendadas à QE2. O gráfico mostrado na Figura (a), apresenta percentualmente o índice de relevância de cada heurística em relação ao conjunto total das heurísticas da Tabela 25. O gráfico referente a Figura (b) representa quantitativamente a recorrência de cada heurística em relação ao total de trabalhos utilizados para extrair as resposta em relação à QE2.

Figura 5 – Estatística das Heurísticas direcionadas para QE2.



Fonte: Elaborada pelo Autor

A Tabela 26 apresenta as diretrizes selecionadas na etapa de análise de revisão, relacionando as heurísticas recorrentemente sugeridas na literatura para QE3 referenciada na Tabela 3.

Tabela 26 – Heurísticas direcionadas à QE3 baseadas na recorrência das diretrizes encontradas nos trabalhos.

Heurística	Descrição	Trabalhos
H18	O design geral de interface devem ser simples, claros e previsíveis.	T2 - T4 - T5 - T7 T8 - T10 - T11 - T12 T13 - T17
H19	Textos escritos devem ser claro, simples e curto, escritos em fonte grande e estilo San-serif simples de cores fortes.	T5 - T7 - T8 - T10 T11 - T12 - T13 - T17
H20	Conteúdo secundário que levam a distração devem ser evitado. Exemplo: Sons de fundo, texto se movendo, imagens piscando e rolagem horizontal.	T10 - T8 - T13
H21	A navegação deve ser consistente e similar em toda as telas.	T2 - T4 - T7 - T8 T12 - T17
H22	Acrônimos, abreviações, texto não-litera e jargões não devem ser utilizados.	T10 - T13
H23	Evitar ao máximo situações erro. Caso ocorra, proporcionar meio de recuperação e comunicação imediata.	T2 - T5 - T7 - T8 T10 - T13 - T17
H24	Disponibilizar conteúdos em formatos variados como escritos, em vídeo, áudio e imagens objetiva com legendas para atrair atenção do usuário.	T2 - T5 - T7 - T8 T10 - T12 - T13 - T17
H25	Apresentar dicas explícitas para o usuário na realização de tarefas no aplicativo. Como: "Deslize para cima".	T7 - T8 - T13

Continua na próxima página

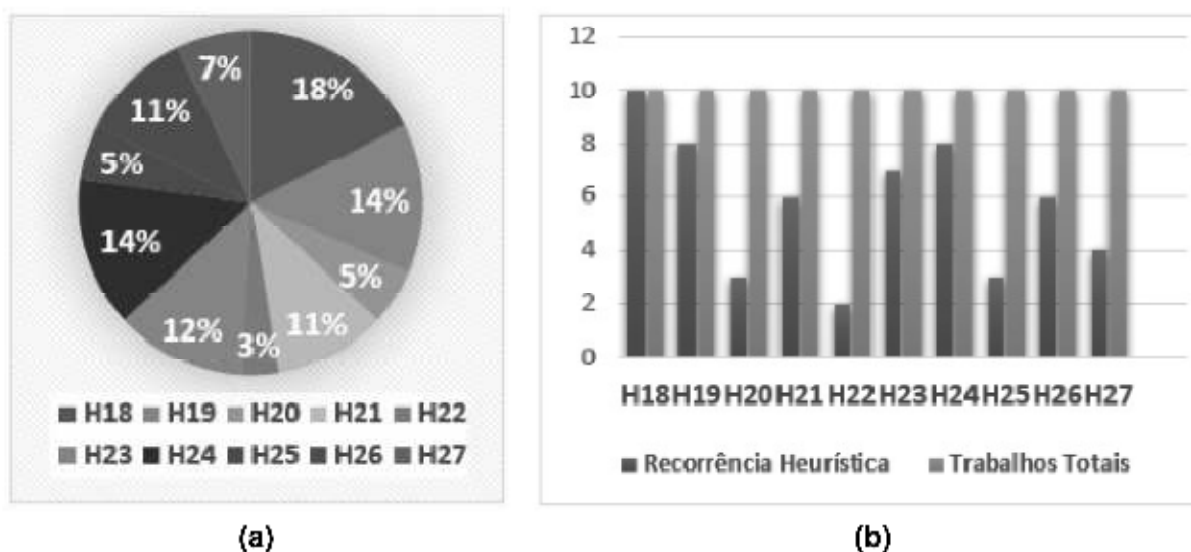
Tabela 26 – Continuação

Heurística	Descrição	Trabalhos
H26	Ajustar limite de tempo em tela, possibilitando que atividades sejam feitas em tempo maior, evitando bloqueio de tela.	T2 - T8 - T10 - T11 T13 - T17
H27	Apresentações em vídeos devem possibilitar o usuário personalizar a velocidade e ter controle sobre o vídeo (pausa e play).	T2 - T5 - T7 - T8

Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 6 apresenta uma análise estatística sobre as heurísticas recomendadas à QE3. O gráfico mostrado na Figura (a) apresenta percentualmente o índice de relevância de cada heurística em relação ao conjunto total das heurísticas da Tabela 26. O gráfico referente a Figura (b) representa quantitativamente a recorrência de cada heurística em relação ao total de trabalhos utilizados para extrair as resposta em relação à QE3.

Figura 6 – Estatística das Heurísticas direcionadas para QE3.



Fonte: Elaborada pelo Autor

A principal característica obtida dessa análise de resultado, são as tabelas indicando as recorrentes heurísticas encontradas na literatura de maneira segmentada por questões específicas de pesquisa apresentadas por diferentes autores. Durante a etapa de levantamento bibliográfico não foi encontrada nenhuma pesquisa que traria um conjunto de diretrizes capaz de responder a questão central de pesquisa do presente trabalho.

Tendo essas evidências científicas de recomendações direcionadas por questões específicas de pesquisa, foi possível então identificar um total de 27 heurísticas que poderiam ser fortemente recomendadas para a questão de pesquisa central. Dessa maneira, as informações dessas tabelas juntas formam um conjunto de heurísticas que podem ser direcionadas

ao desenvolvimento de aplicativos acessíveis que apoiam o ensino e aprendizagem de Anatomia para estudantes com Transtorno de Espectro Autista, podendo ser utilizadas também para avaliações de tecnologias.

O propósito de identificar estas diretrizes parte da preocupação relacionada as pessoas com TEA, mas também devida necessidade de possibilitar que profissionais da área de desenvolvimento de software tenham orientações voltadas às características individuais que determinados usuários precisam para possuir boa usabilidade nas tecnologias desenvolvidas.

Assim, por exemplo, essas recomendações poderão servir como base para os desenvolvedores do projeto Anatome, para realizar implementação de uma nova feature de acessibilidade nos aplicativos Anatome e Anatome-AT, direcionadas aos usuários com TEA.

A criação de tabelas de recomendações específicas para determinados usuários proporcionam também que outros pesquisadores realizem a investigação literária para outros grupos que necessitam de usabilidades direcionadas, como surdos e cegos. Outro ponto é que se cria mais envolvimento de profissionais engajados com as tecnologias acessíveis aplicadas em outros contextos, de modo a produzir heurísticas em diferentes áreas, não se restringindo apenas à Anatomia.

Uma observação a ser feita é que as heurísticas encontradas com mais frequência não substituem outras recomendações propostas, podendo ser aplicadas e trazer bons resultados de usabilidade. As melhores recomendações sempre virão dos feedbacks dados pelos próprios usuários com TEA no momento da realização da avaliação de usabilidade do aplicativo.

O interessante também seria agregar as recomendações identificadas da literatura com as propostas de profissionais autoridades da área, como médicos e psicólogos especialistas em diagnósticos do autismo, para criação de novas tecnologias acessíveis. Isso ocorre, considerando que cada pessoa com TEA pode ter uma habilidade específica afetada (Tabela 1), criando diversas variações comportamentais dependendo do nível do TEA. Assim, especialistas podem agregar valor no desenvolvimento dessas aplicações.

Sobre essa variação comportamental das pessoas com TEA é importante ressaltar a dificuldade de se criar um design de orientações definitivas, que poderiam ser utilizadas por todas as pessoas e aplicações de forma genérica. Isso se torna inviável, uma vez que os usuários das aplicações podem apresentar características de comportamentos distintos.

Para isso, o presente trabalho adotou o princípio de recorrência das diretrizes apontadas por diferentes pesquisadores, para determinar as heurísticas mais recomendadas às pessoas com TEA. Na hipótese de desenvolvimento de aplicativo e avaliação para grupo com pequena variação comportamental, é possível complementar as heurísticas para atender melhor a usabilidade do sistema direcionado para esses grupos específicos.

Sobre as heurísticas encontradas por questões específicas de pesquisa, apresentadas nas Tabelas 24, 25 e 26, percebeu-se que em cada questão houve uma pauta principal abordada pelos autores, fazendo com que eles fizessem recomendações similares quando tratavam daquele determinado tema.

A Tabela 24 apresenta as recomendações relacionadas à QE1. É perceptível que a maior preocupação dos autores estão relacionadas à comunicação que é realizada entre a interface e o usuário, como informar os processos que estão sendo realizados, comunicar erros ou indisponibilidade, utilizar uma linguagem de comunicação próxima ao mundo real entre outras relacionadas à exibição.

Pode ser observado também, em relação a QE1, uma forte tendências direcionadas à autonomia e segurança dos usuários, sugerindo funcionalidades de desfazer tarefas ou sair da aplicação a qualquer momento, garantir privacidade, proteção de dados e fornecimento de documentações ao usuário. Essas preocupações podem surgir até mesmo devido às regulamentações jurídicas brasileiras, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), que podem remover do ar ou aplicar multas aos responsáveis em decorrência do descumprimento.

A Tabela 25 apresenta as recomendações relacionadas à QE2. Esta foi a questão específica de pesquisa onde houve a maior dificuldade de se encontrar pesquisas e recomendações explícitas. Dentre os trabalhos, o tema mais relevante mencionado pelos autores foram a exibição de imagens, sendo recomendada utilização de imagens em alta resolução, formato tridimensional, utilização de avatares, padrões de exibição e funcionalidade de manipulação das imagens por parte do usuário.

A Tabela 26 apresenta as recomendações relacionadas à QE3. Dentre as questões específicas, esta foi a que mais apresentou diversidade de tema entre os autores para recomendação e trouxe mais diretrizes claras e objetivas. Os temas abordados estão relacionados a exibição em tela, navegação entre telas, ajuste de configuração e comportamentos que devem ser evitados ou utilizados.

Em relação à exibição em tela, percebeu-se uma preocupação relevante relacionada ao autismo com o uso de cores e formato de texto escrito. Para os autores, devido às características comportamentais das pessoas com TEA no aspecto de percepção, torna-se necessário a utilização de cores fortes para atrair atenção do usuário, inclusive sugerindo uso de contrastes para potencializar a cor. Para os textos escritos, maioria dos autores são ainda mais diretos, sugerindo que esses textos devam ser escritos com no máximo uma frase por linha, fonte de tamanho 14 e no estilo San-serif simples.

Uma preocupação constante entre os autores são as recomendações relacionadas ao desenvolvimento da interface da tecnologia. Com certa unanimidade entre as pesquisas, as diretrizes convergem para ideia da construção do aplicativo utilizando a menor quantidade de telas possíveis, sendo aplicado um design de tela simples e previsíveis, sempre de forma padronizada.

Outra avaliação comum que se apresenta entre as pesquisas é a necessidade de alterar configurações dentro do aplicativo ou do dispositivo usado, permitindo que o usuário tenha mais tempo para realizar as tarefas e leituras sem que haja o bloqueio automático do dispositivo, evitando também a necessidade do usuário realizar cliques na tela para o bloqueio não ocorrer.

Sobre comportamentos que devem ser utilizados e evitados, as pesquisas apresentam diversas recomendações relacionadas a distrações dos usuários com TEA, tendo em vista que manter o foco é uma dificuldade comum em pessoas com essas características. Para os autores é importante evitar a utilização de conteúdos e exibições secundárias, pois afetam a realização da tarefa que ela está realizando. Assim, imagens e sons de fundo, textos móveis e barras de rolagem devem ser evitadas.

Para um melhor desempenho nas atividades do usuário com TEA, são sugeridas também alternativas para apresentações de dicas. É recomendada utilização de instruções interativas e de baixa complexibilidade, fazendo o usuário interagir com o sistema e até dar início a determinadas tarefas no aplicativo. Uma proposta comumente sugerida, por exemplo, nas pesquisas é a técnica de repetição, realizando primeiramente as atividades do aplicativo e exibindo ao usuário para que seja replicada.

5 Conclusão

*"Há apenas um bem, o saber;
e apenas um mal, a ignorância".
Sócrates*

O principal fundamento para o desenvolvimento desta pesquisa ocorreu mediante a procura de conhecimentos consistentes sobre recomendações direcionadas ao desenvolvimento de tecnologias acessíveis que apoiam o ensino e aprendizagem de anatomia para estudantes com transtorno de espectro autista. A motivação foi apresentar conhecimento sobre a temática abordada e compartilhar informações a todos interessados na quebra de paradigma relacionada à acessibilidade e o mundo acadêmico.

Entender como a pessoa com TEA se relaciona com o universo da tecnologia e as características necessárias para uma usabilidade satisfatória direcionada ao ensino na área de anatomia, podem trazer resultados significativos. Apresentar diretrizes aos programadores com o objetivo de serem aplicadas no desenvolvimento de um dispositivo mobile, pode ser determinante para evoluirmos como sociedade, vencendo passo a passo os obstáculos pedagógicos e tecnológicos quando tratamos de ensino e aprendizagem acessível.

Em razão disso, o presente trabalho realizou uma pesquisa exploratória a partir do levantamento bibliográfico sobre heurísticas de recomendações direcionadas ao desenvolvimento de software, aplicativos da área de ciências biológicas e tecnologias para pessoas com TEA. Vale ressaltar que esse estudo foi conduzido dessa maneira por não ter sido encontrado na literatura nenhum trabalho propondo um conjunto de recomendação que atendam as necessidades específicas dos alunos com TEA estudantes de anatomia.

As informações foram identificadas de artigos científicos publicados em repositórios de pesquisas consideradas referências em coleções de obras das áreas de ciências exatas e humanas. A seleção final foi obtida depois de todo processo de síntese de dados, de modo a utilizar amostras qualitativas, após o cumprimento de uma série de requisitos referentes a qualidade propositiva dos trabalhos.

Dessa forma, a revisão sistemática de literatura permitiu que as respostas referentes as questões específicas da pesquisa fossem respondidas. Assim, foi possível identificar na literatura os conjuntos de recomendações sugeridas por diversos autores por meio da segmentação das questões, apontando ao final, as principais características de usabilidade que devem ser consideradas na construção de um dispositivo mobile que visa atender as necessidades das pessoas com TEA estudantes de anatomia, podendo se estender para outras áreas.

É interessante destacar a realização da RSL, baseando-se em uma metodologia sistematizada para busca e mineração dos trabalhos encontrados. Esta prática foi extremamente importante para evitar problemas de investigação nos repositórios de dados científicos, permi-

tindo que fossem encontrados os artigos desejados, além de aumentar a qualidade da análise de resultado indicando um total 27 heurísticas de diretrizes fortemente recomendadas por diferentes autores em relação ao tema da questão principal de pesquisa.

No entanto, as melhores recomendações virão dos feedbacks dados pelos próprios usuários com TEA quando realizarem a avaliação de usabilidade de um aplicativo disponível com a aplicação das heurísticas apresentadas no presente trabalho. É importante acrescentar também que, apesar de toda sistematização aplicada, a pesquisa está suscetível a erros, pois parte de uma análise interpretativa de dados realizada de maneira empírica manual pelo próprio autor.

Percebeu-se durante a pesquisa que, a partir de 2020, principalmente com a inclusão no CENSO de números estatísticos relacionado ao autismo no Brasil, surgiu maior interesse dos pesquisadores sobre trabalhos científicos com esse alvo de investigação. Entretanto, essas pesquisas estão maioria em fase de exploração direcionadas ao diagnóstico, as crianças e aos responsáveis por pessoas com TEA.

Durante a pesquisa, observou-se também que a falta de padrão comportamental entre as pessoas com autismo é um grande desafio, pois impossibilita uma proposta que atenda a todos. Assim, surge a necessidade do trabalho em conjunto entre pesquisadores e especialistas para direcionar propostas que considerem todas as variações do autismo. Em razão disso, nesse trabalho foram priorizadas as recomendações recorrentes na literatura, capazes de responder às questões específicas de pesquisa.

Paralelo às dificuldades, a utilização dos recursos computacionais têm se tornado ferramenta estratégica para quebra de paradigmas no sistema educacional, como ensino à distância. Dessa forma, produzindo pesquisas e princípios de design e usabilidade para desenvolvimento de tecnologias destinadas aos usuários com autismo, podemos alcançar bons resultados na melhoria do ensino e aprendizagem acessível para esse público no curso superior.

Perante o exposto, podemos afirmar que o objetivo e os objetivos específicos foram atingidos no trabalho. Através da análise das pesquisas, considerando as possíveis variações comportamentais do autismo e as características peculiares para criação de um dispositivo mobile e o desenvolvimento de aplicativos direcionado ao ensino de anatomia, foram apresentadas heurísticas que podem servir como base importante para este tema.

5.1 Trabalhos Futuros

Como dito anteriormente, as melhores recomendações são resultantes dos feedbacks realizados pelos próprios usuários de uma aplicação tecnológica, quando são executadas as avaliações de usabilidade. Dessa forma, uma proposta de continuidade para o presente trabalho é a realização da validação das heurísticas recomendadas num contexto de tecnologias acessíveis que apoiam o ensino e aprendizagem de Anatomia para estudantes com Transtorno do Espectro Autista.

Esta validação poderia ser viabilizada implementando as recomendações encontradas no aplicativo do projeto Anatome, incrementando a acessibilidade da aplicação e testa-la por

alunos com TEA e estudantes de anatomia na prática. Outros aplicativos também podem ser utilizados, desde que seja limitado ao contexto que as recomendações tratam.

Sugere-se também a avaliação das recomendações com profissionais referências da área, como médicos, neurologistas e psicólogos especialista em diagnóstico do TEA em relação às heurísticas determinadas a partir das diretrizes recomendadas da literatura. Essa validação seria interessante para indicar se as heurísticas trazem bons ou maus resultados de usabilidade, podendo assim serem aumentadas ou restringidas.

Outra possibilidade seria aplicar a validação em um contexto de grupo de pessoas com TEA que apresentam uma variação comportamental similar e realizam curso na área das ciências biológicas. Isso permitiria indicar qual comportamento um aplicativo deve apresentar para determinados grupos específicos, possibilitando a criação de heurísticas direcionadas capaz de trazer ótimos resultados de usabilidade.

Referências

- ALMEIDA, V. L. de; GAMA, K. Mobile accessibility guidelines adoption under the perspective of developers and designers. In: *2021 IEEE/ACM 13th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE)*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 127–128. Citado na página 32.
- ARIAS, J. E. R. et al. Accessibility feedback in mobile application reviews: A dataset of reviews and accessibility guidelines. In: *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts*. [S.l.: s.n.], 2022. p. 1–7. Citado nas páginas 9, 32, 47 e 48.
- BALLANTYNE, M. et al. Study of accessibility guidelines of mobile applications. In: *Proceedings of the 17th international conference on mobile and ubiquitous multimedia*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 305–315. Citado nas páginas 9, 32, 46 e 47.
- BONDEZAN, A. N.; GÓES, E. P. de; SOARES, R. T. C. Desafios enfrentados no processo de inclusão de alunos com transtorno do espectro autista no âmbito universitário: revisão integrativa. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 1, p. 721–738, 2022. Citado nas páginas 13 e 18.
- BRASIL, C. F. do. Constituição da república federativa do brasil de 1988. *Recuperado de* <http://www.ritmodeestudos.com.br>, 2010. Citado na página 15.
- BRAZ, P. R. P. Método didático aplicado ao ensino da anatomia humana. 2009. Citado na página 14.
- BRITTO, T. C. P. Gaia: uma proposta de guia de recomendações de acessibilidade web com foco em aspectos do autismo. Universidade Federal de São Carlos, 2016. Citado na página 22.
- CALAZANS, N. C. O ensino e o aprendizado práticos da anatomia humana: uma revisão de literatura. *Medicina*, 2013. Citado na página 14.
- CALDWELL, B. et al. Web content accessibility guidelines (wcag) 2.0. *WWW Consortium (W3C)*, 2008. Citado na página 18.
- CAMALIONTE, D. de O.; KONDO, L.; ROCHA, A. N. D. C. Estudantes do ensino superior com transtorno do espectro autista: uma revisão integrativa da literatura brasileira. *Revista Educação Especial*, v. 34, p. 26–1, 2021. Citado na página 18.
- CANO, T. de M. Panorama brasileiro do atendimento a autistas e necessidade da inclusão no censo 2020. *Revista de Medicina e Saúde de Brasília*, v. 5, n. 2, 2016. Citado na página 13.
- CARNEIRO, C. A. G. et al. Signweaver: Plataforma digital de apoio à disseminação de glossários bilíngues libras-português. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 27, n. 03, p. 212, 2020. Citado na página 17.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. d. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *Trabalho apresentado*, v. 8, 2011. Citado na página 21.
- COSTA, C. d. M. M.; MARINHO, M. M.; MARINHO, G. S. M-learning no ensino de libras: Avaliação de objetos de aprendizagem. *Revista Expressão Católica*, v. 6, n. 1, p. 28–35, 2018. Citado na página 17.

- COSTA, R. P. D. et al. Set of usability heuristics for quality assessment of mobile applications on smartphones. *IEEE Access*, v. 7, p. 116145–116161, 2019. Citado nas páginas 9, 33, 34, 35 e 36.
- CUMIM, J.; MÄDER, B. J. Espaço que a criança e adolescente com diagnóstico de transtorno do espectro autista ocupa na rede de atenção psicossocial: revisão integrativa da literatura. *Psicologia Revista*, v. 29, n. 2, p. 404–421, 2020. Citado na página 18.
- DEUS, M. d. L. F. de. Surdez: Linguagem, comunicação e aprendizagem do aluno com surdez na sala de aula comum. *Revista Anápolis, Seminário de Pesquisa em Educação da rede municipal de ensino de Anápolis: Desafios e Possibilidades*, v. 3, n. 1, 2012. Citado na página 13.
- DIAS, J. et al. Automated evaluation tools for web and mobile accessibility: proposal of a new adaptive interface tool. *Procedia Computer Science*, Elsevier, v. 204, p. 297–304, 2022. Citado na página 33.
- DUMAS, B.; SOLÓRZANO, M.; SIGNER, B. Design guidelines for adaptive multimodal mobile input solutions. In: *Proceedings of the 15th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 285–294. Citado na página 32.
- FERREIRA, M. V. R. Anatome: ensino e aprendizagem de anatomia modelados para todos. 2019. Citado nas páginas 13 e 22.
- GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. *Logeion: Filosofia da informação*, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019. Citado na página 21.
- GOMES, C. G. S. *Ensino de leitura para pessoas com autismo*. [S.l.]: Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2015. Citado na página 18.
- GOMES, D. et al. Developing a set of design patterns specific for the design of user interfaces for autistic users. In: *Proceedings of the XX Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 1–7. Citado nas páginas 9, 32, 43 e 44.
- GRIESI-OLIVEIRA, K.; SERTIÉ, A. L. Transtornos do espectro autista: um guia atualizado para aconselhamento genético. *Einstein (São Paulo)*, SciELO Brasil, v. 15, p. 233–238, 2017. Citado na página 18.
- GUIMARÃES, N. N. et al. Dificuldades encontradas por alunos surdos, professores e intérpretes de libras no ensino e aprendizagem de anatomia humana em cursos superiores. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 6, p. e149963478–e149963478, 2020. Citado nas páginas 14 e 15.
- HERSH, M.; LEPORINI, B. Accessibility and usability of educational gaming environments for disabled students. In: *IEEE. 2012 IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies*. [S.l.], 2012. p. 752–753. Citado na página 32.
- INOSTROZA, R.; RUSU, C. Mapping usability heuristics and design principles for touchscreen-based mobile devices. In: *Proceedings of the 7th Euro American Conference on telematics and information systems*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–4. Citado nas páginas 9, 32, 33 e 34.
- JUANES, J. A. et al. Augmented reality techniques, using mobile devices, for learning human anatomy. In: *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 7–11. Citado nas páginas 9, 32, 39 e 40.

- KITCHENHAM, B. et al. Systematic literature reviews in software engineering—a tertiary study. *Information and software technology*, Elsevier, v. 52, n. 8, p. 792–805, 2010. Citado nas páginas 8 e 24.
- KRAWIEC, Ł.; DUDYCZ, H. A comparison of heuristics applied for studying the usability of websites. *Procedia Computer Science*, Elsevier, v. 176, p. 3571–3580, 2020. Citado na página 33.
- LIMA, R. S. A. d. Criatividade nas práticas pedagógicas e inclusão escolar do aluno com transtorno do espectro autista-tea: revisão bibliográfica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2021. Citado na página 15.
- MACIEL, C. et al. Avaliação heurística de sítios na web. *VII ESCOLA DE INFORMÁTICA DO SBC-CENTROOESTE*, 2004. Citado na página 19.
- MEJÍA-FIGUEROA, A.; CISNERO, M. D. L. A. Q.; JUÁREZ-RAMÍREZ, J. R. Developing usable software applications for users with autism: User analysis, user interface design patterns and interface components. In: *IEEE. 2016 4th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT)*. [S.l.], 2016. p. 195–203. Citado nas páginas 9, 32 e 45.
- MÉNDEZ, J. A. J.; APARICIO, B. F. Mobile apps in education: Focusing on the anatomy of the eye. In: *Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 443–449. Citado nas páginas 9, 32, 40, 41 e 42.
- MENDOZA-GONZÁLEZ, R. et al. Guidelines for designing graphical user interfaces of mobile e-health communities. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–4. Citado nas páginas 9, 32, 38 e 39.
- MOURA, M. L. M. d. Avaliação da usabilidade do website da pavigrés cerâmicas sa. 2015. Citado na página 19.
- NIELSEN, J. *Ten usability heuristics*. [S.l.]: <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/> (acc-essed , 2005. Citado nas páginas 19, 20 e 21.
- PATRA, M. R.; DASH, A. R. Analysis of android cell phone web-browsers to facilitate accessible m-governance. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 276–284. Citado nas páginas 9, 32 e 46.
- RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências. *Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, p. 76–97, 2006. Citado na página 24.
- RODRIGUES, A. S.; CRUZ, L. H. G. Desafios da inclusão de alunos com transtorno do espectro autista (tea) no ensino de ciências e biologia. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, v. 11, n. 25, p. 413–425, 2019. Citado na página 14.
- RODRIGUES, L. C. *CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO*. 2020. Tese (Doutorado) — UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2020. Citado na página 15.
- ROSA, J. R. d. S.; VALENTIM, N. M. C. Accessibility, usability and user experience design for visually impaired people: a systematic mapping study. In: *Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–10. Citado na página 19.

- SALMI, S. et al. Utilising mobile-augmented reality for learning human anatomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 197, p. 659–668, 2015. Citado nas páginas 33, 41 e 42.
- SAMPAIO, R. K. O.; FARIAS, G. B. de. Biblioteca escolar inclusiva: Análise acerca do transtorno do espectro autista. *Brazilian Journal of Information Science: research trends*, v. 14, n. 3, p. e020007–e020007, 2020. Citado na página 13.
- SCHEFER, R. P.; AREÃO, A. S.; ZAINA, L. A. M. Guidelines for developing social networking mobile apps to deaf audience: a proposal based on user experience and technical issues. In: *Proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–10. Citado nas páginas 9, 33, 37 e 38.
- SILVA, G. M. S.; ANDRADE, R. M. de C.; DARIN, T. de G. R. Design and evaluation of mobile applications for people with visual impairments: a compilation of usable accessibility guidelines. In: *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–10. Citado na página 32.
- SOUZA, A. C. de; BENITEZ, P.; CARMO, J. dos S. Diretrizes de acessibilidade de interfaces digitais para pessoas com transtorno do espectro autista: uma revisão integrativa de literatura. *Revista Educação Especial*, v. 34, p. 29–1, 2021. Citado na página 19.
- STUURMAN, S. et al. Autism: Implications for inclusive education with respect to software engineering. In: *Proceedings of the 8th Computer Science Education Research Conference*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 15–25. Citado nas páginas 9, 32, 44 e 45.
- TAMANHA, A. C.; PERISSINOTO, J.; CHIARI, B. M. Uma breve revisão histórica sobre a construção dos conceitos do autismo infantil e da síndrome de asperger. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, SciELO Brasil, v. 13, p. 296–299, 2008. Citado na página 18.
- W3C. 2013. <<https://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-1.html>>. Citado nas páginas 14 e 17.
- WCAG. 2018. <<https://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag21-pt-BR/>>. Citado na página 17.
- WEICHBROTH, P. Usability of mobile applications: a systematic literature study. *IEEE Access*, IEEE, v. 8, p. 55563–55577, 2020. Citado nas páginas 9, 32, 36 e 37.
- ZAINA, L. A. et al. Preventing accessibility barriers: Guidelines for using user interface design patterns in mobile applications. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 186, p. 111213, 2022. Citado na página 33.