

Experiências Educacionais em Disciplinas de Programação de Computadores: uma Análise Qualitativa na Perspectiva dos Estudantes com Deficiência Visual

Eliana Zen^{1,2}, Vinícius Kruger da Costa^{1,3}, Tatiana Aires Tavares¹

¹Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC)
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Pelotas – RS – Brasil

²Instituto Federal Farroupilha (IFFar)
São Vicente do Sul – RS – Brasil

³Instituto Federal Sul-riograndense (IFSul)
Pelotas – RS – Brasil

{eliana.zen, viniciusdacosta, tatiana}@inf.ufpel.edu.br

Abstract. *Students with visual impairments may face several difficulties in Computer Programming subjects, compromising their learning and motivation. In order to identify the limitations and challenges faced by students in these subjects, interviews were conducted with 6 students/graduates with visual impairments from higher education courses in the field of Computer Science. The data were analyzed through Content Analysis, and the results indicate that the main challenges are related to the accessibility of support materials, understanding the context of teachers' and peers' speech, and the use of necessary alternative tools and/or workarounds to carry out activities.*

Resumo. *Estudantes com deficiência visual podem enfrentar diversas dificuldades nas disciplinas de Programação de Computadores, comprometendo o seu aprendizado e motivação. Visando identificar as limitações e desafios enfrentados pelos alunos nessas disciplinas, foram realizadas entrevistas com 6 estudantes/egressos com deficiência visual de cursos superiores na área de Computação. Os dados foram analisados por meio de Análise de Conteúdo e os resultados apontam que os principais desafios estão relacionados à acessibilidade dos materiais de apoio, obtenção de contexto das falas dos professores e colegas e a utilização de ferramentas e/ou soluções alternativas necessárias para realização das atividades.*

1. Introdução

O número de pessoas com deficiência visual em todo o mundo é estimado em pelo menos 253 milhões de indivíduos, dos quais cerca de 36 milhões são cegos [OMS 2021]. No Brasil, a deficiência visual é a mais prevalente entre todos os tipos de deficiência, afetando em torno de 18,6% da população [IBGE 2010]. Essa estatística tem impactos significativos na educação, uma vez que a deficiência visual afeta um número substancial de estudantes matriculados em cursos superiores no país: em 2021, dos 63.404 alunos com deficiência,

transtornos globais do desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação matriculados em cursos de graduação, 23.654 possuíam alguma deficiência visual [INEP 2022].

Diante deste contexto, o debate em torno da acessibilidade no ensino tem se tornado cada vez mais relevante. Normas e Leis têm desempenhado um papel importante na inclusão e na permanência das pessoas com deficiência no ambiente escolar [Porte and Trindade 2022]: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) [Brasil 1996] reconhece a igualdade de acesso e permanência na escola para pessoas com deficiência, garantindo o atendimento educacional especializado aos educandos nas instituições de ensino; a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência [Brasil 2015] visa assegurar e promover os direitos e as liberdades essenciais das pessoas com deficiência em um contexto de igualdade; e, o Decreto 6.949, de 2009 [Brasil 2004] promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência.

Essa perspectiva inclusiva é resultado de políticas públicas e movimentos que surgiram nos últimos anos, buscando garantir os direitos de pessoas com deficiência [Sales and Torres 2022], fomentando a inclusão social e fortalecendo sua cidadania, oferecendo respaldo legal para poderem conquistar espaços diversos, incluindo o acesso a instituições de ensino públicas e privadas em todos os níveis e modalidades educacionais [Beda et al. 2022].

No entanto, quando se trata de cursos da área de Computação, que dependem fortemente de pistas visuais, pessoas com deficiência visual podem enfrentar desafios relacionados tanto ao processo de ensino-aprendizagem quanto à execução de atividades profissionais e utilização de suas tecnologias [Rajaselvi et al. 2021]. Especificamente nas disciplinas que envolvem Programação de Computadores, a utilização de ferramentas altamente dependentes de elementos gráficos, aliado às características intrínsecas da maioria das linguagens de programação¹, impõem barreiras significativas para pessoas com deficiência visual realizarem tarefas relacionadas a desenvolvimento de software [Mountapbeme et al. 2022].

Logo, faz-se necessário o aprimoramento de metodologias de ensino, para oportunizar aos estudantes com deficiência visual um processo de aprendizagem favorável, já que os métodos tradicionais podem ser ineficazes [Rajaselvi et al. 2021]. Aliado a isso, a falta de informações pode dificultar o entendimento acerca dos obstáculos enfrentados por esses estudantes, levando a evasão dos programas de Computação e impossibilitando a produção de soluções para tornar o cenário do ensino mais acessível e inclusivo [Alves et al. 2022].

É fundamental, portanto, compreender as dificuldades e os desafios enfrentados por estudantes com deficiência visual nas disciplinas de programação de computadores. Neste sentido, este trabalho se propõe a investigar este cenário por meio de entrevistas realizadas com estudantes e egressos de Cursos Superiores de Computação que possuem deficiência visual. A análise dos dados coletados é conduzida por meio de uma abordagem qualitativa, utilizando-se a técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2015). O objetivo é obter uma maior compreensão desse contexto específico a fim de contribuir para

¹Forma de comunicação artificial utilizada para controlar o fluxo de operações em um computador, contendo um vocabulário e um conjunto de regras gramaticais específicos (sintaxe) [Sharma 2020].

o desenvolvimento de ambientes de desenvolvimento de software (IDEs²) mais acessíveis.

2. Experiências Educacionais em Programação de Computadores

A programação de computadores pode ser definida como o processo de escrever, testar, depurar e manter o código-fonte de programas [Sharma 2020], com o objetivo de instruir um computador a solucionar problemas [Hermans and Aldewereld 2017]. Para programar, é necessário conhecer a sintaxe de uma ou mais linguagens de programação e compreender adequadamente a situação ou o problema que está sendo abordado [Gomes et al. 2015]. Este não é um assunto fácil de ser estudado, pois requer a compreensão de conceitos abstratos [Lahtinen et al. 2005] e o desenvolvimento de um conjunto de competências necessárias para conceber programas capazes de resolver problemas reais, o que pode ser desafiador para iniciantes nessa área [Gomes et al. 2015].

No caso dos estudantes com deficiência visual, ainda podem surgir desafios específicos quando eles se envolvem com programação de computadores. Segundo Potluri et al. (2018), normalmente os IDEs possuem acessibilidade inadequada, o que dificulta, ou mesmo impede, que pessoas com deficiência visual façam uso de muitos recursos oferecidos. Aliado a isso, a natureza visual das linguagens de programação [Sánchez and Aguayo 2006], que fazem uso extensivo de caracteres não alfanuméricos (como colchetes e chaves), pode representar um desafio quando se utiliza leitores de tela como ferramenta para garantir a acessibilidade [Mealin and Murphy-Hill 2012].

Além dos obstáculos relacionados às linguagens e ambientes de programação, também é preciso levar em conta os obstáculos enfrentados pelos estudantes com deficiência visual no âmbito geral do processo de ensino-aprendizagem de programação de computadores. Para proporcionar igualdade de oportunidades a esses estudantes, é essencial garantir a sua plena participação nas atividades e o acesso a todos os materiais e informações indispensáveis para sua formação profissional.

3. Trabalhos Relacionados

A literatura atual apresenta pesquisas que destacam ferramentas e soluções alternativas desenvolvidas para auxiliar no aprendizado dos conteúdos relacionados a programação de computadores por estudantes com deficiência visual. Robe et al. (2020) listam recursos pedagógicos que podem ser adaptados de acordo com o conteúdo, a faixa etária e as características individuais de cada estudante. Araújo e Andrade (2020) exploraram estudos que descrevessem experiências de adaptação de materiais e tecnologias para estudantes do ensino fundamental e médio.

Outros estudos abordaram as dificuldades enfrentadas por estudantes com deficiência visual no ambiente acadêmico universitário, porém não se concentram especificamente em cursos de Computação. Garcia et al. (2018) identificaram falhas na garantia de acessibilidade para pessoas com deficiência visual em cursos superiores, destacando obstáculos relacionados à acessibilidade arquitetônica e à falta de preparo dos docentes para oferecer condições adequadas aos estudantes. De forma semelhante, Sales e Torres (2022) investigaram as dificuldades diárias enfrentadas por estudantes com deficiência visual ao acessar os ambientes universitários, evidenciando obstáculos relacionados à mobilidade e barreiras atitudinais (atitudes negativas relacionadas à deficiência).

²*Integrated Development Environment*

Por fim, alguns estudos têm identificado problemas e limitações de acessibilidade enfrentados por estudantes com deficiência visual em cursos de Computação. Alves et al. (2022) identificaram diversos desafios, destacando-se a acessibilidade dos materiais e recursos tecnológicos utilizados, a metodologia de ensino adotada pelos professores, as dificuldades de comunicação interpessoal, a apresentação de gráficos, imagens e informações e a capacitação dos docentes e profissionais especializados envolvidos na formação desses estudantes. Baker et al. (2019) realizaram uma pesquisa qualitativa e descobriram que os estudantes enfrentam desafios diários que vão desde o acesso aos materiais e a realização das atividades até o relacionamento com os professores.

Apesar desses trabalhos abordarem temáticas muito relevantes e que se assemelham a proposta deste trabalho, eles não exploram as dificuldades e limitações específicas enfrentadas pelos estudantes com deficiência visual nas disciplinas de programação. Essa análise é essencial porque essas disciplinas permeiam os cursos de Computação e são fundamentais para a resolução de problemas, o desenvolvimento de software e a criação de soluções tecnológicas.

4. Metodologia

A pesquisa descrita neste trabalho envolveu a realização de entrevistas semi-estruturadas com 6 estudantes/egressos de Cursos Superiores ligados à área de Computação. Para participar da pesquisa era necessário ter alguma deficiência visual e estar cursando ou que já ter cursado disciplinas relacionadas à Programação de Computadores. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Farroupilha (IFFar), conforme Parecer Consubstanciado N.º 54297421.9.0000.5574, de 2022.

4.1. Caracterização da Pesquisa

A pesquisa iniciou com a busca por trabalhos que analisassem os principais desafios e limitações encontradas por pessoas com deficiência visual em atividades relacionadas à Programação de Computadores. As primeiras etapas envolveram a preparação do estudo (abrangendo a construção do Referencial Teórico), a definição do problema de pesquisa e o desenvolvimento dos protocolos de coleta e análise dos dados. Para a coleta dos dados, foram executados os procedimentos para seleção da amostra para entrevistas, transcrição e organização dos dados. Na análise dos dados, realizou-se o processo de definição dos Códigos e Categorias a serem utilizados.

As questões das entrevistas foram elaboradas a partir de uma abordagem dedutiva, em que se assume que a fundamentação teórica fornece informações suficientes para gerar o conjunto inicial de questões [Guerin et al. 2015]. As perguntas foram elaboradas no intuito de se identificar: (1) o perfil de cada um dos participantes: idade, gênero, tipo de deficiência visual, curso, Instituição de Ensino e ano de conclusão; e, (2) questões relacionadas às aulas de Programação de Computadores: Tecnologia Assistiva (TA), IDEs e soluções alternativas utilizadas, bem como limitações e dificuldades encontradas.

A pesquisa adotou um enfoque qualitativo e de caráter exploratório, buscando ampliar e aprofundar o conhecimento sobre a temática estudada [Santos et al. 2018].

4.2. Recrutamento dos Participantes

Os estudantes foram recrutados a partir de indicação de professores, contatos dos pesquisadores e amostragem de bola de neve³ (*Snowball sampling*). Antes de cada entrevista, os participantes receberam por e-mail alguns arquivos: (1) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); (2) Termo para Uso da Imagem e Som da Voz (TUIV); e, (3) Roteiro da Entrevista. Estes documentos foram enviados previamente para permitir que os estudantes se familiarizassem com o seu conteúdo e pudessem sanar as dúvidas que porventura pudessem surgir. O consentimento dos participantes foi obtido de forma textual (por e-mail ou mensagem de texto) e verbal, no início de cada entrevista.

As entrevistas foram gravadas em áudio/vídeo e iniciaram com a leitura do TCLE e TUIV. Após a leitura os estudantes poderiam fazer perguntas e fornecer o consenso verbal para participação na pesquisa. Todas as entrevistas ocorreram durante o mês de agosto de 2022 e foram realizadas de maneira virtual, utilizando a ferramenta *Google Meet*⁴ ou via chamada de vídeo realizada pelo *Whatsapp*⁵ (conforme a preferência do entrevistado).

4.3. Análise do Dados

A análise dos dados foi realizada utilizando uma abordagem qualitativa por meio da técnica de análise de conteúdo, que compreende um conjunto de técnicas para inferir conhecimentos sobre produção/recepção de mensagens através da descrição sistemática e objetiva [Bardin 2015]. Todas as entrevistas foram transcritas na íntegra e posteriormente codificadas, seguindo as cinco fases para análise de conteúdo propostas por Bardin (2015): (1) organização da análise; (2) codificação; (3) categorização; (4) tratamento dos resultados; e, (5) inferência e interpretação dos resultados.

A análise dos dados iniciou com a fase de Codificação, que corresponde à transformação dos dados brutos do texto, permitindo representar o conteúdo por meio de recorte, agregação e enumeração [Bardin 2015]. Finalizada a etapa de Codificação, partiu-se para a Categorização, onde os dados são agrupados por similaridade. Nessa etapa, os elementos são classificados em um conjunto, onde são diferenciados e reagrupados por gênero [Bardin 2015]. Os Códigos e Categorias adotados foram estabelecidos a partir do Referencial Teórico, com base no conjunto de Códigos utilizados por Baker et al. (2019): (1) Tecnologias; (2) Acomodações; e (3) Impactos sociais. Entretanto, para a análise realizada no presente trabalho apenas o Código "Acomodações" foi adotado. Os Códigos "Tecnologias" e "Impactos sociais" não foram utilizados devido à falta de relevância direta em relação aos resultados específicos que estavam sendo investigados.

O Código "Acomodações" refere-se à forma como os estudantes com deficiência visual obtêm as informações durante as aulas, e está organizado nas Categorias [Baker et al. 2019]: (1) Aulas/Palestras (*Lectures*), relacionado à obtenção do contexto das falas por estudantes com deficiência visual, ou seja, quando o colega/palestrante/professor escreve à mão e/ou gesticula algo e não verbaliza sua caligrafia/gesto ou não fornece as mesmas informações em materiais acessíveis; (2) Materiais

³Técnica de amostragem onde o pesquisador pede que os participantes indiquem outras pessoas que possuam as características desejadas para a pesquisa [Gil 2021].

⁴<https://meet.google.com/>

⁵<https://www.whatsapp.com/>

(*Materials*), associado à dificuldade em obter materiais do curso em um formato acessível e em tempo hábil; e, (3) Tarefas/Atividades (*Assignments*), quando o estudante recebe tarefas diferentes do restante da turma, utiliza recursos/ferramentas diferentes dos colegas, depende de assistência humana, recebe notas baseadas apenas nos componentes acessíveis ou é dispensado da realização de algumas atividades.

5. Resultados e Discussão

No intuito de manter o anonimato dos participantes e cumprimento da Resolução n.º 510 do Conselho Nacional de Saúde [Guerriero 2016], optou-se por se referir aos participantes de forma genérica. Neste sentido, para a análise das respostas obtidas, os participantes serão identificados por uma letra seguida de um número: E1, E2, E3, E4, E5 e E6.

No total, a pesquisa contou com 6 participantes (1 mulher e 5 homens), sendo três estudantes (E1, E4 e E6) e três egressos de cursos técnicos e superiores na área de Computação (E2, E3 e E5), com idade entre 22 e 51 anos. O perfil dos participantes é apresentado na Tabela 1.

Participante	Gênero	Idade	Situação	Curso(s)
E1	M	43	Estudante	Licenciatura em Computação
E2	M	33	Egresso	Técnico em Informática Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
E3	F	44	Egresso	Superior de Tecnologia em Sistemas de Informação
E4	M	22	Estudante	Bacharelado em Ciência da Computação
E5	M	31	Egresso	Técnico em Informática Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
E6	M	51	Estudante	Bacharelado em Sistemas de Informação

Tabela 1. Perfil dos Participantes da Pesquisa

Entre os participantes, um possui daltonismo (E1), enquanto os outros cinco são cegos. Os participantes cegos frequentemente utilizam o leitor de telas NVDA⁶ (*Non-Visual Desktop Access*), sendo que dois deles mencionaram o uso ocasional do leitor de telas JAWS⁷ (*Job Access With Speech*). O estudante com daltonismo informou que não tem o hábito de utilizar leitor de telas, mas que recorre ao NVDA quando necessário.

Após a identificação do perfil dos participantes, prosseguiu-se com a análise das respostas obtidas nas entrevistas, detalhada nas subseções a seguir.

5.1. Aulas/Palestras

Os problemas relacionados a esta Categoria decorrem do fato de que nem sempre a pessoa que está se comunicando verbaliza o que está escrevendo no quadro, digitando no computador, ou mesmo descreve um gesto/ação utilizado para explicar o conteúdo que está

⁶<https://www.nvaccess.org/download/>

⁷<https://www.freedomscientific.com/products/software/jaws/>

sendo discutido [Baker et al. 2019]. É comum, por exemplo, que os estudantes recorram a videoaulas para aprimorar seu conhecimento sobre um tópico estudado ou para obter uma compreensão mais aprofundada a respeito de um tema específico. No entanto, nem todas as informações apresentadas são verbalizadas ou descritas na sua totalidade e de forma adequada. E4, por exemplo, menciona que prefere estudar os conteúdos das disciplinas utilizando livros digitais ao invés de utilizar vídeos, pois, na maioria das vezes, as pessoas não descrevem tudo o que está sendo exibido na tela, limitando o acesso às informações. Essa limitação também ocorria quando os professores utilizavam ferramentas de compartilhamento de tela durante as aulas remotas, que foram realizadas durante o período de distanciamento social devido à pandemia de COVID-19. Nessas situações, o leitor de telas não conseguia fazer a leitura, uma vez que o conteúdo era compartilhado como uma imagem.

A falta de conhecimento a respeito das necessidades e preferências dos estudantes com deficiência visual por parte de professores também pode ser um limitador. E6 acredita que os professores não estão devidamente preparados para lecionar disciplinas relacionadas à Programação de Computadores para estudantes com deficiência visual, o que pode influenciar no aprendizado destes estudantes. O estudante relata, por exemplo, que em algumas ocasiões, os professores falam muito rápido, dificultando o acompanhamento das atividades ou a compreensão das explicações fornecidas.

5.2. Materiais

Os desafios relacionados à acessibilidade dos materiais são consequência da natureza das ferramentas utilizadas por pessoas com deficiência visual para interagir com computadores [Baker et al. 2019]. Neste sentido, para que se possa garantir a acessibilidade desses materiais, é necessário conhecer os recursos de TA disponíveis e utilizados pelos estudantes.

Com o objetivo de identificar os principais recursos de TA utilizados por pessoas com deficiência visual, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, [Zen et al. 2022], [Zen et al. 2023], que revelou que os leitores de tela são o recurso de TA mais utilizado por pessoas com deficiência visual. Além disso, os cinco estudantes cegos que participaram das entrevistas confirmaram que utilizam leitores de tela para acessar os materiais e os conteúdos das disciplinas de programação. Essa constatação ressalta a importância de garantir que os materiais fornecidos aos estudantes sejam completamente acessíveis aos leitores de tela.

Nesse contexto, os audiolivros⁸ surgem como uma opção acessível para pessoas com deficiência visual, porém, é difícil obtê-los [Baker et al. 2019]. Como resultado, há poucos livros, apostilas e outros materiais disponíveis nesse formato. Uma alternativa adotada por alguns professores é a digitalização de livros impressos. No entanto, de acordo com E4 e E5, ao fazer isso, em algumas ocasiões, os professores simplesmente escaneavam o livro e entregavam o arquivo digital ao estudante. Entretanto, cópias escaneadas de livros físicos obtidas por meio de software *Optical Character Recognition* (OCR) podem não ser acessíveis. É necessário que os arquivos digitalizados sejam convertidos para formato de texto, porque quando o material é digitalizado no formato de imagem, o leitor de telas não consegue verbalizar o conteúdo.

⁸Livros em formato de áudio, nos quais a narrativa do texto é gravada e disponibilizada para audição.

Limitações também podem ser impostas pelos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs)⁹ ou em plataformas específicas para compartilhamento de arquivos e outros recursos educacionais utilizadas pela instituição de ensino. As barreiras podem surgir quando o estudante tenta acessar os materiais e atividades disponibilizados pelo professor nesses ambientes. Por exemplo, E1 relata que não conseguia fazer o *download* dos materiais publicados pelos docentes no sistema utilizado pela instituição em que estuda. Ele precisava solicitar auxílio de um monitor, que fazia o *download* do material, realizava os ajustes necessários para garantir a acessibilidade e, posteriormente, os encaminhava para o estudante via *Whatsapp*.

Além disso, mesmo quando os estudantes têm acesso a materiais em formato auditivo, outros problemas de acessibilidade podem surgir. E6 ressalta que, em algumas ocasiões, precisa modificar a voz do leitor de tela para torná-la menos cansativa. Outra questão apontada pelo estudante está relacionada à pronúncia de palavras em língua inglesa¹⁰, que muitas vezes são pronunciadas de maneira incorreta pelos leitores de tela. Isso pode ocorrer porque o leitor de telas é configurado para ler a interface gráfica em um idioma específico. No entanto, ao utilizar IDEs, pode ser necessário realizar a leitura da interface do IDE, do Sistema Operacional e outros softwares utilizados em "português", enquanto a leitura do código deve ser feita em "inglês".

A falta de acessibilidade dos materiais, tanto em Braille quanto em formato eletrônico, pode restringir o acesso dos estudantes com deficiência visual aos mesmos materiais utilizados por seus colegas, criando uma barreira significativa para sua participação plena no processo educacional. E5, por exemplo, destaca que enfrentava dificuldades para encontrar livros e outros materiais que os colegas utilizavam e que fossem acessíveis aos leitores de tela. Por vezes, era necessário recorrer à busca de informações em locais alternativos, como em sites na internet.

Alguns participantes mencionaram que os professores sempre buscavam soluções alternativas para explicar um conteúdo ou mesmo para tentar fazer com que o estudante compreendesse melhor a saída gerada pelo sistema. Por exemplo, E4 relata que, na disciplina de Estrutura de Dados, o professor fez diversas tentativas para facilitar a compreensão do conteúdo, como a utilização de caracteres especiais, materiais em alto-relevo e pinos anexados em um tabuleiro. Da mesma forma, E6 descreve que, também na disciplina de Estrutura de Dados, o professor utilizava caixas, palitos e desenhos em alto-relevo para ensinar os conceitos abordados.

Outra dificuldade mencionada pelos estudantes diz respeito à compreensão da saída gráfica gerada pelo sistema a partir do código-fonte que eles escreviam. E4 relata que alguns professores utilizavam materiais táteis na tentativa de facilitar esse processo, mas esses recursos nem sempre eram úteis, pois não ficava clara a relação entre as informações que os estudantes estavam recebendo e o código-fonte que eles haviam escrito. Nessa mesma linha, E2 destaca que nem sempre as soluções alternativas utilizadas pelos professores eram suficientes para que o estudante conseguisse compreender o conteúdo na sua totalidade. Ele expressa o desejo de obter a mesma informação que as pessoas com visão recebem, pois, mesmo que a informação seja representada em alto-relevo ou em outro formato alternativo, acaba sendo apenas uma facilitação parcial, não

⁹Ferramentas digitais interdisciplinares usadas para fornecer recursos pedagógicos [Beda et al. 2022]

¹⁰Língua utilizada para escrita das palavras reservadas da maioria das linguagens de programação

abrangendo a totalidade da informação.

Todos os entrevistados concordaram que os IDEs são ambientes extremamente complexos e que possuem acessibilidade limitada. Como resultado, muitos estudantes relatam que acabavam utilizando editores de texto, que possuem interface mais simples e acessíveis, como substitutos ou em conjunto com IDEs para superar algumas das barreiras de acessibilidade. De acordo com E3, muitas vezes era necessário buscar uma ferramenta alternativa que, geralmente, não oferecia os mesmos recursos daquelas apresentadas pelo professor e utilizadas pelos colegas. Dentre as ferramentas mais utilizadas citadas estão o NotePad++¹¹ e o Bloco de Notas, disponibilizado pelo Sistema Operacional Windows¹².

Encontrar uma ferramenta alternativa que permitisse realizar as tarefas solicitadas pelo professor poderia representar um desafio adicional, uma vez que exigia que o estudante dedicasse um tempo extra para realizar essa tarefa. No entanto, segundo E5, em alguns casos, a busca por soluções alternativas acessíveis era realizada pelo professor da disciplina.

Por fim, E4 afirma que durante atividades em grupo, a utilização de soluções alternativas também poderia demandar tempo adicional, pois surgiam situações em que era necessário adaptar todo o código desenvolvido pelos colegas para que pudesse ser utilizado em outra ferramenta.

5.3. Tarefas/Atividades

Esta Categoria aborda a prática exercida por alguns professores ao atribuir tarefas diferentes aos estudantes com deficiência visual em comparação aos demais colegas de turma, além da possibilidade de isentá-los da realização de certas tarefas. E6, por exemplo, relata que no primeiro semestre do curso, as avaliações das disciplinas de programação eram conduzidas de forma oral, enquanto seus colegas realizavam outros tipos de atividades. Nos semestres seguintes, as avaliações passaram a ser escritas, porém ocorriam em horários e locais diferentes dos demais estudantes, contando com o auxílio de um monitor para garantir a acessibilidade.

O estudante E3 menciona que, durante a disciplina de Lógica de Programação, quando eram abordados os conteúdos relacionados à elaboração de fluxogramas¹³, o professor solicitava que o estudante escrevesse o algoritmo em formato textual, uma vez que não foi encontrado um sistema acessível para essa finalidade.

E4, por outro lado, ressalta que, em alguns casos, é importante que algumas tarefas sejam diferentes, para atender às necessidades dos estudantes com deficiência visual. Ele justifica essa afirmação com o argumento de que, em determinadas tarefas, a capacidade de abstração dos estudantes com deficiência visual pode ser comprometida caso a explicação ou a elaboração da lógica de resolução do problema exija informações visuais. Segundo o estudante, muitas vezes o enunciado da questão continha gráficos ou outros recursos visuais que auxiliavam os estudantes com visão a entender o problema a ser resolvido, mas que para ele eram praticamente inúteis, pois não estavam acompanhados de descrições claras sobre o que estava sendo apresentado.

¹¹<https://notepad-plus-plus.org/downloads/>

¹²<https://www.microsoft.com/pt-br/windows/?r=1>

¹³Diagrama utilizado para descrever um algoritmo.

Quando questionados especificamente sobre as tarefas de projeto de interface gráfica do usuário, três participantes (E2, E4 e E5) disseram não se sentirem capazes de executá-las com tanta eficiência ou confiança quanto os desenvolvedores com visão. Os estudantes relatam ainda que, ao serem solicitados a escrever código-fonte para gerar uma interface gráfica, era necessário solicitar ajuda do professor ou dos colegas para verificar se a saída gerada atendia às especificações desejadas.

6. Lições Aprendidas

Este trabalho apresentou os resultados de uma pesquisa qualitativa que identificou desafios e limitações enfrentados por estudantes com deficiência visual em disciplinas de Programação de Computadores. Foram realizadas entrevistas com 6 estudantes/egressos de cursos superiores de Computação, ambos com deficiência visual.

Os resultados indicam que muitos materiais utilizados nos cursos, como livros didáticos e apostilas, não são totalmente acessíveis aos recursos de Tecnologia Assistiva utilizados pelos entrevistados. No entanto, considerando a importância desses materiais para o processo de aprendizagem, é crucial que estejam disponíveis de forma acessível e dentro de prazos adequados.

Uma das dificuldades apontadas pelos estudantes está relacionada à falta de um padrão estabelecido para leitores de tela verbalizarem o código-fonte. Isso pode resultar na omissão ou transmissão inadequada de informações importantes para o ouvinte. Além disso, a leitura do código-fonte realizada pelos leitores de tela nem sempre é compreensível, pois não é feita a interpretação de caracteres não alfanuméricos e não são identificadas as partes relevantes do código-fonte que devem ser lidas, prejudicando a comunicação efetiva dessas informações.

Alguns estudantes relataram dificuldades de interação com os IDEs adotados nas disciplinas, sendo necessário recorrer a ferramentas alternativas, geralmente com funcionalidades reduzidas e diferentes das utilizadas pelos colegas. Isso pode implicar em um maior tempo para concluir as atividades e exigir maior esforço cognitivo, o que pode causar frustração e ter um impacto negativo no engajamento e dedicação dos estudantes. Além disso, a falta de treinamento e familiaridade com essas tecnologias ao longo do curso pode prejudicar sua formação profissional, pois eles podem não ter pleno conhecimento dos recursos e ferramentas disponíveis para auxiliar nas tarefas de programação.

Com base nos resultados obtidos, verifica-se a importância conhecer as reais necessidades e preferências dos estudantes com deficiência visual para melhorar a acessibilidade das metodologias e recursos/ferramentas envolvidos no ensino de Programação de Computadores. Além disso, os professores de programação, professores de sala de recursos e educadores especiais precisam estar familiarizados com as tecnologias existentes e as possibilidades de configuração dos recursos de Tecnologia Assistiva que podem auxiliar na interação dos estudantes. É essencial, portanto, promover a conscientização entre os educadores e fornecer o treinamento adequado para criar um ambiente de aprendizagem inclusivo e eficaz.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Referências

- Alves, L. F., Rocha, L., Pereira, C. P., Machado, I., Viana, W., and Junior, N. A. (2022). Estudantes com deficiência visual em computação: participação, perspectivas e desafios enfrentados. In *Anais do II Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 67–76. SBC.
- Baker, C. M., Bennett, C. L., and Ladner, R. E. (2019). Educational experiences of blind programmers. In *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 759–765.
- Bardin, L. (2015). *Análise de Conteúdo*. Edições 70.
- Beda, J. S., Ferreira, P. N., Belarmino, G. D., and Goya, D. (2022). Acessibilidade sob desenho universal para ambientes virtuais de aprendizagem: um mapeamento de critérios e desafios. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 680–693. SBC.
- Brasil, C. C. (2015). Lei nº 13.146, de 6 de julho 2015. *Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência)*. Brasília.
- Brasil, C. d. D. (2004). Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. *Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio*. Portal do MEC, Brasília, DF.
- Brasil, P. d. R. (1996). Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação*. (Accessed on 06/01/2023).
- Gil, A. C. (2021). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA.
- Gomes, M., Becker, L., Gestaro, L., Amaral, É., and Tarouco, L. M. R. (2015). Um estudo sobre erros em programação-reconhecendo as dificuldades de programadores iniciantes. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1398.
- Guerin, C., Jayatilaka, A., and Ranasinghe, D. (2015). Why start a higher degree by research? an exploratory factor analysis of motivations to undertake doctoral studies. *Higher Education Research & Development*, 34(1):89–104.
- Guerriero, I. C. Z. (2016). Resolução nº 510 de 7 de abril de 2016 que trata das especificidades éticas das pesquisas nas ciências humanas e sociais e de outras que utilizam metodologias próprias dessas áreas. *Ciência & Saúde Coletiva*, 21:2619–2629.
- Hermans, F. and Aldewereld, M. (2017). Programming is writing is programming. In *Companion to the first International Conference on the Art, Science and Engineering of Programming*, pages 1–8.
- IBGE (2010). Censo demográfico, sinopse. instituto brasileiro de geografia e estatística. *Rio de Janeiro*.
- INEP (2022). *Censo da Educação Superior 2021*. Ministério da Educação, Diretoria de Estatísticas Educacionais, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (Accessed on 05/08/2023).
- Lahtinen, E., Ala-Mutka, K., and Järvinen, H.-M. (2005). A study of the difficulties of novice programmers. *Acm sigcse bulletin*, 37(3):14–18.

- Mealin, S. and Murphy-Hill, E. (2012). An exploratory study of blind software developers. In *2012 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)*, pages 71–74. IEEE.
- Mountapmbeme, A., Okafor, O., and Ludi, S. (2022). Addressing accessibility barriers in programming for people with visual impairments: A literature review. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, 15(1):1–26.
- OMS, O. M. d. S. (2021). Relatório mundial sobre a visão. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/328717/9789241516570-por.pdf>. (Accessed on 08/04/2022).
- Porte, M. d. S. and Trindade, J. D. R. (2022). Barreiras tecnológicas: um fator limitador na acessibilidade das pessoas com deficiência. *Texto Livre*, 14.
- Rajaselvi, M., Jane Gloria, F., Mohitha, V., and Selvarajan, G. (2021). A survey of programming editors for the visually impaired. *Accessed: Aug, 12*.
- Sales, I. H. and Torres, J. P. (2022). Inclusão de estudantes com deficiência visual em uma universidade federal mineira. *Revista Educação Especial*, pages e20–1.
- Sánchez, J. and Aguayo, F. (2006). Apl: Audio programming language for blind learners. In *International Conference on Computers for Handicapped Persons*, pages 1334–1341. Springer.
- Santos, F. P. d. et al. (2018). Compreendendo estratégias e barreiras para a adoção da governança digital em estados brasileiros.
- Sharma, M. R. (2020). A short communication on computer programming languages in modern era.
- Zen, E., da Silveira Siedler, M., Kruger da Costa, V., and Aires Tavares, T. (2023). Assistive technology to assist the visually impaired in computer programming: A systematic literature review. *iSys - Brazilian Journal of Information Systems*, 16(1):6:1–6:27.
- Zen, E., Siedler, M. d. S., da Costa, V. K., and Tavares, T. A. (2022). Assistive technology to assist the visually impaired in the use of icts: A systematic literature review. In *XVIII Brazilian Symposium on Information Systems*, pages 1–8.