

Desafios e Barreiras para Estudantes com Deficiência nos Cursos de Computação: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Luiza Alves Ferreira¹, Maurício Rodrigues Lima¹, Elisangela Silva Dias¹

¹Instituto de Informática (INF) – Universidade Federal de Goiás (UFG)
Avenida Esperança – 74.001-970 – Goiânia – GO – Brasil

{luiza.luiza, mauricio.rodrigues}@discente.ufg.br, elisangelasd@ufg.br

Abstract. *People with disabilities have gradually advanced in gaining access to spaces that were historically inaccessible, and education in computing is one of these challenges. This systematic review analyzes the barriers faced by students with physical disabilities in computing courses, highlighting the obstacles they encounter and existing strategies to mitigate these challenges. The results highlight the need for inclusive policies and pedagogical strategies to ensure equitable and effective access to computing education, promoting greater accessibility and participation of these students in the field.*

Resumo. *Pessoas com deficiência têm avançado gradualmente na conquista de espaços historicamente inacessíveis, e a educação em computação é um desses desafios. Esta revisão sistemática analisa as barreiras enfrentadas por estudantes com deficiência física em cursos de computação, destacando os obstáculos enfrentados por elas e estratégias existentes para mitigar esses desafios. Os resultados evidenciam a necessidade de políticas inclusivas e estratégias pedagógicas que garantam um acesso equitativo e efetivo ao ensino de computação, promovendo maior acessibilidade e participação desses estudantes na área.*

1. Introdução

O Art. 4º da lei Nº 13.146, [Brasil 2015], Estatuto da Pessoa com Deficiência estabelece que toda pessoa com deficiência tem direito à igualdade de oportunidades com as demais pessoas e não sofrerá nenhuma espécie de discriminação. No entanto, o acesso de pessoas com deficiência em cursos de computação tem se mostrado desigual. Conforme a análise realizada por [Marco et al. 2024] revelou que as Instituições de Ensino Superior (IES) do Brasil enfrentam uma baixa diversidade entre os ingressantes nos cursos de graduação. No caso de pessoas com deficiência, ainda que suas participações tenham aumentado nos últimos anos, esses estudantes representaram menos de 1% do total de matriculados na graduação em 2022, constatando a baixa inclusão desse grupo em cursos superiores de forma geral.

De acordo com [Plasman and Dougherty 2022], menos de 8% dos estudantes em programas de graduação em ciência da computação têm alguma deficiência, o que representa cerca de 19% de todos os graduandos. Esses dados evidenciam a sub-representação de estudantes com deficiência na área. [Pereira et al. 2024] analisou dados do INEP sobre a diversidade nos cursos de Computação e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em instituições públicas do estado da Bahia, entre 2015 e 2019, e constatou que

deficiência é um dos fatores que influenciam significativamente a composição do corpo discente nesses cursos.

Para garantir equidade, é fundamental analisar não apenas as barreiras físicas e pedagógicas que impactam seu desempenho acadêmico e participação em atividades práticas, mas também como essas dificuldades se manifestam de forma distinta conforme o tipo de deficiência - física, visual, auditiva ou cognitiva. De maneira análoga, também é preciso analisar quais estratégias de intervenção estão disponíveis para cada caso atualmente, visando transformar os ambientes acadêmicos em espaços verdadeiramente acessíveis que garantam a equidade de oportunidades e o sucesso desses estudantes na área de tecnologia.

A realização de uma revisão sistemática direcionada à computação se justifica pelas especificidades pedagógicas e tecnológicas da área, como forte dependência de interfaces gráficas, atividades em laboratório, projetos colaborativos e avaliação prática, que podem intensificar ou reconfigurar barreiras vivenciadas por diferentes tipos de deficiência. Sem um mapeamento consolidado das evidências empíricas sobre essas barreiras e das estratégias de mitigação reportadas, torna-se difícil orientar decisões curriculares, adaptações pedagógicas, aquisição de tecnologia assistiva, formação docente e políticas institucionais comprometidas com acessibilidade e equidade.

O objetivo geral desta revisão sistemática é identificar, descrever e sintetizar as barreiras enfrentadas por estudantes com deficiência em cursos de computação e mapear as estratégias relatadas para mitigá-las, considerando diferentes tipos de deficiência e contextos educacionais. Para alcançar esse objetivo, este estudo formula e responde duas questões de pesquisa, contribuindo com um panorama temporal e temático da produção científica sobre o tema na computação, uma síntese das barreiras e das estratégias de mitigação reportadas por tipo de deficiência e contexto e a identificação de lacunas e prioridades para pesquisa e prática, informando políticas institucionais, desenho curricular e ações de formação docente. Por fim, a revisão adota o protocolo PRISMA 2020 [Page et al. 2022] e critérios explícitos de elegibilidade, assegurando reprodutibilidade dos procedimentos de busca, seleção e extração e oferecendo base empírica para decisões pedagógicas e institucionais orientadas por evidências.

2. Metodologia

Esta revisão adotou uma abordagem sistemática crítica, combinando análise qualitativa e quantitativa dos estudos. O foco foi garantir profundidade analítica, considerando a diversidade metodológica dos estudos sobre os desafios e barreiras enfrentados por estudantes com deficiência em cursos de computação. A metodologia adotada foi a metodologia reprodutível PRISMA 2020, [Page et al. 2022], que substituiu a declaração de 2009, e consiste em orientações para relato que refletem os avanços nos métodos para identificar, selecionar, avaliar e sintetizar estudos. Além disso, a resolução mais recente inclui novas orientações para relato que refletem os avanços na metodologia.

Para delimitar o escopo da pesquisa e guiar a revisão sistemática da literatura, adotou-se a estrutura PICOC - uma estrutura metodológica composta por cinco elementos essenciais: Population (População), Intervention (Intervenção), Comparison (Comparação), Outcomes (Desfecho) e Context (Contexto). A População estavelecida foi a de pessoas com deficiência em cursos de computação de qualquer nível, sejam estes de nível

básico ou superior. A Intervenção analisada envolve estratégias para mitigar os obstáculos enfrentados por PCDs em cursos de tecnologia. Nenhuma comparação foi considerada. O Desfecho estabelecido foi sobre a melhoria da identificação das barreiras que impactam estudantes com deficiência em cursos de tecnologia da informação. Por fim, o Contexto da pesquisa abrange cursos na área de computação e tecnologia da informação – tanto cursos superiores quanto cursos de nível técnico, profissionalizante e/ou livres.

Os critérios de inclusão de estudos abrangeram pesquisas que abordassem as dificuldades enfrentadas por estudantes com deficiência em cursos de computação, escritos em inglês ou português. Já como critérios de exclusão, os estudos que não tratassem diretamente de cursos de computação, que não envolvessem estudantes com deficiência, trabalhos duplicados e literatura cinza (como relatórios técnicos, outras revisões sistemáticas da literatura e trabalhos não publicados em veículos acadêmicos formais).

2.1. String de busca

Com base no objetivo da pesquisa, foi elaborado o PICOC, a partir do qual foram selecionadas as palavras-chave: 'curso de computação' e suas variações, 'estudante' e seus sinônimos, e 'deficiência', abrangendo os diferentes tipos de deficiência. Dessa forma, foi construída a seguinte string de busca:

((*"Estudante"*OR *"Acadêmico"*OR *"Aluno"*OR *"Apprentice"*OR *"Aprendiz"*OR *"Discente"*OR *"Formando"*OR *"Graduando"*OR *"Graduate"*OR *"Postgraduate"*OR *"Pupil"*OR *"Pós-graduando"*OR *"Scholar"*OR *"Student"*OR *"Undergraduate"*) AND (*"Curso de computação"*OR *"Artificial Intelligence Course"*OR *"Computer Engineering Course"*OR *"Computer science course"*OR *"Computer science program"*OR *"Computing course"*OR *"Computing program"*OR *"Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas"*OR *"Curso de Ciência da Computação"*OR *"Curso de Engenharia da Computação"*OR *"Curso de Engenharia de Software"*OR *"Curso de Inteligência Artificial"*OR *"Software Engineering Course"*OR *"System Analysis and Development Course"*) AND (*"Pessoa com deficiência"*OR *"Amputação de membros"*OR *"Autism spectrum disorder"*OR *"Baixa visão"*OR *"Blindness"*OR *"Cataracts"*OR *"Cegueira"*OR *"Cerebral palsy"*OR *"Congenital deafness"*OR *"Congenital malformation"*OR *"Diabetic retinopathy"*OR *"Disabled person"*OR *"Distrofia muscular"*OR *"Distúrbios de coordenação motora"*OR *"Doença de Parkinson"*OR *"Down syndrome"*OR *"Glaucoma"*OR *"Hemiplegia"*OR *"Individual with a hearing disability"*OR *"Individual with a motor impairment"*OR *"Individual with a physical disability"*OR *"Individual with a vision disability"*OR *"Individual with cognitive impairment"*OR *"Lesão medular"*OR *"Limb amputation"*OR *"Low vision"*OR *"Motor coordination disorders"*OR *"Muscular dystrophy"*OR *"Paralisia cerebral"*OR *"Paraplegia"*OR *"Parkinson's disease"*OR *"Partial deafness"*OR *"Person with a hearing impairment"*OR *"Person with a motor disability"*OR *"Person with a physical disability"*OR *"Person with a visual impairment"*OR *"Person with an intellectual disability"*OR *"PwD"*OR *"Retinopatia diabética"*OR *"Spinal cord injury"*OR *"Surdez congênita"*OR *"Surdez parcial"*OR *"Síndrome de Down"*OR *"Tetraplegia"*OR *"Trans-torno do espectro autista"*))

As buscas foram realizadas nas bases ACM Digital Library, El Compendex, IEEE Digital Library, ISI Web of Science, Science@Direct, Scopus, Sol SBC e Springer Link. Para criar a string de busca que seria pesquisada nessas bases, esse estudo partiu de três

termos-chave: "curso de computação", "estudante" e "pessoa com deficiência". Para cada um desses termos-chave, foram descritos sinônimos, tanto em inglês quanto em português, para abranger a maior quantidade de estudos.

Após a importação dos estudos para o Parsifal, [Parsifal Team 2024], realizou-se uma seleção inicial baseada na análise dos títulos e resumos, identificando aqueles relevantes para a temática investigada. A ACM Digital Library retornou 223 resultados, dos quais 9 foram aceitos. El Compendex retornou 2 resultados, dos quais nenhum foi aceito. IEEE Digital Library retornou 2 resultados, dos quais um foi aceito. ISI Web of Science retornou 554 resultados, dos quais 3 foram aceitos. Science@Direct retornou 307 resultados, dos quais nenhum foi aceito. Scopus retornou 223 resultados, dos quais 8 foram aceitos. Sol SBC não retornou nenhum resultado. Springer Link retornou 32 resultados, dos quais nenhum foi aceito. No total, foram encontrados 1343 estudos, dos quais 66 eram duplicados. 21 estudos foram aceitos no final, mas, devido a restrições de acesso de alguns deles, foi possível acessar e analisar apenas 11 destes, que foram incluídos nessa revisão. Os estudos que não continham os três termos-chave principais como ideias ("curso de computação", "estudante" e "pessoa com deficiência") foram imediatamente rejeitados, bem como os estudos que focavam em tecnologias assistivas para o público de estudantes com deficiência, e não em suas experiências e desafios de fato. A decisão de excluir estudos focados no uso e implementação de tecnologias assistivas foi baseada no fato de que, embora esses estudos possam oferecer soluções para alguns dos desafios enfrentados por estudantes com deficiência em cursos de computação, eles não abordam diretamente os obstáculos específicos que esses estudantes enfrentam nem explicam por que essas tecnologias são necessárias. O objetivo principal desta revisão sistemática da literatura é justamente compreender esses desafios.

Os dados foram extraídos manualmente no Parsifal [Parsifal Team 2024], em BibTEX, e complementados em planilha do Microsoft Excel [Microsoft Corporation 2023]. Para cada estudo, foi registrado o ano de publicação e o tipo de deficiência (visual, auditiva, física/motora, intelectual/cognitiva, psicossocial/mental ou múltiplas). O ano permite analisar tendências e lacunas temporais; o tipo de deficiência possibilita comparar barreiras e estratégias entre grupos e identificar assimetrias de cobertura na literatura.

Após a pré-seleção dos estudos com base na leitura de títulos e resumos, a análise qualitativa foi realizada por meio de uma leitura aprofundada de cada estudo selecionado. Durante a leitura, cada estudo foi avaliado de acordo com um conjunto de perguntas definidas previamente, chamadas de questões de critério de qualidade. Essas perguntas foram formuladas para garantir que os estudos analisados abordassem os aspectos relevantes do tema proposto por esta revisão sistemática da literatura.

A Tabela 1 apresenta as questões utilizadas para avaliar a qualidade dos estudos analisados. Cada questão pode ser respondida com "Sim" (3 pontos), "Parcial" (1,5 pontos) ou "Não" (0 pontos), totalizando uma pontuação máxima de 21 pontos. Conforme pré-definido no protocolo desta revisão, adotou-se um ponto de corte de 10 pontos, ou seja, estudos com escore total inferior a 10 foram excluídos da síntese.

Tabela 1. Critérios de Qualidade para Avaliação de Estudos

Critério de Qualidade	Justificativa
C1: O estudo especifica o tipo de deficiência dos estudantes analisados?	Estudos que não especificam o tipo de deficiência podem ser vagos ou generalistas, dificultando a extração de conclusões que considerem as diferenças de experiência entre estudantes conforme os diferentes tipos de deficiência.
C2: O estudo diferencia e/ou compara as barreiras enfrentadas conforme o tipo de deficiência (física, visual, auditiva, cognitiva, etc.)?	Diferentes tipos de deficiência geram diferentes desafios. Comparar essas barreiras permite compreender se os desafios enfrentados por estudantes com deficiência física são únicos ou compartilhados com outros grupos, o que pode impactar o desenvolvimento de soluções específicas.
C3: O estudo aborda os impactos dessas barreiras no desempenho acadêmico, na participação em atividades práticas e na permanência dos estudantes nos cursos de computação?	A relevância das barreiras pode ser melhor compreendida quando seus efeitos concretos são analisados. Saber se essas dificuldades impactam a evasão, o desempenho ou a participação prática ajuda a identificar prioridades para intervenção.
C4: O estudo menciona ou avalia estratégias utilizadas para sanar essas dificuldades?	Estudos que apenas apontam problemas sem considerar possíveis soluções oferecem uma visão limitada. Avaliar estratégias permite identificar boas práticas que possam ser replicadas ou adaptadas.
C5: O estudo compara os desafios enfrentados por estudantes com deficiência em cursos de computação com os desafios de estudantes em outras áreas?	Essa comparação ajuda a entender desafios específicos dos cursos de computação (por exemplo, dificuldades com ambientes de programação e laboratórios) que não são comuns a todas as áreas do ensino superior.
C6: O estudo descreve o contexto em que foi realizado (por exemplo, país, instituição de ensino, nível de ensino)?	O contexto influencia diretamente os desafios e as soluções encontradas. Diferentes países e instituições têm legislações, infraestrutura e políticas de inclusão distintas, o que pode afetar a aplicabilidade dos achados a outras realidades.
C7: O estudo considera a interseccionalidade (por exemplo, gênero, raça, nível socioeconômico) ao analisar as experiências dos estudantes com deficiência?	A experiência de um estudante com deficiência pode ser influenciada por outros fatores sociais. Considerar a interseccionalidade permite uma análise mais completa e justa, evitando generalizações que não contemplem a diversidade dos estudantes.

Além da análise qualitativa, foi realizada uma análise quantitativa dos dados extraídos de cada estudo. Essa análise consistiu na contagem e categorização das respostas de cada estudo às questões de critério de qualidade, resultando em uma pontuação numérica. A distribuição das pontuações entre os estudos forneceu uma visão geral da qualidade dos estudos incluídos, permitindo identificar padrões e tendências na abordagem dos desafios enfrentados por estudantes com deficiência em cursos de computação.

3. Resultados

Esta seção apresenta os principais achados da revisão sistemática, organizados para responder às questões de pesquisa estabelecidas. Esta seção foi subdividida para responder à QP1: "Quais são os principais obstáculos enfrentados por estudantes com deficiência em cursos de computação, e de que forma esses desafios influenciam seu desempenho acadêmico, engajamento nas atividades práticas e permanência no curso?" e à QP2: "De que maneira as barreiras enfrentadas por estudantes com deficiência em cursos de computação variam conforme o tipo de deficiência (física, visual, auditiva, cognitiva, entre outras), e quais são as estratégias para mitigar essas dificuldades em cada caso?"

A Tabela 3 mostra uma análise dos estudos analisados, de acordo com os critérios de qualidade da tabela 2. Podemos ver que tanto o C2 quanto C5 foram respondidos unanimemente com "não" por todos os 11 estudos, o que demonstra a carência de estudos que explorem barreiras enfrentadas por diferentes tipos de deficiência de forma comparativa e comparem como os desafios desses estudantes em cursos de computação são diferentes dos enfrentados em cursos de outras áreas.

A Tabela 2 apresenta uma análise dos estudos revisados, tomando como base os critérios de qualidade estabelecidos na Tabela 2. Observa-se que os critérios C2 e C5 foram respondidos negativamente de forma unânime por todos os 11 estudos analisados. Esse resultado evidencia uma lacuna significativa na literatura: a falta de pesquisas que investiguem, de maneira comparativa, as barreiras enfrentadas por diferentes tipos de deficiência no contexto dos cursos de computação e de estudos que contrastem os desafios vivenciados por estudantes com deficiência nesses cursos com aqueles encontrados em outras áreas do conhecimento. Considerando o ponto de corte de 10 pontos, todos os 11 estudos foram mantidos na síntese. Observa-se forte concentração em 12/21 (57,1%), abrangendo [Thieme et al. 2017, Xie et al. 2022, Bossavit and Parsons 2017, El-Glaly et al. 2020, Ludi and Reichlmayr 2008, Siegfried 2006, Koushik and Kane 2019, Simsek et al. 2010]; dois trabalhos situaram-se acima desse patamar, [Bonnette and Abramovich 2022] com 15/21 (71,4%) e [Moster et al. 2022] com 13,5/21 (64,3%), e apenas um ficou próximo ao limiar, [McMillan and Rodda-Tyler 2016] com 10,5/21 (50,0%).

Tabela 2. Classificação dos Estudos Selecionados por Critério de Qualidade

Estudo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
[Moster et al. 2022]	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Parcial	Sim
[Thieme et al. 2017]	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
[Bonnette and Abramovich 2022]	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
[Xie et al. 2022]	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim
[McMillan and Rodda-Tyler 2016]	Sim	Não	Parcial	Sim	Não	Não	Sim
[Bossavit and Parsons 2017]	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
[El-Glaly et al. 2020]	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
[Ludi and Reichlmayr 2008]	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
[Siegfried 2006]	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
[Koushik and Kane 2019]	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
[Simsek et al. 2010]	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim

Os dados apresentados na Figura 1 ilustram a distribuição temporal dos estudos analisados. Embora o ano de 2022 tenha mostrado um aumento significativo em relação aos outros anos, com três estudos publicados, a quantidade geral de estudos é bastante reduzida. Isso se reflete no fato de que os anos de 2006, 2008, 2010, 2016, 2019 e 2020 contaram com apenas um estudo cada, enquanto os anos intermediários não apresentam nenhuma publicação. Além disso, de 2022 a 2025, que corresponde ao período final da janela temporal considerada nesta revisão sistemática, não foram identificados estudos sobre pessoas com deficiência em cursos de computação, evidenciando assim uma lacuna na produção científica sobre esse tema.



Figura 1. Quantidade de estudos publicados por ano de publicação

Já a Figura 2 exibe a contribuição percentual de cada base de dados para a composição do conjunto de estudos analisados, indicando a origem das publicações incluídas na revisão. Observa-se que Scopus foi a base que mais contribuiu proporcionalmente para a seleção dos estudos.

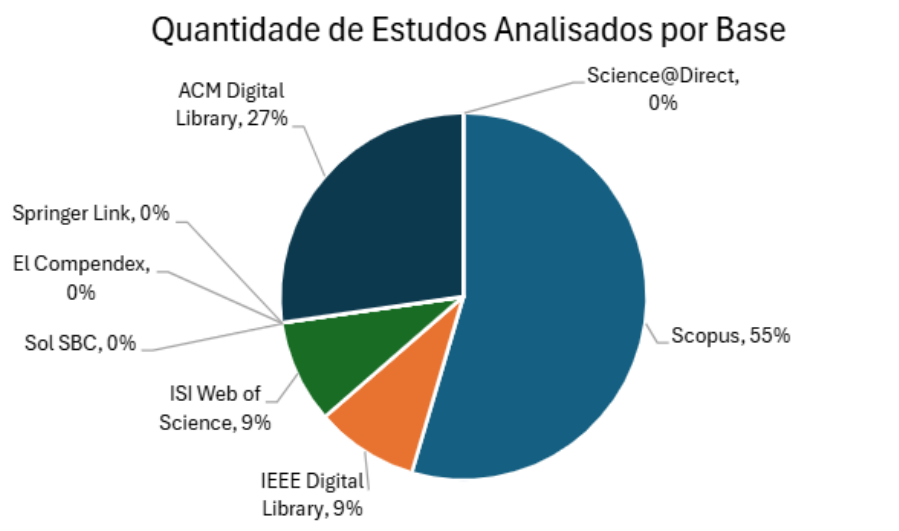


Figura 2. Porcentagem de estudos analisados provenientes de cada base pesquisada.

A Tabela 3 apresenta a distribuição dos estudos analisados de acordo com os tipos de deficiência abordados. Os resultados revelam uma predominância de pesquisas sobre deficiência visual, que corresponde a 45,46% do total (5 estudos), seguida por deficiência intelectual ou cognitiva (36,36%, 4 estudos). Em contraste, observa-se uma escassez preocupante de estudos sobre deficiência auditiva e física/motora, que não foram contempladas em nenhuma das publicações analisadas.

Tabela 3. Distribuição dos estudos por tipo de deficiência abordada

Tipo de Deficiência	Referências	Quantidade de Estudos	Porcentagem (%)
Deficiência visual	[Thieme et al. 2017], [McMillan and Rodda-Tyler 2016], [Ludi and Reichlmayr 2008], [Siegfried 2006], [Simsek et al. 2010]	5	45.46
Deficiência intelectual ou cognitiva	[Moster et al. 2022], [Bonnette and Abramovich 2022], [Bossavit and Parsons 2017], [Koushik and Kane 2019]	4	36.36
Deficiência psicossocial ou mental	[Xie et al. 2022]	1	9.09
Mais de um tipo de deficiência	[El-Glaly et al. 2020]	1	9.09
Deficiência auditiva	–	0	0.00
Deficiência física ou motora	–	0	0.00
Total	–	11	100.00

3.1. Respondendo à questão de pesquisa 1

Os desafios que estudantes no espectro autista em cursos de computação enfrentam dizem respeito principalmente à colaboração em equipe. Conforme o estudo de [Moster et al. 2022], muitos desses alunos não têm oportunidades suficientes para desenvolver habilidades de trabalho em grupo em ambientes técnicos, já que sua educação frequentemente prioriza o aprendizado individual de habilidades sociais com terapeutas e outros profissionais. Essa falta de prática dificulta sua capacidade de interpretar normas sociais tacitamente, sobretudo em colaborações remotas. Além disso, como apontado por [Bossavit and Parsons 2017], esses estudantes podem necessitar de uma estrutura mais clara e direcionada para se engajarem efetivamente em atividades colaborativas, além de enfrentarem frustrações quando suas ideias não são bem compreendidas ou quando o resultado final de um projeto não corresponde às suas expectativas, o que pode afetar sua motivação e participação.

No caso de estudantes com deficiência visual, os desafios se devem à natureza visual da computação moderna. [Thieme et al. 2017] destaca que a falta de visão não apenas dificulta a identificação de objetos em ambientes colaborativos, mas também impede a percepção de pistas não verbais essenciais para a comunicação e coordenação de tarefas. [McMillan and Rodda-Tyler 2016] reforçam que a predominância de interfaces gráficas (GUIs) e o aumento na complexidade do software representam barreiras significativas, prejudicando a navegação e a participação efetiva em projetos. [Ludi and Reichlmayr 2008] aponta ainda que a adaptação a salas de aula tradicionais é um desafio, somado à falta de ferramentas de apoio adequadas e à escassez de modelos inspiradores na área. [Siegfried 2006] complementa essa visão ao destacar que a transição da indústria para interfaces gráficas, como no caso do Visual Basic, dificulta a atuação de

programadores cegos, que enfrentam obstáculos na criação de formulários e no uso de ferramentas baseadas em elementos visuais.

Para estudantes com deficiências cognitivas ou neurodivergências, os cursos de computação muitas vezes não são projetados de forma inclusiva. [Bonnette and Abramovich 2022] resalta que muitos programas são estruturados para alunos neurotípicos, o que cria desafios adicionais para aqueles que lidam com questões como saúde mental, processamento sensorial e comunicação. Acomodações padrão, como prazos estendidos, nem sempre resolvem problemas específicos, como a dificuldade em interpretar expressões faciais em exercícios de reconhecimento de imagem. [Koushik and Kane 2019] também identifica barreiras práticas, como a incompatibilidade entre tecnologias assistivas e softwares educacionais, além da confusão causada por interfaces complexas, como a mistura entre janelas de tutoriais e editores de código. A falta de recursos pedagógicos adaptados agrava ainda mais essas dificuldades, limitando o engajamento desses alunos.

Além disso, estudantes com deficiência visual enfrentam desafios específicos no uso de tecnologias, conforme demonstrado por [Simsek et al. 2010]. Comandos aparentemente simples, como sublinhar palavras ou usar funções de busca, podem ser extremamente complexos para esses alunos, que frequentemente se perdem em menus e demandam mais tempo para concluir tarefas. Curiosamente, alunos com maior conhecimento em TIC enfrentam ainda mais dificuldades em relação ao tempo e ao número de tentativas necessárias para dominar habilidades avançadas, o que sugere que a complexidade aumenta conforme o nível de aprendizado. Problemas de acessibilidade em hardware, software e navegação na web são frequentes, e a duração insuficiente de cursos especializados limita ainda mais seu desenvolvimento.

Esses obstáculos impactam diretamente o desempenho acadêmico, o engajamento em atividades práticas e a permanência no curso, evidenciando a necessidade de adaptações pedagógicas, tecnológicas e estruturais mais inclusivas para garantir a equidade no acesso à educação em computação.

3.2. Respondendo à questão de pesquisa 2

Estudantes autistas enfrentam desafios específicos em atividades colaborativas, como dificuldades em negociar dinâmicas de grupo e adaptar-se a ambientes sociais não estruturados. O estudo de [Moster et al. 2022] demonstra que a combinação de segurança psicológica e andaimes educacionais personalizados (como divisão clara de tarefas e papéis definidos) pode ajudar esses alunos a desenvolver habilidades de trabalho em equipe. Da mesma forma, [Bossavit and Parsons 2017] destacam que, embora estudantes no espectro autista possam evitar interações colaborativas, eles conseguem participar efetivamente quando as tarefas são estruturadas de forma flexível, com facilitadores assumindo um papel ativo na mediação e no direcionamento das atividades.

Para alunos com deficiência visual, as principais barreiras incluem a dependência de interfaces gráficas (GUIs) e a falta de materiais adaptados. Anja Thieme propõe soluções como o Torino, uma linguagem de programação física que permite o aprendizado inclusivo de conceitos computacionais independentemente do nível de visão. Já [McMillan and Rodda-Tyler 2016] sugerem a implementação de mentorias individuais, conectando estudantes cegos do ensino médio a universitários para facilitar o engajamento

em engenharia de software. Além disso, [Siegfried 2006] destacam a importância de tecnologias assistivas, como leitores de tela (JAWS) e displays em Braille, para viabilizar a participação em programação visual.

No caso de estudantes com deficiências cognitivas ou neurodivergências, as barreiras incluem a falta de adaptações pedagógicas e a incompatibilidade entre tecnologias assistivas. O estudo de [Bonnette and Abramovich 2022] ressalta que métricas tradicionais (como notas) não capturam o real progresso desses alunos, defendendo que um sentimento de pertencimento é crucial para sua permanência. O trabalho de [Koushik and Kane 2019] destaca estratégias baseadas no Universal Design for Learning (UDL), como atividades modulares e bem-estruturadas (quebrar problemas em etapas menores), materiais em múltiplos formatos (impressos em preto e branco para reduzir dependência de cores) e aprendizado entre pares (como alunos com mobilidade limitada assumirem a codificação enquanto colegas manipulam componentes físicos).

Para deficiências motoras ou múltiplas, o estudo de [Koushik and Kane 2019] exemplifica como a flexibilidade de papéis (ex.: um aluno com limitações físicas focando na programação enquanto outros montam circuitos) e o uso de tecnologias adaptáveis (como mouses de cabeça) podem garantir participação ativa.

Já a solução apresentada por [El-Glaly et al. 2020] para assistir pessoas com deficiência visual, cognitiva, auditiva e motoras, entre outras deficiências, consiste em laboratórios educativos sobre acessibilidade que podem ser utilizados tanto em sala de aula quanto de forma independente. Esses laboratórios abordam conceitos fundamentais de acessibilidade na computação por meio de atividades práticas e conteúdos informativos. Cada laboratório inclui informações de base sobre o tema abordado, exemplo de aplicação com um problema de acessibilidade, simulação do problema para que os alunos experimentem a dificuldade, orientações técnicas sobre como corrigir o problema e depoimentos de pessoas afetadas pela questão de acessibilidade.

[Xie et al. 2022] traz um sistema interativo que coleta feedback dos alunos juntamente com informações demográficas, chamado StudentAmp, para identificar desafios enfrentados no aprendizado. Ele classifica esses desafios com base no impacto percebido pelos estudantes e fornece contexto para professores e assistentes de ensino, ajudando a tornar os cursos mais inclusivos e adaptáveis às necessidades diversas dos alunos. Além disso, o StudentAmp apoia o desenvolvimento dos docentes ao promover discussões sobre experiências estudantis e formas de melhorar práticas pedagógicas.

Por fim, [Simsek et al. 2010] enfatiza que a repetição de instruções e a formação especializada de professores são essenciais para alunos com deficiência visual avançarem em habilidades de TIC, enquanto [Stefik et al. 2009] defendem currículos específicos para suprir lacunas na formação em engenharia de software.

Essas estratégias mostram que a inclusão requer não apenas adaptações tecnológicas, mas também mudanças pedagógicas, estruturais e culturais, garantindo que as barreiras sejam mitigadas de acordo com as necessidades específicas de cada grupo.

4. Discussão

Os achados desta revisão sistemática, à luz das QP1 e QP2, revelam uma literatura ainda incipiente e assimétrica sobre barreiras enfrentadas por estudantes com deficiência em

cursos de computação. A lacuna é evidente tanto no recorte temporal, com produção rarefeita e concentração pontual em 2022 (Figura 1), quanto no recorte temático, com predominância de estudos sobre deficiência visual e cognitiva e ausência de investigações específicas sobre deficiência auditiva e física/motora (Tabela 3). Esse desequilíbrio compromete a compreensão comparativa entre grupos e limita a formulação de intervenções sensíveis às particularidades de cada tipo de deficiência.

A classificação por critérios de qualidade (Tabela 2) reforça essa leitura: os itens C2 e C5 foram sistematicamente respondidos de forma negativa, indicando que os estudos raramente comparam barreiras entre diferentes tipos de deficiência e tampouco contrastam os desafios da computação com aqueles de outras áreas do ensino superior. A ausência dessas duas dimensões comparativas reduz a transferibilidade e a utilidade prática dos resultados.

A maior presença de pesquisas em deficiência visual pode refletir tanto a visibilidade histórica de problemas de acessibilidade digital quanto a disponibilidade de ferramentas e protocolos de avaliação mais consolidados para esse grupo. Por outro lado, a ausência de estudos sobre deficiência auditiva e física/motora sugere prioridades metodológicas e de agenda que não contemplam adequadamente barreiras de comunicação em contextos síncronos e assíncronos, acessibilidade de materiais audiovisuais, ergonomia de laboratórios e práticas de avaliação que exigem manipulação de hardware.

5. Conclusão

Esta Revisão Sistemática da Literatura analisou os principais desafios enfrentados por estudantes com deficiência em cursos de computação. Os estudos revisados evidenciaram a escassez de pesquisas que detalhem essas barreiras no contexto acadêmico, além de uma lacuna ainda maior na comparação entre as dificuldades encontradas em computação e em outras áreas. Também se observa a falta de estudos que analisem as barreiras vivenciadas por diferentes tipos de deficiência dentro do mesmo curso.

Outro aspecto subestimado na literatura é a interseccionalidade entre deficiência e fatores como gênero, raça e classe social, bem como o impacto das barreiras na participação ativa e nas atividades práticas dos cursos de computação. Os achados reforçam a necessidade de políticas educacionais e estratégias pedagógicas mais inclusivas, além do investimento em treinamentos para educadores e na adaptação curricular, garantindo oportunidades equitativas para estudantes com deficiência.

Futuras pesquisas devem aprofundar a interseccionalidade e a comparação entre diferentes tipos de deficiência no mesmo curso. Além disso, a análise das barreiras específicas dos cursos de computação em relação a outras áreas pode fornecer diretrizes valiosas para aprimorar a inclusão e reduzir os desafios enfrentados por esses estudantes.

No campo científico, são necessários desenhos comparativos que investiguem diferenças e convergências entre tipos de deficiência dentro do mesmo contexto curricular, estudos que confrontem desafios da computação com áreas afins do ensino superior e abordagens que considerem interseccionalidade, contextos institucionais e políticas locais de inclusão. Há espaço para estudos longitudinais que acompanhem permanência, desempenho e engajamento ao longo do curso, bem como para métodos mistos que integrem evidências qualitativas e quantitativas sobre barreiras e estratégias de mitigação.

Recomenda-se, ainda, maior padronização de relato, incluindo a explicitação do tipo de deficiência, do contexto institucional, dos instrumentos utilizados e dos indicadores de resultado, de forma a facilitar sínteses cumulativas e metanálises futuras.

No plano pedagógico e institucional, os resultados apontam a necessidade de ações de desenho universal para a aprendizagem, revisão de práticas avaliativas e organização de atividades colaborativas com papéis e andaimes de participação mais claros. A adequação de laboratórios, a curadoria de ambientes de desenvolvimento acessíveis, a oferta de materiais em múltiplos formatos e a formação continuada de docentes e monitores surgem como frentes prioritárias. Programas de apoio que combinem tutoria, mentoria entre pares e monitoramento de engajamento podem mitigar barreiras persistentes, especialmente em disciplinas introdutórias que condicionam a permanência nos cursos.

Referências

- Bonnette, R. and Abramovich, S. (2022). Measuring belonging for neurodiverse computer science students. In *Proceedings of International Conference of the Learning Sciences (ICLS)*, pages 2162–2163. ISLS.
- Bossavit, B. and Parsons, S. (2017). From start to finish: teenagers on the autism spectrum developing their own collaborative game. *Journal of Enabling Technologies*, 11:31–42.
- Brasil (2015). Lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência) - lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Acesso em: 30 mar. 2025.
- El-Glaly, Y., Shi, W., Malachowsky, S., Yu, Q., and Krutz, D. E. (2020). Presenting and evaluating the impact of experiential learning in computing accessibility education. In *Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET'20)*, pages 49–60, Seoul, Republic of Korea. ACM.
- Koushik, V. and Kane, S. K. (2019). "it broadens my mind": Empowering people with cognitive disabilities through computing education. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–12.
- Ludi, S. A. and Reichlmayr, T. (2008). Developing inclusive outreach activities for students with visual impairments. In *Proceedings of the 39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 439–443. Association for Computing Machinery.
- Marco, L. R. D., Gasparini, I., Alves, B. N., Sudoski, C. H., Vasconcellos, D. M., da Silveira, E. C., Vossen, L. V., and Santos, M. T. S. (2024). Análise da diversidade e evasão em cursos de computação no brasil. In *34º SIC UDESC 2024 - Seminário de Iniciação Científica*.
- McMillan, C. and Rodda-Tyler, A. (2016). Collaborative software engineering education between college seniors and blind high school students. In *Proceedings - International Conference on Software Engineering*, pages 360–363.
- Microsoft Corporation (2023). Microsoft excel. Version 2309.
- Moster, M., Kokinda, E., Re, M., Dominic, J., Lehmann, J., Begel, A., and Rodeghero, P. (2022). "can you help me?" an experience report of teamwork in a game coding camp

- for autistic high school students. In *2022 IEEE/ACM 44th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET)*, pages 50–61. IEEE.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., and Moher, D. (2022). A declaração prisma 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 31(2).
- Parsifal Team (2024). Parsifal: Systematic review tool. Acesso em: 30 mar. 2024.
- Pereira, C. P., Figuerêdo, J. S. L., Alves, T. R., dos Santos, N. S., de Cássia S. Sandes Galvão, N., and Filho, T. A. G. (2024). (in)visibilidade da diversidade nos cursos presenciais de computação e tecnologias da informação e comunicação: Um panorama das universidades públicas da bahia. In *Anais do EduComp'24*, São Paulo, Brasil. Sociedade Brasileira de Computação (SBC). Disponível sob licença CC BY-NC 4.0.
- Plasman, J. S. and Dougherty, S. M. (2022). Computer science benefits students with learning disabilities – but not always for the long term. *The Conversation*.
- Siegfried, R. M. (2006). Visual programming and the blind: the challenge and the opportunity. In *Proceedings of the 37th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 275–278. Association for Computing Machinery.
- Simsek, O., Altun, E., and Ates, A. (2010). Developing ict skills of visually impaired learners. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2:4655–4661. 2nd World Conference on Educational Sciences (WCES-2010), Bahceshir Univ, Istanbul, TURKEY, FEB 04-08, 2010.
- Stefik, A., Haywood, A., Mansoor, S., Dunda, B., and Garcia, D. (2009). Sodbeans. In *Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Program Comprehension (ICPC'09)*, pages 293–294.
- Thieme, A., Morrison, C., Villar, N., Grayson, M., and Lindley, S. (2017). Enabling collaboration in learning computer programming inclusive of children with vision impairments. In *DIS 2017 - Proceedings of the 2017 ACM Conference on Designing Interactive Systems*, pages 739–752. ACM.
- Xie, B., Oleson, A., Everson, J., and Ko, A. J. (2022). Surfacing equity issues in large computing courses with peer-ranked, demographically-labeled student feedback. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 6.