

Ensino de Algoritmos para Pessoa com Deficiência Visual: Um Relato de Experiência no Ensino Superior

José de S. Ribeiro Filho^{1,2,3}, Daniel S. dos Santos¹, João Gustavo M. T. Macedo¹,
Fabiola P. O. Araújo¹

¹Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN) – Universidade Federal do Pará (UFPA)
Caixa Postal: 66075-110, Guamá – Belém - PA – Brasil

²Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação do Pará (IFPA)
Caixa Postal: 67125-000, Icuí-guajará – Ananindeua - PA – Brasil

³Instituto Tecnológico Vale (ITV)
Caixa Postal: 66055-090, Nazaré – Belém - PA – Brasil.

jose.ribeiro@ifpa.edu.br, daniel.saavedra.santos@itec.ufpa.br,
joaogustavo.tm@gmail.com, fpoliveira@ufpa.br

Abstract. *The inclusion of students with disabilities in Brazilian universities is supported by Law N° 13,005/2014, which establishes the National Education Plan – PNE¹. In this context, this article addresses an experience report of teaching Algorithms to a totally blind student on a Bachelor's degree in Computer Science. The main strategies used in teaching the subject are detailed in this work, such as the unplugged activities carried out, the tactile maps developed, the audio description resource and the use of auxiliary tools, such as screen readers. A form was created to collect data to evaluate the classes, teaching materials and tools used. At the end of the course, the student was able to obtain the skills necessary for systematic problem solving, at the same time that the student highlights that he felt more motivated and confident while learning Algorithms, contributing to his continued participation in the course.*

Resumo. *A inclusão de alunos com deficiências em universidades brasileiras é amparada pela Lei n° 13.005/2014, que institui o Plano Nacional de Educação – PNE¹. Neste contexto, este artigo aborda um relato de experiência do ensino de Algoritmos a um aluno com cegueira total do curso de bacharelado em Ciência da Computação. As principais estratégias utilizadas no ensino da disciplina são detalhadas neste trabalho, como as atividades desplugadas realizadas, os mapas táteis desenvolvidos, o recurso de audiodescrição e o uso de ferramentas auxiliares, como leitores de tela. Elaborou-se um formulário para coleta de dados de avaliação das aulas, dos materiais didáticos e das ferramentas utilizadas. Ao final da disciplina, o aluno conseguiu obter as habilidades necessárias à resolução sistemática de problemas, ao mesmo tempo em que ele próprio destaca que as estratégias de ensino utilizadas serviram para deixá-lo mais motivado e confiante durante o aprendizado de Algoritmos, corroborando para a sua permanência no curso.*

¹Plano Nacional de Educação, disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm

1. Introdução

Nas Instituições de Ensino Superior (IES), percebe-se uma necessidade crescente de se utilizar estratégias alternativas de ensino, visando atender discentes neurodivergentes e/ou com diferentes graus de deficiência, tais como as pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) [Onzi and de Figueiredo Gomes 2015], pessoas com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) [Silva 2014], pessoas com Deficiência Física (DF) [Do Carmo 1989], pessoas com Deficiência Visual (PcDV) [Tim et al. 2010], entre outras. Esses são, portanto, exemplos de diversidades que podem existir em uma sala de aula [Oliveira et al. 2016].

No curso superior de Bacharelado em Ciência da Computação (BCC) da Universidade Federal do Pará (UFPA), o cenário não é diferente, pois as turmas da Faculdade de Computação (Facomp) são formadas em uma minoria por discentes que apresentam algum transtorno e/ou deficiência e, geralmente, esse grupo é previamente verificado por uma equipe multidisciplinar da própria universidade, permitindo que o aluno chegue em sala de aula com seu perfil devidamente identificado [Carmo et al. 2018].

Durante a reoferta da disciplina de Algoritmos no segundo semestre de 2023, dentre os 16 alunos da turma, destacou-se um aluno com cegueira total (CT) — neste trabalho referenciado como PcDV — que se matriculou para cumprir a disciplina, pois ela é uma das bases do curso de BCC, já que proporciona o aprendizado da lógica de programação, necessária para o amadurecimento do pensamento computacional [Vicari et al. 2018]. Com isso, surgiram algumas questões as quais são respondidas neste trabalho. São elas: 1) Como adaptar todo o material enquanto a disciplina está acontecendo?; 2) Quais softwares podem ser utilizados pelo aluno para facilitar o seu aprendizado na disciplina?; 3) O reforço ao aprendizado é importante para o aluno conseguir acompanhar a conteúdo?

Este relato de experiência apresenta as estratégias metodológicas de ensino-aprendizagem utilizadas durante a disciplina de Algoritmos, com o objetivo de mitigar as dificuldades de um aluno com cegueira total no curso de Bacharelado em Ciência da Computação da UFPA. O trabalho está estruturado da seguinte maneira: na Seção 2 são apresentados os trabalhos correlatos a este; a Seção 3 detalha a metodologia de ensino assim como as adaptações realizadas; na Seção 4 são apresentados o resultado da avaliação que o aluno fez da disciplina e as discussões; por fim, as considerações finais são realizadas na Seção 5.

2. Trabalhos Relacionados

O ensino de algoritmos e programação para pessoas cegas é um campo em aperfeiçoamento constante, já que atualmente, pesquisadores têm se dedicado ao desenvolvimento de estratégias inovadoras para tornar os conceitos abstratos dessas disciplinas mais acessíveis. Mesmo com os avanços tecnológicos que se tem atualmente, considera-se que existem poucas pesquisas que trabalham com este tema como em [Capovilla et al. 2013, Kakehashi et al. 2014, Miranda Pereira et al. 2018, Villar et al. 2019, Costa et al. 2022].

Estudos como [Capovilla et al. 2013, Kakehashi et al. 2014, Villar et al. 2019, Costa et al. 2022] propõem abordagens táteis para tornar o ensino de programação e algoritmos mais inclusivos. Estes trabalhos destacam a importância em considerar as necessidades específicas de aprendizagem de cada aluno cego. Em [Capovilla et al. 2013,

Takehashi et al. 2014, Villar et al. 2019] testes foram realizados com PcDVs, obtendo-se resultados satisfatórios, pois as pessoas conseguiram aprender algoritmos através do uso de dispositivos táteis. O trabalho de [Costa et al. 2022] foi testado em PcDV e utilizou um sistema melódico (sons) e físico (blocos) onde é possível construir sequências lógicas e convertê-las em um som ou melodia.

Em [Miranda Pereira et al. 2018] os autores propuseram uma metodologia para ensino da lógica de algoritmos e de programação a PcDVs, incluindo desde indivíduos com baixa visão até os que possuem cegueira total. O método incluía o uso de fluxogramas físicos com a descrição em Braille nas peças, indicando qual símbolo do algoritmo elas representavam, e o uso do leitor de tela *JAWS* para a implementação de códigos no software *Pascalzim*. Dentre os resultados apresentados, destacou-se o rendimento de 74% na última avaliação dos estudantes que participaram do teste.

Este trabalho se diferencia dos demais pois condensa a aplicação de algumas adaptações dos correlatos, em um único trabalho, com o objetivo de potencializar o aprendizado do aluno, incluindo um transcritor *Speech-To-Text* durante o desenvolvimento de algoritmos através da abordagem narrativa; uso de mapas táteis para a construção de algoritmos através de fluxogramas (adaptado de [Capovilla et al. 2013, Takehashi et al. 2014, Miranda Pereira et al. 2018]); e utilização de leitor de tela para a codificação do algoritmo em linguagem adaptada ao português (adaptado de [Miranda Pereira et al. 2018]). Além disso, descreve-se todo o suporte fornecido ao aluno para proporcionar um aprendizado efetivo da disciplina, como o acompanhamento de um técnico audiodescritor e de uma bolsista.

3. Metodologia

Tomando como base o plano de ensino elaborado pela professora principal da disciplina de Algoritmos com base no Projeto Pedagógico do Curso (ambos disponíveis em repositório² - documentos diversos), pode-se dizer que a disciplina tem como objetivo fornecer ao aluno habilidades sobre a lógica de programação, ensinando o funcionamento e a utilização das principais estruturas de dados, estruturas de controle e fluxo de dados.

Durante as aulas teóricas da disciplina, os alunos aprenderam os conhecimentos básicos através de aula expositiva utilizando slides. Já nas aulas práticas em laboratório, os alunos aplicaram os conhecimentos práticos da lógica de programação, construção de algoritmos e implementação em uma linguagem de programação. Também foram realizados exercícios práticos, através de atividades desplugadas [Brackmann 2017], as quais estimularam a aplicação dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas.

Especificamente esta turma, contou com a participação de dois docentes durante as execuções das aulas, uma como professora principal da disciplina e outro como professor auxiliar, vinculado por meio do estágio em docência do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação (PPGCC). Esta turma foi uma reoferta da disciplina Algoritmos, caracterizando-se por possuir 16 alunos em seu total, sendo 3 alunos PcDs, porém este artigo foca no relato das estratégias adotadas para se trabalhar com o aluno PcDV.

Devido à deficiência do referido aluno, a Coordenadoria de Acessibilidade (COA-CESS) da UFPA disponibilizou um técnico para realizar a audiodescrição das aulas (ativi-

²<https://github.com/josesousaribeiro/EnsinoAlgoritmosPCD/tree/main>

dades em classe) e também uma bolsista para acompanhamento dos estudos e atividades do aluno no contraturno.

As aulas da disciplina ocorreram no laboratório de computação da faculdade, sendo que um computador específico foi exclusivamente reservado para o aluno PcDV. Neste computador havia sido instalado o software *NVDA 2023* (versão 2023.3.0.29780) e estava localizado na primeira fila do laboratório, possibilitando melhor acesso do aluno aos docentes. No mesmo computador, também foi instalado o software *VisuAlg* (versão 3.0) o qual foi utilizado para praticar a escrita de pseudocódigos, através de uma linguagem similar ao Português. O único inconveniente em executar o *VisuAlg* em conjunto com o *NVDA* foi que este último não lia a janela com o retorno dos erros de compilação do pseudocódigo. Porém, o *NVDA* era o leitor de tela em que o aluno estava adaptado e o *VisuAlg* foi o software adotado pelos professores da faculdade para as turmas da disciplina de algoritmos do semestre em questão.

Como primeira abordagem dos docentes ao aluno, foi feita uma escuta, visando mapear as principais técnicas utilizadas pelo discente em sua vida escolar egressa (ensino fundamental e médio). O aluno possui um celular com sistema operacional Android, faz uso dos aplicativos *Talkback* (leitor de tela) e *Transcrição Instantânea (Speech-to-Text)*, além disso possui um *notebook* pessoal com o *NVDA* instalado. Durante a fase de escuta, ele relatou que sempre foi muito curioso e autodidata em relação à tecnologia, ressaltando que aprendeu a interagir com o computador através da escuta de vídeos em canais do Youtube específicos para pessoas cegas e participando de grupos de bate-papo através de aplicativos para troca de mensagens.

Com isso, identificou-se as seguintes características do aluno: 1) Capacidade de operar computador utilizando software de leitura de tela e teclado, porém sem utilizar o mouse; 2) Necessidade de utilização do software *NVDA*, configurado previamente segundo suas preferências de velocidade e perfil de locução; 3) Impossibilidade de ler em *Braille*, pois não chegou a aprender esse sistema de escrita tátil na educação básica; 4) Capacidade de ler símbolos alfanuméricos utilizando o tato, desde que desenhados em escala ampliada, utilizando-se papel e cola 3D (auto-relevo), pois foi desta forma que seus professores lhe ensinaram conceitos abstratos; 5) Possibilidade em utilizar aplicativo de mensagem para troca de mensagens com os professores.

De acordo com o mapeamento realizado e o plano de ensino da disciplina, pode-se destacar as principais atividades adaptadas em cada unidade da disciplina (Tabela 1).

Considerando o apresentado, deve-se destacar que o principal material didático utilizados nas aulas da disciplina (slides com os conteúdos) foram devidamente adaptados para que o *NVDA* fosse capaz de ler seu conteúdo. Ou seja, mesmo que em alguns momentos fossem utilizadas imagens nos slides, logo se tinha uma descrição sobre o que era apresentado. Também é importante destacar que a pedido do próprio discente PcDV, todas as aulas tiveram seus áudios gravados e disponibilizados para o aluno, para que ele pudesse revisar o que foi estudado em sala utilizando seu *smartphone*.

Para fins de reprodutibilidade da metodologia, todo o material utilizado nesta metodologia está disponível em <https://github.com/josesousaribeiro/EnsinoAlgoritmosPCD>.

Tabela 1. Atividades realizadas por unidade de estudo.

Unidade	Descrição	Adaptação realizada
I : Introdução ao conceito de algoritmo	Aulas expositivas através de slides, com auxílio de projetor, quadro branco, acesso ao site <i>Blockly Labirinto</i> e aplicação de listas de exercícios.	Auxílio de computador com leitor de tela, presença do técnico áudio-descritor, listas de exercícios otimizadas e atividades em auto-relevo.
II : Introdução à lógica proposicional	Aulas expositivas através de slides, com auxílio de projetor, quadro branco e aplicação de listas de exercícios.	Auxílio de computador com leitor de tela, presença do técnico áudio-descritor, listas de exercícios otimizadas e apoio de uma bolsista no contraturno.
I e II: Avaliação	Atividade Desplugada	Avaliação por meio de Atividade Desplugada em auto-relevo.
III : Tipos de dados primitivos e operadores, e IV: Estruturas de controle	Aulas expositivas através de slides, com auxílio de projetor, quadro branco, software <i>VisuAlg</i> e aplicação de listas de exercícios.	Auxílio de computador com leitor de tela, software <i>VisuAlg</i> , presença do técnico áudio-descritor, listas de exercícios otimizadas e apoio de uma bolsista no contraturno.
III e IV: Avaliação	Aplicação de prova utilizando papel e caneta.	Aplicação de prova oral.
V: Estruturas de dados e arquivos	Aulas expositivas através de slides, com auxílio de projetor, quadro branco e aplicação de listas de exercícios.	Auxílio de computador com leitor de tela, presença do técnico áudio-descritor, listas de exercícios otimizadas e apoio de uma bolsista no contraturno.
VI : Modularização de Algoritmos	Aulas expositivas através de slides, com auxílio de projetor, quadro branco, software <i>VisuAlg</i> e aplicação de listas de exercícios.	Auxílio de computador com leitor de tela, software <i>VisuAlg</i> , presença do técnico áudio-descritor, listas de exercícios otimizadas e apoio de uma bolsista no contraturno.
I a VI: Avaliação	Apresentação escrita e oral de trabalho de pesquisa	Apresentação de trabalho de pesquisa utilizando ambiente digital.

3.1. Suporte da Coordenadoria de Acessibilidade (COACCESS)

O técnico responsável pela audiodescrição e a bolsista foram disponibilizados pela COACCESS da UFPA, com o objetivo de auxiliar o aluno durante as aulas e realizar o acompanhamento do discente no contraturno.

Durante a seleção da bolsista, a prioridade era que o aluno fosse da Faculdade de Computação, estudando em semestres superiores ao do aluno PcDV, ou seja, superiores ao primeiro semestre do curso, visando otimizar o suporte do bolsista ao discente durante as aulas e atividades extra-classe. Sendo assim, a aluna bolsista selecionada era estudante do 2º semestre do curso de *BCC*, assistindo aula no mesmo horário do aluno assistido. Com isso, coube a bolsista atendê-lo no contraturno, auxiliando-o na resolução das listas de exercícios e na interação com o software *VisuAlg*.

Durante as aulas, o aluno era assistido pelo professor auxiliar e pelo técnico áudio-descritor. O professor auxiliar interagiu com o aluno PcDV, assim como com os demais alunos da turma, sanando dúvidas, auxiliando na resolução de exercícios e tentando identificar as diferentes necessidades de aprendizagem de cada aluno.

Além disso, o aluno assistido frequentava aulas de Informática básica na própria *COACCESS*, com o objetivo de melhorar suas habilidades ao interagir com o computador e com os softwares mais utilizados no dia-a-dia acadêmico, como o editor de texto, planilha eletrônica e *browser* para acesso a sites.

3.2. Avaliações

Planejou-se a utilização de 4 diferentes tipos de avaliações durante a disciplina, seguindo diferentes estratégias de acessibilidade: lista de exercícios otimizadas, atividades em auto-relevo, prova oral e apresentação de trabalho de pesquisa.

Deve-se observar que todos os alunos da turma foram avaliados sob o mesmo grau de dificuldade e conteúdo que o aluno PcDV e as adaptações que foram feitas nas atividades avaliativas foram com o intuito de realizar a inclusão do aluno no processo de ensino-aprendizado da disciplina. Além disso, em todas as atividades avaliativas, o discente sempre teve prazos ampliados para entregar suas atividades, já que este direito é previsto em lei no *Estatuto da Pessoa com Deficiência* [Araujo and Costa Filho 2015]. As descrições das adaptações de cada avaliação são apresentadas nas subseções a seguir.

3.2.1. Exercícios otimizados

Durante a disciplina, foram aplicadas listas de exercícios para toda a turma, sendo 9 listas ao total. Cada lista continha em média de 12 questões sobre os assuntos trabalhados em sala de aula.

Para o aluno assistido, foi feita a adaptação destas listas, diminuindo-se a quantidade de questões para 70%, a critério do próprio discente. Esta diminuição foi necessária em virtude do discente precisar de 3 a 4 vezes mais tempo para resolver uma lista, se comparado com os demais alunos da turma.

3.2.2. Atividades em auto-relevo

Buscando-se abordar similarmente a estratégia apresentada em [Capovilla et al. 2013, Kakehashi et al. 2014] e considerando a escuta feita com o aluno, optou-se por desenvolver atividades em papel que possibilitassem sua leitura por meio do tato. Conforme indicado pelo próprio discente, a leitura através do tato é possível desde que os símbolos alfanuméricos fossem ampliados (com tamanho de pelo menos 4cm x 4cm cada símbolo).

Para desenvolver estas atividades, usou-se papel A4, papel A3, bloco de notas adesivas, cola 3D (auto-relevo) e cola glitter. Note, todas as atividades desenvolvidas, foram criadas pelo menos 24 horas antes de serem aplicadas, para que a cola pudesse secar.

Como primeira atividade adaptada, tem-se o *Jogo do Blockly: Labirinto*³, que consiste na criação de algoritmos básicos referentes aos movimentos de um robô em um pequeno mapa (Figura 1). O jogo possui 10 níveis de dificuldade e permite ao aluno aprender de maneira lúdica, os conceitos de rotinas, fluxo de execução, condições, laços

³Jogo do Blockly Labirinto, disponível em: <https://blockly.games/maze?lang=pt-br>

de repetições e sub-rotinas. Nesta atividade, as soluções encontradas pelo aluno PcDV eram verbalizadas ao professor auxiliar da disciplina em sala de aula.

Figura 1. Adaptação do Jogo Labirinto a partir de auto-relevos.



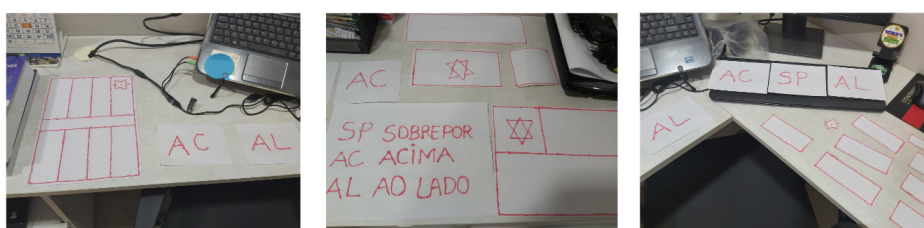
Outra importante atividade adaptada por meio de auto-relevos foi a criação de fluxogramas utilizando blocos de papel auto-adesivos e cola 3D (Figura 2). Nesta adaptação, utilizou-se como base as formas geométricas básicas de Algoritmos [Forbellone and Eberspächer 2022, Junior 2019], devidamente desenhadas em blocos de notas auto-adesivas, utilizando-se cola 3D. Os algoritmos desenvolvidos pelo aluno eram construídos em folha de papel A3 e entregue aos professores da disciplina.

Figura 2. Fluxograma em auto-relevo.



A atividade desplugada, *Criando Bandeiras* [da Motta et al. 2019], também foi adaptada às necessidades do aluno PcDV utilizando-se papel e cola 3D (Figura 3).

Figura 3. Atividade Desplugada *Criando Bandeiras*.



Nesta atividade, o aluno possuía diversos recortes de formas geométricas e tinha que criar um algoritmo de como montar a bandeira de pelo menos dois países diferentes.

3.2.3. Prova Oral

Conforme previsto no plano de ensino da disciplina, a aplicação de prova foi planejada após os estudos das unidades I e II (Tabela 1).

Com o objetivo de adaptar a prova ao aluno PcDV, optou-se por executar a prova de maneira oral, acordando-se com o aluno o dia de sua execução. A execução da prova foi planejada pra ser aplicada em uma sala específica, de maneira que somente estariam presentes um dos professores da disciplina e o aluno, evitando assim sons que pudessem prejudicar a concentração do discente.

Definiu-se que durante a aplicação da prova, primeiramente o professor deveria ler completamente o conteúdo da mesma e em seguida ler cada questão efetuando pausas longas, já que seria necessário aguardar a verbalização da resolução desenvolvida mentalmente pelo discente PcDV.

3.2.4. Trabalho de pesquisa

Conforme previsto no plano de ensino da disciplina, a apresentação de um trabalho de pesquisa foi a última avaliação feita na disciplina, sendo ela a responsável por integrallizar todos os conhecimentos adquiridos pelos discentes nos estudos das 6 unidades sobre Algoritmos (Tabela 1).

Planejou-se a definição de um tema central, sorteando-se estes temas entre todos os alunos da disciplina. Assim, cada aluno da turma ficou responsável por apresentar sua pesquisa em um dia predefinido.

Visando adaptar a apresentação da pesquisa do aluno PcDV, planejou-se que sua apresentação seria por meio de explicações gravadas em arquivos de áudio e entregues ao final da disciplina, juntamente com um relatório descritivo de sua pesquisa.

4. Avaliação do aluno e discussões

Após o término da disciplina de Algoritmos, um questionário com 15 questões foi aplicado ao aluno PcDV com o objetivo de fornecer *feedbacks* sobre as aulas, os materiais didáticos utilizados, as aprendizagens, os desafios, entre outros aspectos. Para responder às perguntas, o discente recorreu ao uso de um microfone, um leitor de tela e um *Speech-to-Text*. As perguntas foram oralizadas para facilitar a compreensão do aluno sobre os temas fornecidos. Toda a coleta de informações ocorreu de forma anônima, ou seja, sem a identificação de dados sensíveis do participante.

Em relação às aulas ministradas pelos professores, o aluno concordou que elas eram claras e objetivas. Em alguns momentos, o discente se sentia confuso durante a compreensão de conceitos e da execução de atividades pelo fato de que o leitor de tela utilizado não conseguia interagir com um determinado sistema através de comandos de voz dados pelo aluno (como “mova o bloco x”, “selecione o item y” etc), e também apresentava incompatibilidade com o software *VisuAlg*, utilizado para implementar pseudocódigos, pois o leitor prejudicava todo o código criado, tornando-o impossível de corrigir. Porém, de modo geral, o aluno considerou que o esforço e a dedicação dos professores para enfrentarem os problemas diante da falta de acessibilidade das tecnologias, além da forte interação dele com os docentes, tornaram as aulas mais inclusivas.

Em relação aos conceitos da disciplina, o aluno concordou que eram fáceis de serem aprendidos. Mesmo que houvessem tópicos um pouco mais complexos, não havia nenhum conceito tão discrepante a ponto de tê-lo frustrado mais que o normal. Isso

se deve também ao fato de que havia o técnico audiodescritor e o professor auxiliar disponíveis para auxiliá-lo durante as aulas. Além disso, existia um colega de classe que o ajudava a entender a disciplina em mais detalhes, as aulas eram gravadas, os slides foram adaptados para leitores de tela e os docentes criavam mapas táteis para ajudar o discente a entender determinado conceito, o que contribuiu para o seu êxito na disciplina.

Em relação à qualidade das ferramentas e dos materiais didáticos utilizados em sala, o aluno considerou que ambos estavam dentro dos padrões. Apesar do discente afirmar que o uso de leitores de tela foi importante para o acompanhamento das atividades, a falta de acessibilidade de alguns softwares com os leitores, como o supracitado *VisuAlg*, tornaram a experiência de aprendizagem um pouco confortável. O aluno, de modo geral, sentiu falta de uma ferramenta que lhe proporcionasse mais autonomia na hora de criar códigos.

Em relação aos métodos desenvolvidos pelo próprio aluno para facilitar a absorção dos conceitos de algoritmos, o uso de recursos de áudio foram muito importantes, pois o ajudou a compreender os conceitos com maior facilidade, apesar de essa não ser uma ferramenta infalível e necessitar de complementação, como a presença de profissionais audiodescritores, que foram fornecidos pela instituição de ensino ao qual o aluno faz parte.

Por fim, ao ser questionado sobre o que lhe motivou durante o aprendizado de Algoritmos, o discente afirmou que o seu histórico de gostar de jogos desde a infância impulsionou o interesse em aprender a programar para poder criar seus próprios jogos. Portanto, existe uma possibilidade de que jogos adaptados podem ser uma importante fonte de motivação aos estudos de alunos com deficiência visual durante o curso de Computação, pois além de serem divertidos, estimulam o raciocínio lógico e a capacidade de interpretar e resolver problemas.

4.1. Avaliação da professora principal

Segundo o relato da própria professora, o planejamento inicial da disciplina não previa adaptações para alunos PcDs, pois não havia previsão de discentes com diferentes necessidades de aprendizagem na turma. Sendo assim, as estratégias de adaptação foram sendo realizadas com a disciplina em curso, a partir da escuta realizada com o aluno PcDV.

Ao iniciar a disciplina, o aluno assistido contava apenas com a ajuda do professor auxiliar durante às aulas, e ambos professores ficavam à disposição durante o período do contraturno e aos finais de semana para auxiliá-lo através do aplicativo de mensagens pelo celular. Após um mês e dois meses do início das aulas, respectivamente, o técnico audiodescritor começou a acompanhar o aluno nas aulas expositivas e a bolsista iniciou o apoio no período de contraturno. O auxílio de ambos foi fundamental para uma aprendizagem mais efetiva do aluno.

A abordagem metodológica da disciplina incluía primeiramente a descrição narrativa de algoritmos, após foram utilizados fluxogramas para a descrição da lógica de programação e, por fim, a programação em si através de uma linguagem adaptada ao português. Vale destacar que o aluno assistido não apresentou dificuldade alguma para realizar a descrição narrativa dos algoritmos. Pelo contrário, conseguia descrevê-los com bastante facilidade, incluindo detalhes essenciais para o funcionamento correto do algoritmo. Na utilização de fluxogramas, os demais alunos utilizaram o software *Flowgorithm*

para construir os algoritmos, ao passo que o aluno assistido realizava as atividades de maneira desplugada, utilizando o material adaptado, em auto-relevo, contendo uma legenda para auxiliar na sua autonomia. A maior dificuldade surgiu para utilizar o software *VisuAlg*, pois o aluno não possuía familiaridade com o mesmo e o *NVDA* (leitor de tela) não funcionava para realizar a leitura da janela em que os erros de programação eram apresentados, inviabilizando assim a autonomia do discente para programar os algoritmos. Portanto, durante a programação era necessário o auxílio da bolsista para realizar as atividades.

Apesar das dificuldades enfrentadas durante a disciplina, o aluno sempre se mostrou disposto a enfrentar os desafios com muito bom humor. Ficou clara a evolução dele durante a disciplina e, ao final, o aluno apresentou rendimento acima da média, conseguindo adquirir as habilidades necessárias da lógica de programação.

4.2. Sugestões de melhorias e trabalhos futuros

Diante do que foi apresentado e dos resultados obtidos, são necessários estudos futuros para confirmar a evidência de que jogos adaptados a deficientes visuais auxiliam na motivação e na permanência dos discentes na área da computação. Além disso, o desenvolvimento de uma ferramenta que proporcionasse aos discentes com deficiência visual maior autonomia na codificação e depuração de algoritmos tornaria o ensino de lógica de programação muito mais prazeroso e saudável tanto para os docentes quanto para os discentes PcDV. Somado a isso, os principais softwares utilizados para o ensino de algoritmos disponíveis no mercado precisam ser compatíveis com as ferramentas de leitura de tela, realizando inclusive a leitura de fluxogramas e de mensagens de erro. Por fim, as universidades devem fornecer treinamento adequado ao corpo técnico e docente para uma inclusão adequada de alunos, não somente deficientes visuais, mais com todo e qualquer tipo de deficiência, além de auxiliar os professores na preparação/adaptação dos materiais.

5. Considerações finais

Este artigo teve por objetivo apresentar as estratégias metodológicas utilizadas para o ensino de Algoritmos a um aluno PcDV. Conforme abordado, foram realizadas adaptações no decorrer da disciplina para atender às necessidades de aprendizado do aluno, como a adaptação dos slides ao leitor de tela, otimização das listas de exercícios, adaptação de atividades plugadas para serem desplugadas (em auto-relevo), disponibilização pela UFPA de técnico audiodescritor durante as duas aulas semanais de 1:40h cada e bolsista durante 12 horas semanais, gravação das aulas, além da forte interação com os docentes que incluía o suporte aos fins de semana, conforme relatado pelo próprio aluno. Ou seja, as questões que norteram esse trabalho foram respondidas pois as adaptações do material, o uso de softwares e dispositivos tecnológicos, e o auxílio de pessoas para reforço do aprendizado foram fundamentais para o êxito no aprendizado do aluno.

Apesar de todo empenho dos professores, é inegável o esforço do próprio aluno para alcançar um bom resultado na disciplina e, principalmente, conseguir as habilidades essenciais para a construção de algoritmos, tais como: aprender sobre a abstração de dados, técnica passo-a-passo de resolução de problemas, decomposição de problemas e descoberta de padrões. Espera-se que esse relato auxilie outros professores que forem vivenciar o ensino de Algoritmos à PcDV, embora cada aluno deficiente tenha suas necessidades específicas para o aprendizado.

Referências

- Araujo, L. A. D. and Costa Filho, W. M. d. (2015). O estatuto da pessoa com deficiência-epcd (lei 13.146, de 06.07. 2015): algumas novidades. *Revista dos Tribunais*, 962(2015):65–80.
- Brackmann, C. P. (2017). Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica.
- Capovilla, D., Krugel, J., and Hubwieser, P. (2013). Teaching algorithmic thinking using haptic models for visually impaired students. In *2013 Learning and Teaching in Computing and Engineering*, pages 167–171. IEEE.
- Carmo, L., Prado, R. R., and Barros, T. (2018). Possibilidades para inclusão e acessibilidade de uma pessoa cega no curso de nutrição da ufpa.
- Costa, R., Neto, A. C., Araújo, C., and Henriques, P. R. (2022). A framework to assess melodic effectiveness in training computational thinking to visually impaired people. In *2022 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, pages 1–6.
- da Motta, C. L. R., Fernandes, J. H. C., Marques, C. V. M., de Oliveira, C. E. T., Fernandes, R. M. M., Ribeiro, L., Foss, L., da Costa Carvalheiro, S. A., de Alencar, E. M., da Silva Aranha, E. H., et al. (2019). Viii jornada de atualização em informática na educação. *Sociedade Brasileira de Computação*, pages 52,53.
- Do Carmo, A. A. (1989). *Deficiência física: a sociedade brasileira cria, e; recupera e; e discrimina*. PhD thesis, [sn].
- Forbellone, A. and Eberspächer, H. (2022). *Lógica de Programação - 4.ed.: A Construção de Algoritmos e Estruturas de Dados com Aplicações em Python*. Bookman Editora.
- Junior, D. (2019). *Algoritmos e Programação de Computadores*. GEN LTC.
- Takehashi, S., Motoyoshi, T., Koyanagi, K., Oshima, T., Masuta, H., and Kawakami, H. (2014). Improvement of p-cube: Algorithm education tool for visually impaired persons. In *2014 IEEE Symposium on Robotic Intelligence in Informationally Structured Space (RiiSS)*, pages 1–6. IEEE.
- Miranda Pereira, R., Silva, F., and Silla, C. (2018). Teaching algorithms for visually impaired and blind students using physical flowcharts and screen readers.
- Oliveira, R. Q. d., Oliveira, S. M. B. d., Oliveira, N. A. d., Trezza, M. C. S. F., Ramos, I. B., and Freitas, D. A. (2016). A inclusão de pessoas com necessidades especiais no ensino superior. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 22:299–314.
- Onzi, F. Z. and de Figueiredo Gomes, R. (2015). Transtorno do espectro autista: a importância do diagnóstico e reabilitação. *Revista Caderno Pedagógico*, 12(3).
- Silva, A. B. B. (2014). *Mentes Inquietas: TDAH-desatenção, hiperatividade e impulsividade*. Principium.
- Tim, U. M., Maricato, A., Ferreira, J. C., de Lima, T. L., and de Araújo, S. M. M. (2010). Deficiência visual. *Ciência & Consciência*, 1.
- Vicari, R. M., Moreira, A. F., and Menezes, P. F. B. (2018). Pensamento computacional: revisão bibliográfica.

Villar, N., Morrison, C., Cletheroe, D., Regan, T., Thieme, A., and Saul, G. (2019). Physical programming for blind and low vision children at scale. In *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '19, page 1–4, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.