

CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: uma ação docente frente à inclusão de alunos com cegueira e baixa visão

Arichelma Costa Ibiapina¹; Isaias Pereira Coelho²; Rhuam Pabo Silva Fernandes³; Francisco Jardim Martins Silva⁴

RESUMO

O presente estudo investigou os desafios enfrentados por alunos com cegueira e baixa visão no ensino de Cálculo Diferencial e Integral no curso de Bacharelado em Ciência da Computação do IFMA, Campus Imperatriz, uma disciplina que exige alto nível de abstração e forte apoio visual. O problema central identificado foi a dificuldade de garantir a acessibilidade plena a esses estudantes, devido à escassez de materiais adaptados, falta de recursos tecnológicos assistivos e formação docente limitada. O objetivo da pesquisa foi analisar as práticas pedagógicas adotadas e os recursos disponíveis, propondo estratégias que favoreçam a inclusão efetiva no ensino de cálculo. Adotou-se uma abordagem qualitativa exploratória, com a coleta de dados realizada por meio de questionários eletrônicos aplicados via plataforma Google Forms, direcionados a professores da disciplina, ao NAPNE e a um aluno com baixa visão. Os resultados revelaram desafios significativos, como a carência de materiais em Braille, ausência de impressora 3D para produção de modelos táteis, base matemática fragilizada dos alunos e tempo insuficiente em sala de aula. Estratégias como uso de letras ampliadas, provas orais e o software GeoGebra mostraram-se úteis, mas ainda limitadas diante das necessidades específicas desses estudantes. O NAPNE oferece apoio relevante, mas enfrenta restrições estruturais e tecnológicas. Conclui-se que a inclusão no ensino de cálculo demanda ações integradas, com capacitação docente contínua, desenvolvimento de materiais acessíveis, uso ampliado de tecnologias assistivas e fortalecimento institucional, reafirmando a urgência de políticas educacionais que promovam uma educação superior inclusiva e de qualidade para todos.

Palavras-chave: Educação Inclusiva. Deficiência Visual. Ensino de Matemática. Cálculo Diferencial e Integral. Tecnologias Assistivas.

Financiamento: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, IFMA.

¹ Coordenadora da Pesquisa - Mestra em Educação pela Universidade Federal do Pará (UFPA) – Professora de Educação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) – Campus Imperatriz. E-mail: <aricelmaci@ifma.edu.br> URL Lattes - CV: <http://lattes.cnpq.br/8909000378747659>.

² Subcoordenador da Pesquisa - Doutor em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Professor de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) – Campus Imperatriz. E-mail: <isaias@ifma.edu.br> URL Lattes - CV: <http://lattes.cnpq.br/8603063398900052>.

³ Bolsista da Pesquisa - Acadêmico de Licenciatura em Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) – Campus Imperatriz. E-mail: <rhuamp@acad.ifma.edu.br> URL Lattes - CV: <http://lattes.cnpq.br/6013837275946599>.

⁴ Voluntário da Pesquisa - Acadêmico de Licenciatura em Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) – Campus Imperatriz. E-mail: <jardem.s@acad.ifma.edu.br> URL Lattes - CV <http://lattes.cnpq.br/2031888681066140>.

1 Introdução

A inclusão educacional de alunos com deficiência visual representa um desafio significativo para o ensino superior, especialmente em disciplinas complexas como o Cálculo Diferencial e Integral, que demandam alto grau de abstração e manipulação simbólica. A legislação brasileira, por meio da Secretaria de Educação Especial do Ministério da Educação, tem enfatizado a necessidade de garantir acessibilidade e recursos pedagógicos adequados para que esses estudantes possam usufruir plenamente do direito à educação (Brasil, 2006). Contudo, a efetivação dessas diretrizes ainda enfrenta obstáculos práticos, como a falta de formação específica dos professores, carência de materiais adaptados e de tecnologias assistivas (Barbosa et al., 2020; Carvalho et al., 2022).

Este resumo expandido apresenta os resultados de uma pesquisa realizada com o intuito de compreender a realidade do ensino de Cálculo Diferencial e Integral para alunos com baixa visão no curso de Bacharelado em Ciência da Computação, através de entrevistas com setores envolvidos, incluindo a coordenação do curso, professores, o NAPNE e os próprios alunos. A investigação busca identificar as práticas pedagógicas adotadas, as dificuldades enfrentadas e as estratégias de adaptação implementadas, fundamentando-se em literatura atual e na legislação vigente. A análise dos dados permite contribuir para a construção de propostas que visem a melhoria da acessibilidade e da qualidade do ensino para estudantes com deficiência visual.

2 Metodologia

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa exploratória, com o objetivo de compreender as práticas, desafios e necessidades relacionados ao ensino de Cálculo Diferencial e Integral para alunos com baixa visão no curso de Bacharelado em Ciência da Computação.

Para a coleta de dados, foram utilizados questionários eletrônicos elaborados e aplicados por meio da plataforma Google Forms. Foram estruturadas entrevistas direcionadas a diferentes atores envolvidos no processo educacional, a saber: o DESTEC, a coordenação do curso de Bacharelado em Ciência da Computação, professores responsáveis pela disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, o NAPNE e um aluno com baixa visão do referido curso.

Os questionários foram elaborados com base na revisão bibliográfica, contemplando aspectos relacionados à acessibilidade, recursos pedagógicos, uso de tecnologias assistivas, formação docente e adaptações curriculares. Os participantes foram convidados a responder aos formulários através de links específicos, disponibilizados por e-mail e plataformas institucionais.

A análise dos dados coletados foi realizada por meio de interpretação qualitativa, buscando relacionar as informações obtidas com o referencial teórico adotado, especialmente no que diz respeito às práticas inclusivas, uso de tecnologias assistivas e estratégias pedagógicas para o ensino da matemática a alunos com deficiência visual. A pesquisa respeitou os princípios éticos da confidencialidade e do anonimato dos participantes, garantindo o uso responsável das informações para fins acadêmicos.

3 Resultados e discussão

Os questionários foram aplicados por meio da plataforma Google Forms, direcionados a diferentes públicos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem para alunos com cegueira e baixa visão no curso de Bacharelado em Ciência da Computação. Foram disponibilizados formulários para o DESTEC, a coordenação do curso, professores da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, o NAPNE e o aluno com baixa visão. Devido à indisponibilidade de respostas por parte da coordenação do curso e do DESTEC, os resultados contemplam apenas as respostas dos professores, do NAPNE e do aluno com baixa visão.

3.1 Principais desafios no ensino de cálculo para alunos com cegueira e baixa visão

Os professores pesquisados relataram que os maiores desafios no ensino de Cálculo para alunos com cegueira e baixa visão envolvem a complexidade da representação matemática visual, incluindo símbolos e operações, e a necessidade de explicações mais detalhadas e pausadas para garantir a compreensão. Conforme Barbosa et al. (2020), a representação matemática é um dos principais obstáculos para estudantes com deficiência visual, exigindo adaptações pedagógicas e recursos acessíveis.

Além disso, foi identificada uma base matemática precária desses alunos, advinda da deficiência do ensino básico inclusivo, o que dificulta o avanço nos conteúdos do ensino superior, conforme apontam Carvalho et al. (2022) e Silva et al. (2022). A adaptação das aulas inclui o diálogo constante com os alunos cegos para associar conhecimentos prévios, enquanto para alunos de baixa visão são utilizadas letras ampliadas no quadro, slides e incentivo à participação ativa.

Quanto aos recursos utilizados, a adoção de provas orais para alunos cegos e a disponibilização de materiais com letras ampliadas para alunos de baixa visão foram as estratégias mais comuns, embora reconheça-se a limitação dessa abordagem frente à ausência de materiais em Braille e outras tecnologias assistivas (Brasil, 2006; Da Silva e Segadas-Vianna, 2022).

A eficácia dessas ações é percebida de forma positiva, ainda que existam limitações quanto ao tempo disponível para reforço dos conteúdos e à necessidade de cumprir integralmente a ementa da disciplina. Estudos como os de Freitas (2011) e Silva et al. (2022) ressaltam que o tempo restrito em sala e a carga curricular dificultam a adaptação completa para alunos com necessidades especiais.

O NAPNE disponibiliza recursos como impressora Braille, soroban, globo tátil e softwares leitores de tela, além de suporte humano qualificado, porém ainda enfrenta desafios na obtenção de recursos avançados, como impressoras 3D para modelagem tátil, essenciais para o ensino de conceitos abstratos de Cálculo, conforme destacado por De Castro Roma (2018) e Barbosa et al. (2020).

3.2 Dificuldades do aluno com cegueira e baixa visão no ensino de cálculo diferencial e integral

O aluno com baixa visão entrevistado apontou como principais desafios a fragilidade na base matemática e a ausência de recursos didáticos adequados, especialmente materiais em formato acessível e tecnologias assistivas além das vídeoaulas. Essa dificuldade inicial é corroborada pela literatura, que destaca a importância do nivelamento prévio e da oferta de materiais adaptados em alto contraste e formatos táteis (Carvalho et al., 2022; Silva et al., 2022).

Para superar a falta de representações visuais, o aluno utilizou vídeoaulas, mas reconheceu suas limitações, indicando a necessidade de integrar recursos complementares, como softwares acessíveis, gráficos em alto contraste e animações com descrição auditiva (Barbosa et al., 2020; Da Silva e Segadas-Vianna, 2022).

Conceitos como limites foram indicados como os mais difíceis, o que está alinhado com a complexidade abstrata apontada por Devlin (2010) e Eves (2004). Estratégias sugeridas para melhor compreensão incluem o uso de analogias concretas, simulações táteis e descrições auditivas detalhadas.

O GeoGebra foi destacado como ferramenta útil para o aprendizado, indicando o potencial das tecnologias digitais acessíveis, conforme apontam Ferronato (2002) e Silva et al. (2022). Contudo, a falta de integrações com dispositivos Braille limita o pleno aproveitamento dessas tecnologias.

3.3 Avaliação da acessibilidade e inclusão no IFMA, Campus Imperatriz

O NAPNE oferece uma gama de recursos e serviços fundamentais para a inclusão, como impressoras Braille, soroban, teclados em Braille, softwares leitores de tela e acompanhamento

especializado por profissionais multidisciplinares (professores de Atendimento Educacional Especializado (AEE), psicopedagogos, revisores e intérpretes). Essa estrutura é alinhada com os princípios da educação inclusiva descritos por Freitas (2011) e Brasil (2006).

Entretanto, a ausência de parcerias institucionais e limitações no acesso a equipamentos avançados, como impressoras 3D para produção de modelos táteis, representam lacunas significativas que dificultam a plena autonomia dos alunos e ampliam a demanda sobre a equipe pedagógica (Barbosa et al., 2020; De Castro Roma, 2018).

O NAPNE realiza avaliações periódicas por meio de acompanhamento individual e reuniões de equipe, identificando a necessidade de ampliar o suporte, com planos para relatórios semestrais que monitorem indicadores de inclusão acadêmica, tais como desempenho, permanência e redução das barreiras de acessibilidade, em consonância com as diretrizes do Ministério da Educação (Brasil, 2006).

Os resultados obtidos evidenciam os inúmeros desafios enfrentados tanto pelos professores quanto pelos alunos com cegueira e baixa visão no ensino do Cálculo Diferencial e Integral, corroborando as conclusões apresentadas por Barbosa et al. (2020) e Carvalho et al. (2022). A dificuldade em representar visualmente conceitos matemáticos complexos é um obstáculo fundamental, exigindo adaptações pedagógicas e tecnológicas que ainda não estão plenamente implementadas no contexto do IFMA, Campus Imperatriz.

A fragilidade da base matemática desses alunos, apontada pelos professores e pelo aluno entrevistado, revela uma problemática recorrente, que remete à falta de suporte adequado já no ensino fundamental e médio, conforme discutido por Silva et al. (2022) e Freitas (2011). Isso reforça a necessidade urgente de programas de nivelamento e acompanhamento contínuo para garantir a progressão consistente desses estudantes no ensino superior.

No que tange às estratégias adotadas, destaca-se o uso de provas orais, letras ampliadas e diálogo constante, práticas alinhadas com o que sugere o Código Matemático Unificado (Brasil, 2006). Contudo, essas medidas são insuficientes para a complexidade do ensino de cálculo, sobretudo pela carência de materiais em Braille e recursos tecnológicos avançados como impressoras 3D e softwares acessíveis, apontados como essenciais por Da Silva e Segadas-Vianna (2022) e Barbosa et al. (2020).

A relevância do apoio do NAPNE, com sua equipe multidisciplinar e recursos tecnológicos básicos, foi reconhecida, porém, as limitações estruturais, como a ausência de parcerias institucionais e equipamentos modernos, restringem o potencial de inclusão plena dos alunos com deficiência visual. De acordo com De Castro Roma (2018), a inclusão efetiva

depende não apenas da disponibilidade de recursos, mas da articulação entre tecnologia, formação docente e políticas institucionais.

O uso do GeoGebra e vídeoaulas como ferramentas auxiliares, apontado pelo aluno, confirma o papel positivo das tecnologias digitais no processo de aprendizagem, conforme evidenciado por Ferronato (2002) e Silva et al. (2022). Entretanto, a ausência de integração desses recursos com dispositivos táteis limita sua eficácia para alunos cegos, indicando a necessidade de inovação na produção de materiais didáticos.

Outro ponto relevante é o reconhecimento da importância de metodologias interativas e multimodais para o ensino do cálculo, que podem aumentar o engajamento e facilitar a compreensão, conforme enfatizado por Carvalho et al. (2022). As aulas devem transcender a simples exposição teórica, incorporando recursos auditivos, táteis e visuais adaptados, conforme as capacidades dos alunos.

Finalmente, os resultados reforçam a necessidade de ampliar o suporte pedagógico além da sala de aula, por meio de tutoria especializada, tempo suplementar para estudos e desenvolvimento de materiais acessíveis, estratégias recomendadas por Silva et al. (2022) e Freitas (2011). Esse suporte pode contribuir para reduzir as desigualdades e favorecer a permanência e o sucesso acadêmico dos estudantes com cegueira e baixa visão.

Em síntese, a pesquisa evidencia que, apesar dos esforços atuais, há um caminho considerável a ser percorrido para a efetiva inclusão dos alunos com deficiência visual no ensino superior, especialmente em disciplinas complexas como o Cálculo Diferencial e Integral. As propostas de inovação tecnológica, capacitação docente e fortalecimento do suporte institucional emergem como estratégias fundamentais para superar as barreiras identificadas.

4 Sugestões práticas

A partir da análise dos dados e da discussão teórica, propõem-se as seguintes ações práticas para promover a inclusão efetiva de estudantes com deficiência visual, especialmente na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral no ensino superior:

- Formação docente continuada

1. Oferecimento de cursos e oficinas de capacitação para professores sobre educação inclusiva, com foco em estratégias de ensino de matemática para pessoas com deficiência visual, conforme sugerem Carvalho et al. (2022) e Silva et al. (2022).
2. Incorporação de conteúdos sobre tecnologias assistivas nos programas de formação inicial e continuada dos docentes, possibilitando que saibam como e quando utilizá-las de maneira pedagógica.

- Adaptação dos materiais didáticos

1. Produção de apostilas, gráficos e fórmulas em Braille ou formatos acessíveis (PDF acessível, arquivos de áudio ou softwares de leitura de tela), conforme o Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa (Brasil, 2006).
2. Desenvolvimento de modelos táteis e tridimensionais com o apoio de impressoras 3D para representação de curvas, sólidos de revolução, superfícies e outros elementos visuais do cálculo, como defendem Barbosa et al. (2020).
3. Criação de um repositório digital de recursos acessíveis, que possa ser compartilhado entre docentes e discentes, promovendo autonomia e integração entre as disciplinas.

- Integração entre docentes e setores de apoio

1. Estabelecimento de comunicação ativa entre professores e o NAPNE, desde o início do semestre, para o planejamento e adaptação antecipada das atividades avaliativas e dos conteúdos programáticos, conforme recomenda Freitas (2011).
2. Implementação de um plano de acompanhamento individualizado para cada estudante com deficiência, com metas claras, estratégias adaptadas e monitoramento pedagógico contínuo.

- Uso de tecnologias assistivas

1. Ampliação do uso de softwares como o GeoGebra (com plugins acessíveis), NVDA, Dosvox e outros recursos computacionais que permitam ao estudante explorar funções, gráficos e operações matemáticas de maneira interativa.
2. Instalação e manutenção de laboratórios acessíveis com equipamentos adaptados, como teclado ampliado, linha Braille, lupas eletrônicas e leitores de tela, conforme sugerido por Silva et al. (2022).

- Redesenho curricular e metodológico

1. Adequação do tempo pedagógico para a realização de avaliações, resolução de exercícios e participação em aulas práticas, respeitando o ritmo de aprendizagem dos estudantes com deficiência visual (Carvalho et al., 2022).
2. Adoção de metodologias ativas, como aprendizagem baseada em projetos, resolução colaborativa de problemas e uso de atividades interativas táteis, para favorecer o engajamento e a construção de sentido sobre os conceitos do cálculo.

- Ações institucionais

1. Garantia da aquisição de equipamentos como impressoras 3D e Braille, bem como a contratação de profissionais especializados em acessibilidade educacional e tecnologia assistiva.

2. Institucionalização de políticas claras de inclusão, com normas, fluxos e protocolos definidos para o atendimento às necessidades educacionais específicas dos estudantes.
3. Criação de um banco de boas práticas pedagógicas inclusivas no campus, incentivando a sistematização e a troca de experiências entre professores e setores administrativos.

Essas sugestões práticas são fundamentadas nos princípios da educação inclusiva (Freitas, 2011), na importância da mediação pedagógica sensível às diferenças (Ferronato, 2002) e na urgência de se superar a exclusão histórica vivida pelas pessoas com deficiência (Silva, O. M. da., 1987). A inclusão efetiva no ensino de cálculo não é apenas uma responsabilidade técnica, mas um compromisso ético e político com o direito à educação de qualidade para todos.

5 Considerações finais

O presente estudo revelou os desafios significativos enfrentados no ensino de Cálculo Diferencial e Integral para alunos com cegueira e baixa visão, destacando a necessidade de adaptações pedagógicas, recursos tecnológicos específicos e suporte contínuo para garantir a inclusão efetiva desses estudantes no ambiente acadêmico. A análise das entrevistas demonstrou que, apesar dos esforços dos professores e do NAPNE, ainda existem limitações importantes, como a escassez de materiais em Braille, a falta de impressora 3D para produção de recursos táteis e a insuficiência de tempo para aprofundamento dos conteúdos em sala de aula.

Além disso, constatou-se que a base matemática precária, resultado de deficiências no ensino básico, influencia diretamente no desempenho dos alunos com deficiência visual no ensino superior, o que evidencia a importância de programas de nivelamento e monitoria especializada. A utilização de recursos tecnológicos, como o GeoGebra e softwares acessíveis, mostrou-se uma estratégia eficaz, mas ainda necessita ser ampliada e aprimorada para atender às necessidades específicas desses alunos.

Portanto, a inclusão plena no ensino de cálculo exige uma abordagem multidimensional, que envolve capacitação docente, desenvolvimento e oferta de materiais acessíveis, utilização de tecnologias assistivas variadas, e fortalecimento do apoio institucional por meio do NAPNE. A implementação das sugestões práticas apresentadas pode contribuir para superar as barreiras identificadas, promovendo um ambiente educacional mais justo e acessível.

Assim, reforça-se a importância da continuidade de pesquisas e investimentos que ampliem a acessibilidade e a qualidade do ensino para alunos com cegueira e baixa visão, garantindo o direito à educação inclusiva e de qualidade para todos.

Agradecimentos

Ao IFMA, Campus Imperatriz pela concessão da bolsa e apoio institucional ao projeto, bem como ao Departamento de Pesquisa, Pós-Graduação, Inovação e Extensão pelo suporte científico e estrutural, e aos colaboradores que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa voltada à inclusão educacional.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, R. S. et al. Acessibilidade e inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de matemática: desafios e possibilidades. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 26, n. 1, p. 33–50, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa (CMU)**. Brasília: MEC/SEESP, 2006.

CARVALHO, J. S. et al. Inclusão de estudantes com deficiência visual no ensino superior: contribuições para práticas pedagógicas acessíveis. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 35, e30, 2022.

DA SILVA, R. C.; SEGADAS-VIANNA, M. F. M. Tecnologias assistivas para o ensino de matemática: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 27, e270011, 2022.

DE CASTRO ROMA, J. A. **Modelagem tátil no ensino de cálculo diferencial para estudantes com deficiência visual**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

DEVLIN, K. **O que é matemática? Uma abordagem pela história e pela filosofia**. Tradução de Maria do Carmo Figueira. São Paulo: Ed. Unesp, 2010.

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

FERRONATO, C. L. Educação matemática para alunos com deficiência visual: princípios e práticas inclusivas. **Revista Educação Matemática em Foco**, Recife, v. 2, n. 2, p. 45–59, 2002.

FREITAS, M. C. A. **Educação inclusiva: uma questão de direitos humanos**. Brasília: UNESCO, 2011.

SILVA, O. M. da. **Educação especial: uma questão de direitos humanos**. São Paulo: Cortez, 1987.

SILVA, A. P. et al. Desafios e estratégias para o ensino de cálculo a alunos com deficiência visual: uma análise no ensino superior. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 17, n. esp. 1, p. 469–488, 2022.