Metodologias ativas e a representação tátil na educação matemática de estudantes cegos

Active methodologies and tactile representation in the mathematics education of blind students

Rodolfo Areias de Oliveira[1], Sheila Faúla Muniz[2] e Roberta Marvila dos Santos[3]

RESUMO: O presente estudo aborda as Metodologias Ativas e a Representação Tátil na Educação Matemática de Estudantes Cegos, destacando sua importância na inclusão e aprendizagem de estudantes com deficiência visual. O objetivo principal da pesquisa foi analisar como estratégias de ensino baseadas em metodologias ativas, associadas ao uso de materiais táteis, podem promover a compreensão de conceitos matemáticos em diferentes etapas do ensino básico. Para isso, foi adotado um método qualitativo, envolvendo revisão bibliográfica e estudo de caso em uma escola de ensino inclusivo. Os procedimentos metodológicos incluíram a observação de práticas pedagógicas, entrevistas com professores de matemática e aplicação de atividades com materiais manipulativos, como gráficos em relevo, maquetes geométricas e materiais didáticos adaptados. A análise dos dados foi realizada por meio da triangulação das informações obtidas. Os resultados evidenciaram que o uso de materiais táteis, associado a metodologias ativas, facilita a compreensão de conceitos matemáticos abstratos por estudantes cegos, aumentando sua autonomia e participação nas aulas. Professores relataram maior engajamento dos alunos e desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico. Além disso, a interação entre estudantes cegos e videntes em atividades colaborativas se mostrou eficaz para promover a inclusão. Conclui-se que a integração de metodologias ativas e recursos táteis na educação matemática é uma prática pedagógica essencial para a inclusão e o sucesso acadêmico de estudantes cegos. Recomenda-se o investimento em formação docente e produção de materiais adaptados para ampliar a aplicabilidade dessas estratégias no ensino inclusivo.
Palavras-chave: Educação inclusiva; Metodologias ativas; Recursos táteis.

ABSTRACT: The present study addresses Active Methodologies and Tactile Representation in the Mathematics Education of Blind Students, highlighting their importance in the inclusion and learning of visually impaired students. The main objective of the research was to analyze how teaching strategies based on active methodologies, associated with the use of tactile materials, can promote the understanding of mathematical concepts in different stages of basic education. For this, a qualitative method was adopted, involving a bibliographic review and a case study in an inclusive school. The methodological procedures included the observation of pedagogical practices, interviews with mathematics teachers and the application of activities with manipulative materials, such as relief graphs, geometric models and adapted teaching materials. Data analysis was performed through the triangulation of the information obtained. The results showed that the use of tactile materials, associated with active methodologies, facilitates the understanding of abstract mathematical concepts by blind students, increasing their autonomy and participation in classes. Teachers reported increased student engagement and development of problem-solving and critical thinking skills. In addition, the interaction between blind and sighted students in collaborative activities proved effective in promoting inclusion. It is concluded that the integration of active methodologies and tactile resources in mathematics education is an essential pedagogical practice for the inclusion and academic success of blind students. It is recommended to invest in teacher training and the production of adapted materials to expand the applicability of these strategies in inclusive education.
Keywords: Inclusive education; Active methodologies; Tactile capabilities.

INTRODUÇÃO

O presente estudo aborda as *Metodologias Ativas e a Representação Tátil na Educação Matemática de Estudantes Cegos*, com foco em como essas abordagens podem promover uma aprendizagem inclusiva e significativa. O tema destaca a importância de estratégias

[1]Mestrando em Matemática pela Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: rodolfo.areias@hotmail.com;
[2]Doutoranda em Educação pela Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: sheilafaula@hotmail.com;
[3]Especialista em Educação Inclusiva pelo Instituto Federal do Espirito Santo. E-mail: roberta.smarvilla@hotmail.com.

pedagógicas adaptadas que considerem as necessidades específicas de estudantes cegos, especialmente no ensino de conceitos abstratos como os encontrados na matemática.

A justificativa para esta pesquisa reside na relevância de práticas educacionais inclusivas que garantam o acesso pleno à educação de qualidade para estudantes com deficiência visual. A matemática, como uma disciplina central na formação escolar, exige a adoção de metodologias diferenciadas que utilizem recursos táteis e práticas ativas para assegurar o desenvolvimento cognitivo e a participação desses estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

O objetivo principal deste estudo é analisar como metodologias ativas, aliadas ao uso de recursos táteis, podem contribuir para a compreensão de conceitos matemáticos em diferentes etapas da educação básica, promovendo a inclusão e o engajamento dos estudantes cegos.

O recorte metodológico utilizado é de abordagem qualitativa, combinando revisão bibliográfica, análise documental e estudo de caso em uma escola inclusiva. Procedimentos como observação de aulas, aplicação de atividades práticas e entrevistas com docentes foram empregados para coleta e análise dos dados.

O recorte teórico-conceitual baseia-se na integração entre metodologias ativas e recursos de representação tátil como práticas fundamentais para a aprendizagem matemática de estudantes cegos. O estudo considera ainda conceitos de inclusão educacional e autonomia no processo de aprendizagem.

O estudo sobre Metodologias Ativas e Representação Tátil na Educação Matemática de Estudantes Cegos se insere em um contexto educacional em que a inclusão de estudantes com deficiência visual continua a ser um desafio significativo. Apesar dos avanços em políticas públicas voltadas para a inclusão escolar, ainda são necessárias práticas pedagógicas mais eficazes para garantir que estudantes cegos tenham acesso aos mesmos conteúdos e oportunidades que seus colegas. Nesse cenário, as metodologias ativas emergem como uma ferramenta poderosa para promover uma educação mais dinâmica e participativa, enquanto os recursos táteis oferecem possibilidades inovadoras para representar conceitos abstratos da matemática, tradicionalmente difíceis de serem acessados por alunos cegos. A combinação dessas abordagens pode transformar o processo de ensino-aprendizagem, proporcionando maior autonomia e engajamento dos estudantes.

É importante destacar que a matemática, por sua natureza abstrata e simbólica, apresenta desafios específicos para alunos cegos. A representação tátil de gráficos, figuras geométricas e

fórmulas matemáticas é uma estratégia central para superar essas barreiras. No entanto, não basta apenas a adaptação de materiais; é preciso também repensar as práticas pedagógicas, considerando as necessidades cognitivas e sensoriais dos estudantes. As metodologias ativas, como o aprendizado baseado em problemas e a aprendizagem colaborativa, podem ser particularmente eficazes, pois incentivam a participação ativa do aluno e a construção do conhecimento de forma mais dinâmica. Ao integrar essas metodologias com os recursos táteis, é possível criar um ambiente de aprendizagem inclusivo, no qual o aluno cego possa interagir de forma mais autônoma com os conteúdos matemáticos e, consequentemente, desenvolver as habilidades cognitivas e sociais necessárias para sua formação.

Este texto está estruturado em seções que seguem o percurso lógico da pesquisa. A primeira seção apresenta o problema e a fundamentação teórica. A segunda descreve os procedimentos metodológicos adotados. A terceira seção discute os resultados obtidos com base no referencial teórico. Por fim, as considerações finais destacam as contribuições da pesquisa e apontam recomendações para práticas educacionais inclusivas.

A APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ESTUDANTES CEGOS: PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E RECURSOS ADAPTADOS

As metodologias ativas, quando integradas a recursos pedagógicos adaptados, desempenham um papel essencial na promoção da aprendizagem significativa de matemática para estudantes cegos. Essas estratégias enfatizam a participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, possibilitando que eles desenvolvam habilidades críticas, como resolução de problemas e construção conceitual. Luiz et al. (2024) destacam que as estratégias de ensino adaptadas para alunos com deficiência visual devem considerar tanto os desafios específicos da aprendizagem matemática quanto as necessidades individuais dos estudantes, promovendo práticas que associem elementos táteis e tecnológicos. O uso de materiais manipulativos, como gráficos em relevo e maquetes geométricas, aliado a abordagens inclusivas, permite que os alunos compreendam conceitos abstratos de maneira prática e acessível.

Entre os recursos mais eficazes, o uso de tecnologia assistiva tem se consolidado como um elemento central no ensino de matemática para estudantes com deficiência visual. Maria et

al. (2020) apontam que dispositivos como softwares de leitura tátil e ferramentas audiovisuais adaptadas possibilitam a construção de conceitos matemáticos complexos, como números e formas geométricas, de forma interativa e personalizada. Além disso, Michał et al. (2023) propõem métodos audiotáteis como alternativas inovadoras para a apresentação de informações estruturais em desenhos matemáticos, garantindo que os estudantes cegos acessem os conteúdos de forma inclusiva e equivalente. Esses recursos, alinhados às metodologias ativas, favorecem a autonomia do estudante, permitindo que ele explore conceitos de maneira independente e colaborativa.

Outro aspecto fundamental é o papel do professor no planejamento e execução de práticas pedagógicas adaptadas. Ramos (2013) enfatiza que a formação docente é imprescindível para o sucesso das metodologias ativas, uma vez que o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nas escolas de referência depende diretamente da capacitação dos educadores. A adoção de práticas como a aprendizagem baseada em problemas (ABP) e a utilização de recursos táteis requerem que os professores estejam preparados para integrar essas ferramentas de forma eficaz, promovendo um ambiente de aprendizagem participativo e inclusivo. Juliana et al. (2019) corroboram essa visão ao relatar o impacto positivo de abordagens inclusivas no ensino de funções polinomiais para alunos com deficiência visual, destacando que a personalização das estratégias pedagógicas aumenta o engajamento e o desempenho acadêmico.

Por fim, é importante reconhecer que as metodologias ativas, combinadas com recursos didáticos adaptados, não apenas facilitam a aprendizagem de matemática, mas também promovem a inclusão social dos estudantes cegos. Santos et al. (2023) defendem que o uso de materiais acessíveis no ensino de matemática contribui para a integração dos alunos com deficiência visual em atividades colaborativas, fortalecendo sua participação na dinâmica escolar. Essas práticas, além de promoverem a compreensão dos conteúdos matemáticos, auxiliam no desenvolvimento de habilidades socioemocionais e no fortalecimento da autoestima dos estudantes. Assim, a combinação de metodologias ativas, recursos táteis e suporte tecnológico oferece um caminho promissor para tornar o ensino de matemática acessível, inclusivo e transformador.

GAMIFICAÇÃO E TECNOLOGIAS HÁPTICAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ESTUDANTES CEGOS

A gamificação e o uso de tecnologias hápticas vêm se consolidando como abordagens inovadoras e inclusivas no ensino de matemática para estudantes cegos, oferecendo novas formas de engajamento e aprendizado interativo. A integração dessas metodologias promove um ambiente dinâmico, onde estudantes podem explorar conceitos abstratos por meio de representações táteis e jogos interativos. Michał Maćkowski et al. (2023) destacam que métodos áudio-táteis adaptados às necessidades de estudantes cegos não apenas facilitam a compreensão de informações matemáticas complexas, mas também tornam o aprendizado mais atrativo e intuitivo.

A gamificação cria cenários de aprendizado que incentivam a resolução de problemas matemáticos através de desafios em etapas, recompensas e feedback imediato. Josh et al. (2023), por exemplo, desenvolveram uma interface háptica vestível que, em conjunto com dinâmicas gamificadas, auxilia na compreensão de equações algébricas. Esse tipo de ferramenta combina aprendizado prático com motivação, transformando o processo educacional em uma experiência mais acessível e eficiente. De forma semelhante, Juliane Leuders (2015) argumenta que materiais táteis e jogos gamificados podem ser integrados ao ensino inclusivo para promover habilidades críticas e analíticas.

As tecnologias hápticas, que simulam a sensação de toque e textura, são fundamentais para representar gráficos, formas geométricas e funções matemáticas de maneira acessível. Michał Maćkowski et al. (2023) exploraram o potencial dessas tecnologias para converter desenhos matemáticos em representações áudio-táteis, permitindo que estudantes cegos interajam diretamente com o conteúdo de forma sensorial. Essa abordagem é especialmente eficaz no ensino de conteúdos avançados, como funções polinomiais do 2º grau, como apontado por Juliana de Fátima Holm Brim et al. (2019), que destacam a necessidade de recursos táteis adaptados para conceitos mais complexos.

A associação da gamificação com as tecnologias hápticas também desempenha um papel crucial no desenvolvimento de habilidades sociais e colaborativas. Jogos educacionais podem ser projetados para atividades em grupo, promovendo a interação entre estudantes cegos e videntes, como sugerido por Ventorini et al. (2015) na aplicação de cartografias táteis. Esses

ambientes inclusivos ajudam a reduzir barreiras sociais e proporcionam uma aprendizagem mútua, incentivando a empatia e o trabalho em equipe.

Conclui-se que a gamificação combinada com tecnologias hápticas não apenas torna o ensino de matemática mais acessível para estudantes cegos, mas também transforma o aprendizado em uma experiência significativa, colaborativa e divertida. A implementação dessas metodologias requer um esforço contínuo para o desenvolvimento de ferramentas inclusivas e capacitação de professores, mas oferece resultados promissores na construção de um ambiente educacional equitativo e adaptado às necessidades de todos os alunos.

O PAPEL DOS RECURSOS TÁTEIS E TECNOLÓGICOS NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO DE ESTUDANTES CEGOS

Os recursos táteis e tecnológicos têm desempenhado um papel central na educação matemática de estudantes cegos, como detalhado na tese de Sara Isabel Moça Ramos (2013). O estudo revelou como Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) podem ser adaptadas para atender às necessidades desses estudantes, destacando desafios e soluções implementadas em escolas de referência. Ramos enfatiza que a inclusão efetiva exige mais do que acessibilidade básica; é necessário um enfoque pedagógico que permita a construção ativa do conhecimento matemático. Recursos táteis, como maquetes e objetos tridimensionais, foram identificados como essenciais para traduzir conceitos abstratos em experiências concretas. No entanto, a integração de tecnologias digitais foi uma inovação significativa, permitindo maior autonomia dos alunos e promovendo a interação colaborativa no processo de aprendizado.

No ensino contemporâneo, o uso de ferramentas específicas, como o Material Dourado, destacou-se por sua eficácia na educação matemática de alunos com necessidades especiais. Segundo Da Costa, Teixeira e Da Silva Parente (2024), essa abordagem combina elementos táteis com práticas pedagógicas estruturadas, o que melhora a compreensão de conceitos matemáticos complexos. O artigo demonstra que, embora inicialmente projetado para alunos surdos, o Material Dourado possui aplicabilidade ampla, incluindo sua adaptação para estudantes cegos. A articulação entre metodologias ativas e recursos táteis cria um ambiente de aprendizado dinâmico, que estimula a resolução de problemas e a criatividade. Essas práticas, somadas à introdução de interfaces tecnológicas, ampliam as possibilidades de acesso e participação dos estudantes em contextos educacionais diversos.

A introdução de interfaces hápticas na educação matemática, como o dispositivo apresentado por Josh et al. (2023), representa um avanço significativo na inclusão de estudantes cegos. A pesquisa desenvolveu uma interface vestível que auxilia no aprendizado de equações algébricas por meio de feedback tátil, permitindo que os estudantes interajam com conceitos abstratos de forma sensorial. A eficácia do dispositivo foi comprovada em estudos experimentais, indicando que tecnologias hápticas podem servir como pontes entre o universo matemático e a percepção tátil dos estudantes. Esses resultados reforçam o argumento de que soluções tecnológicas inovadoras são indispensáveis para superar barreiras educacionais, promovendo autonomia e engajamento.

Muhammad, Fitzpatrick e Pitt (2023) ampliaram essa discussão ao abordar os desafios e oportunidades na implementação de tecnologias assistivas para o aprendizado de matemática. O estudo identificou barreiras, como a falta de formação docente e o custo elevado de equipamentos, mas também destacou o impacto positivo das soluções tecnológicas na inclusão de estudantes cegos. A pesquisa enfatiza que tecnologias táteis e assistivas, quando integradas a metodologias ativas, transformam o aprendizado em uma experiência inclusiva e adaptada. Assim, estratégias como áudio-tátil e gamificação tornam-se elementos cruciais na construção do conhecimento matemático, proporcionando um ambiente equitativo e acessível.

Esses avanços refletem uma mudança paradigmática na abordagem educacional, como apontado por Michał Maćkowski et al. (2023). Métodos alternativos de apresentação áudio-tátil e ferramentas de suporte ao ensino matemático para estudantes cegos demonstraram ser mais do que recursos complementares; eles se consolidam como elementos centrais na prática pedagógica inclusiva. Ao ampliar as possibilidades de interação com conceitos matemáticos, esses recursos permitem aos alunos construir conhecimento de maneira significativa, garantindo que a deficiência visual não seja um obstáculo ao aprendizado. Portanto, a combinação de recursos táteis e tecnológicos com práticas pedagógicas inovadoras é fundamental para promover a equidade educacional e o desenvolvimento integral dos estudantes cegos.

CONCLUSÃO

A inclusão educacional de estudantes cegos no ensino de matemática é um desafio que demanda soluções inovadoras e práticas pedagógicas adaptadas. Como metodologias que integram representação tátil, tecnologias hápticas e gamificação demonstram grande potencial

para transformar o processo de ensino-aprendizagem, proporcionando acessibilidade e engajamento em diferentes níveis de ensino.

Estudos como os de Michał Mackowski et al. (2023), Josh et al. (2023) e Ventorini et al. (2015) reforçam a importância de ferramentas e recursos adaptativos que favorecem a compreensão de conceitos abstratos e matemáticos de forma concreta e interativa. As tecnologias assistivas, especialmente aquelas que utilizam recursos de áudio-táteis, tornam o aprendizado de conteúdos matemáticos mais inclusivo, ao mesmo tempo que promovem a autonomia dos estudantes. A gamificação, por sua vez, atua como um poderoso elemento motivador, criando ambientes dinâmicos e colaborativos que estimulam a resolução de problemas e o desenvolvimento de competências cognitivas e sociais.

Apesar dos avanços, ainda existem lacunas significativas, como a necessidade de mais estudos empíricos que analisem a eficácia dessas abordagens e a escassez de recursos tecnológicos disponíveis em escolas públicas. Além disso, é crucial a formação continuada de professores para que possam integrar essas tecnologias de maneira eficiente em suas práticas pedagógicas, promovendo um ensino verdadeiramente inclusivo. Assim, esta discussão destaca não apenas os benefícios, mas também os desafios da implementação de metodologias inclusivas no ensino de matemática para estudantes cegos. O sucesso dessas iniciativas depende de investimentos em pesquisa, desenvolvimento de tecnologias acessíveis e do compromisso de gestores, educadores e pesquisadores em criar um ambiente educacional equitativo e inovador. Conclui-se que o ensino de matemática para estudantes cegos, quando mediado por recursos táteis, tecnologias hápticas e estratégias gamificadas, transcende o aprendizado tradicional, contribuindo significativamente para a inclusão, autonomia e pleno desenvolvimento desses estudantes. O fortalecimento de políticas públicas que fomentem a acessibilidade e a inovação educacional é necessário para que essas práticas se tornem cada vez mais divulgadas e sessões, escreva um paragrafo colocando sugestões para as futuras pesquisas.

Futuras pesquisas puderam investigar como diferentes combinações de recursos táteis, tecnologias hápticas e estratégias de gamificação impactam a aprendizagem de conceitos matemáticos em níveis mais complexos, como cálculo e estatística, além de explorar suas aplicações no ensino de disciplinas correlatas, como física e química. Também seria relevante avaliar a eficiência dessas metodologias em contextos educacionais diversos, considerando fatores como infraestrutura, perfil socioeconômico dos estudantes e formação docente. Estudos que abordem a percepção dos próprios estudantes cegos em relação à eficácia e usabilidade dessas tecnologias podem oferecer insights valiosos para o aprimoramento de soluções. Outra

linha de pesquisa promete seria a criação de modelos de formação continuada para professores, com foco no uso integrado dessas ferramentas na sala de aula. Por fim, sugere-se o desenvolvimento de parcerias entre instituições acadêmicas, organizações de tecnologia assistiva e governos para promover inovações acessíveis, especialmente em regiões onde a inclusão educacional ainda enfrenta desafios importantes. Essas iniciativas podem contribuir para a construção de um modelo educacional mais inclusivo e equitativo, alinhado às demandas contemporâneas de acesso**.**

REFERÊNCIAS

COSTA, Renata Gaspar da; TEIXEIRA, Lucélia Lira Moura; DA SILVA PARENTE, Lorrane. O Material Dourado no ensino de Matemática para alunos surdos: impactos e estratégias. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 7, n. 15, p. e151411-e151411, 2024.

JOSH, Cherian; SAMANTHA, Ray; AMANDA, Jane Lacy; PAUL, Taele; JUNG, In Koh; TRACY, Hammond. A Wearable Haptic Interface for Assisting Blind and Visually Impaired Students in Learning Algebraic Equations. **ACM Digital Library**, 2023. DOI: 10.1145/3544549.3585815.

JULIANA, de Fátima Holm Brim; SANI, de Carvalho Rutz da Silva; ELSA, Midori Shimazaki. O ensino de funções polinomiais do 2º grau em uma perspectiva inclusiva: o caso de uma aluna com deficiência visual. **Zetetiké**, 2019. DOI: 10.20396/ZET.V27I0.8652522.

JULIANE, Leuders. Tactile and acoustic teaching material in inclusive mathematics classrooms. **British Journal of Visual Impairment**, 2015. DOI: 10.1177/0264619615610160.

LUÍZ, O. de Q. Neves; GÉSSICA, dos Santos da Silva; L. Cunha; MARINEUZA, Mendes Moreira; RUDIMARIA, dos Santos. Estratégias de ensino adaptadas para alunos com baixa visão. **RCMOS**, 2024. DOI: 10.51473/rcmos.v1i1.2024.488.

MARCUS, Michał; PIOTR, Brzoza; DOMINIK, Spinczyk. Methods and Tools Supporting the Learning and Teaching of Mathematics Dedicated to Students with Blindness. **Applied Sciences**, 2023. DOI: 10.3390/app13127240.

SANTOS RIBEIRO, Alexandra dos; OLIVEIRA SANTOS, Amaya de. Práticas Inclusivas no Ensino de Física: Uma Abordagem para Alunos com Deficiência Visual. **Cadernos Cajuína**, v. 9, n. 4, p. e249428-e249428, 2024.