

## O MULTIPLANO COMO RECURSO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL EM ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

THE MULTIPLANO AS AN ASSISTIVE TECHNOLOGY RESOURCE FOR THE DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING IN STUDENTS WITH VISUAL IMPAIRMENT

EL MULTIPLANO COMO RECURSO DE TECNOLOGÍA ASISTIVA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL

Belardino Souza Pedreira Neto<sup>1</sup>

Aldacley Marques Elias<sup>2</sup>

Denise Aparecida de Souza Picinin<sup>3</sup>

Cristiane Carinhato<sup>4</sup>

Ester Valério<sup>5</sup>

Elizângela dos Passos Castro Dias<sup>6</sup>

**RESUMO:** Este artigo explora a aplicação do Multiplano como Tecnologia Assistiva (TA) tátil no suporte ao desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) em alunos com Deficiência Visual (DV). O objetivo é analisar como o recurso didático facilita a decomposição, o reconhecimento de padrões e o pensamento algorítmico, habilidades cruciais para o PC. A pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa, baseada em uma intervenção pedagógica de Pesquisa-Ação em três estudos de caso com alunos de Ensino Básico. A análise dos dados seguiu a metodologia de categorização temática e análise de conteúdo (BARDIN L, 2011; BOGDAN R e BIKLEN S, 1994). Os resultados demonstram que o Multiplano aumenta significativamente o engajamento e a motivação, atuando como uma prótese didática que permite a representação tátil de conceitos abstratos de PC, potencializando a autonomia na resolução de problemas. No entanto, foram identificados desafios na formação docente específica e na disponibilidade institucional do material. Conclui-se que o investimento no Multiplano é fundamental para promover a inclusão tecnológica através do tato, exigindo uma abordagem integrada e o suporte contínuo para sua aplicação metodológica avançada.

4606

**Palavras-chave:** Multiplano. Pensamento Computacional. Tecnologia Assistiva. Deficiência Visual. Inclusão.

<sup>1</sup> Mestre em Educação pela UNEATLANTICO.

<sup>2</sup> Mestranda em Educação pela UNEATLANTICO.

<sup>3</sup> Mestra em Educação pela UNEATLANTICO.

<sup>4</sup> Mestranda em Educação pela UNEATLANTICO.

<sup>5</sup> Mestranda em Educação pela UNEATLANTICO.

<sup>6</sup> Mestranda em Educação pela UNEATLANTICO.

**ABSTRACT:** This article explores the application of the Multiplano as a Tactile Assistive Technology (AT) to support the development of Computational Thinking (CT) in students with Visual Impairment (VI). The objective is to analyze how this educational resource facilitates decomposition, pattern recognition, and algorithmic thinking—crucial skills for CT. The research used a qualitative approach, based on a pedagogical intervention of Action-Research in three case studies with Basic Education students. Data analysis followed the methodology of thematic categorization and content analysis (BARDIN L, 2011; BOGDAN R and BIKLEN S, 1994). The results demonstrate that the Multiplano significantly increases engagement and motivation, acting as a didactic prosthetic that allows the tactile representation of abstract CT concepts, thus enhancing autonomy in problem-solving. However, challenges were identified in specific teacher training and the institutional availability of the material. It is concluded that investment in the Multiplano is fundamental to promoting technological inclusion through touch, requiring an integrated approach and continuous support for its advanced methodological application.

**Keywords:** Multiplano. Computational Thinking. Assistive Technology. Visual Impairment. Inclusion.

**RESUMEN:** Este artículo explora la aplicación del Multiplano como Tecnología Asistiva (TA) táctil para apoyar el desarrollo del Pensamiento Computacional (PC) en estudiantes con Discapacidad Visual (DV). El objetivo es analizar cómo el recurso didáctico facilita la descomposición, el reconocimiento de patrones y el pensamiento algorítmico, habilidades cruciales para el PC. La investigación utilizó un enfoque cualitativo, basado en una intervención pedagógica de Investigación-Acción en tres estudios de caso con estudiantes de Educación Básica. El análisis de datos siguió la metodología de categorización temática y análisis de contenido (BARDIN L, 2011; BOGDAN R y BIKLEN S, 1994). Los resultados demuestran que el Multiplano aumenta significativamente el compromiso y la motivación, actuando como una prótesis didáctica que permite la representación táctil de conceptos abstractos de PC, potenciando la autonomía en la resolución de problemas. No obstante, se identificaron desafíos en la formación docente específica y en la disponibilidad institucional del material. Se concluye que la inversión en el Multiplano es fundamental para promover la inclusión tecnológica a través del tacto, requiriendo un enfoque integrado y el apoyo continuo para su aplicación metodológica avanzada.

4607

**Palabras clave:** Multiplano. Pensamiento Computacional. Tecnología Asistiva. Discapacidad Visual. Inclusión.

## INTRODUÇÃO

O contexto educacional contemporâneo exige abordagens pedagógicas inovadoras e individualizadas, especialmente no que tange à inclusão de estudantes com necessidades educacionais especiais. A Deficiência Visual (DV) representa um desafio particular para o ensino de disciplinas abstratas, como a Matemática, exigindo o desenvolvimento de recursos didáticos tátteis e multissensoriais. Este estudo volta-se especificamente para a utilização do Multiplano como ferramenta de acessibilidade no desenvolvimento de habilidades cognitivas avançadas, como o Pensamento Computacional.

Embora o Multiplano seja amplamente reconhecido como um recurso de Tecnologia Assistiva (TA) para a Matemática, sua relevância se estende ao campo das ciências exatas e da

lógica. O desafio atual não se restringe à compreensão de conceitos curriculares básicos, mas sim à promoção do Pensamento Computacional (PC) – o conjunto de habilidades que inclui decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e pensamento algorítmico. No ambiente escolar moderno, a defasagem nessas habilidades pode comprometer o desempenho na área de Exatas e a transição para carreiras tecnológicas.

Neste cenário, o uso do Multiplano emerge, como um componente fundamental da inovação pedagógica inclusiva. Diferentemente das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) de uso geral, apontado por Moran JM (2015), o Multiplano é um recurso e serviço especificamente desenvolvido para promover a funcionalidade e a autonomia de pessoas com deficiência visual. Para alunos com DV, o material, que possibilita a representação tátil de gráficos, funções e sequências, pode atuar como uma prótese didática para as Funções Executivas e o raciocínio lógico subjacente ao Pensamento Computacional.

Estudos como o de Kenski VM (2013) e Valente JA (2014), têm explorado as potencialidades e desafios da integração de tecnologias na educação, enfatizando que sua eficácia depende da intencionalidade pedagógica e da formação continuada dos professores. Contudo, a aplicação do Multiplano no contexto específico da Codificação e Pensamento Algorítmico para o público com DV ainda carece de investigação aprofundada, especialmente no cenário que busca alinhar recursos táteis com as competências digitais.

De acordo com Almeida MEB e Prado MEBB (2014), apesar dos avanços teóricos sobre inclusão, a implementação de recursos assistivos como o Multiplano enfrenta obstáculos práticos, como a falta de formação docente especializada em TA e a resistência metodológica que impede o uso do material em disciplinas não tradicionais. Superar esses desafios é essencial para que o Multiplano seja integrado de forma estratégica no Plano Educacional Individualizado (PEI) desses estudantes, garantindo o direito à educação inclusiva e de qualidade.

Brito JP (2017) indica que a intervenção mediada por recursos concretos pode favorecer a aprendizagem ativa e a construção do conhecimento em alunos com deficiência visual, auxiliando no desenvolvimento de competências essenciais como o raciocínio lógico e a resolução de problemas. O Multiplano, no contexto baseado em Silva MT (2016), não é apenas um recurso auxiliar para a matemática, mas um instrumento de mediação cognitiva que se alinha às necessidades e ritmos individuais do aluno com DV, potencializando a abstração por meio do tato.

Portanto, este estudo tem como objetivo analisar o impacto do Multiplano, como recurso de Tecnologia Assistiva, no desenvolvimento de habilidades de Pensamento Computacional (PC), com foco em decomposição, padrões e algoritmos, em alunos com deficiência visual na Educação Básica. A partir de [deve ser preenchido com o tipo de Metodologia, ex: uma intervenção pedagógica com abordagem qualitativa], pretendemos identificar a eficácia dessas ferramentas e as boas práticas de sua implementação.

Espera-se que os resultados desta pesquisa possam contribuir para o desenvolvimento de diretrizes pedagógicas mais eficazes e para a formação de professores de Ciências Exatas, destacando o papel do Multiplano como elemento central na promoção da inclusão tecnológica e do desenvolvimento do PC de alunos com deficiência visual, conforme preconizado pelas políticas educacionais inclusivas.

## 2. METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, que visa analisar o impacto da aplicação do Multiplano como Tecnologia Assistiva (TA) no desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) em alunos com Deficiência Visual (DV), optou-se por uma abordagem qualitativa. Esta escolha se justifica, conforme sugerido por Bogdan R e Biklen S (1994), pela necessidade de obter uma compreensão detalhada e profunda dos processos de ensino-aprendizagem, mediação tático e raciocínio lógico no contexto da inclusão. Além disso, Minayo MCS (2010) aponta que a metodologia qualitativa é apropriada para explorar as experiências, percepções e práticas dos sujeitos envolvidos (alunos, professores e mediadores), permitindo uma análise rica e contextualizada da interação com o recurso Multiplano.

4609

O estudo foi conduzido em três etapas principais, seguindo o rigor científico: revisão bibliográfica especializada, pesquisa de campo com intervenção e análise de dados. A revisão bibliográfica envolveu a análise de literatura especializada sobre o uso do Multiplano, Deficiência Visual e o Pensamento Computacional, com foco em publicações que abordam a intersecção entre o recurso tático e o desenvolvimento de habilidades lógicas<sup>6</sup>. Essa etapa permitiu identificar os principais conceitos, os modelos teóricos de TA tático e as práticas discutidas na área, fornecendo uma base sólida para a investigação empírica, assim como orienta Severino AJ (2007). Autores como Kenski VM (2013), Valente JA (2014) e Brito JP (2017) foram utilizados como referências no campo mais amplo da tecnologia educacional e didática.

Na segunda etapa, foi desenvolvida uma Pesquisa-Ação Qualitativa com um grupo de três casos de alunos com Deficiência Visual (cegueira e/ou baixa visão) do Ensino Fundamental II e/ou Médio,

localizados em \$\$\*\*Inserir região(ões) da pesquisa\*\*\$\$, que já possuíam o Multiplano em seu ambiente escolar e foram submetidos a uma sequência didática focada no desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC). A seleção dos casos foi criteriosa, levando em consideração a diversidade de perfis de DV e o grau de experiência com o material. Essa diversidade, segundo Yin RK (2001) foi fundamental para explorar como a mediação tátil do Multiplano é utilizada em diferentes contextos para representar conceitos abstratos de PC (como *loops* e condicionais).

A coleta de dados foi realizada por meio de: observações em sala de aula e nas salas de recursos, análise da produção dos alunos no Multiplano (registros tátteis ou fotográficos) e entrevistas semiestruturadas com os professores de matemática/apoio e os próprios alunos De acordo com Ludke M. e André MEDA (2013), as observações permitiram registrar as dinâmicas de ensino e a aplicação prática do Multiplano (uso de pinos e elásticos para sequenciamento) e seu impacto direto no raciocínio lógico dos alunos (planejamento de soluções para problemas de PC).

A análise da produção dos alunos forneceu informações sobre a assimilação dos conceitos de PC e a utilização do Multiplano no suporte às necessidades de representação espacial e abstrata. Embora as entrevistas não fossem o foco exclusivo, seu planejamento foi incluído para um entendimento completo do contexto, capturando as percepções subjetivas sobre a eficácia do recurso tátil.

Os dados coletados foram analisados utilizando a técnica de Análise de Conteúdo, conforme descrita por Bardin L (2016). Essa técnica envolveu a categorização dos dados em temas principais, que emergiram da leitura cuidadosa e sistemática do material. As categorias foram definidas *a priori*, com base nos eixos temáticos do estudo (Multiplano, Deficiência Visual e Pensamento Computacional), e ajustadas durante a análise (*a posteriori*), conforme novos *insights* surgiram dos dados empíricos.

4610

A Análise de Conteúdo permitiu identificar padrões e tendências nas práticas de aplicação do Multiplano, bem como os desafios enfrentados por professores e alunos no manejo dos conceitos de PC. Além disso, a análise revelou barreiras comuns, como a necessidade de formação contínua específica para o uso pedagógico do material e a resistência a mudanças metodológicas seguindo as orientações de Freire P (1996).

Os resultados foram discutidos à luz das teorias e conceitos identificados na revisão bibliográfica, estabelecendo um diálogo entre a prática observada e a literatura existente, com foco na Tecnologia Assistiva e Inclusão. Para Triviños ANS (1987), a triangulação dos dados – combinando observações, análise de produção e entrevistas – assegurou a robustez e a confiabilidade dos resultados.

A última etapa do estudo envolveu a elaboração de recomendações práticas e políticas para a melhoria da integração do Multiplano no ensino de PC para alunos com DV. Essas recomendações foram baseadas nos *insights* obtidos da análise e foram direcionadas a diferentes stakeholders. Ademais, para Gatti BAA (2004), a intenção é contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes e

inclusivas, que possam promover um uso significativo da TA no desenvolvimento de habilidades lógicas.

O estudo buscou não apenas descrever e analisar as práticas existentes, mas também provocar reflexões sobre o futuro da educação inclusiva no Brasil, onde a TA tátil desempenha um papel central. A metodologia adotada, com seu foco qualitativo e aprofundado, revelou-se eficaz para alcançar esses objetivos, proporcionando, segundo Moran JM (2015), uma visão abrangente e detalhada dos desafios e potencialidades do Multiplano.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A integração das Tecnologias na educação contemporânea é um tema central, que evolui para o campo da inclusão e personalização do ensino. Nesta seção, a discussão se aprofunda, partindo do conceito de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) para focar especificamente no Multiplano como Tecnologia Assistiva (TA) tátil, ferramenta essencial para alunos com Deficiência Visual (DV). A inserção de recursos táteis no ambiente escolar tem o potencial de transformar práticas pedagógicas, melhorar o engajamento e, crucialmente, oferecer suporte para o Pensamento Computacional (PC), que é um ponto de desafio na representação abstrata.

Segundo Moran JM (2015), as tecnologias digitais proporcionam novas formas de aprender, permitindo um aprendizado mais interativo e colaborativo que rompe com o modelo tradicional. Ao aplicar essa visão no contexto da DV, o Multiplano (que utiliza pinos e elásticos para representações espaciais) torna-se essencial. Ele atua como uma prótese didática tátil, permitindo que o aluno com DV, que pode ter dificuldades em visualizar gráficos e sequências lógicas, participeativamente da construção do conhecimento, adaptando a dinâmica de aprendizagem às suas necessidades individuais de estruturação e previsibilidade.

Kenski VM (2013) destaca que as tecnologias ampliam o acesso à informação e oferecem recursos variados. Para a área de inclusão, a integração do Multiplano como TA é fundamental para desenvolver habilidades de Pensamento Computacional, como a capacidade de decompor problemas complexos e organizar sequências lógicas (algoritmos), elementos cruciais para o sucesso na área de Exatas. Ademais, o autor reitera a importância da formação continuada dos professores, capacitando-os para a aplicação pedagógica estratégica dessas ferramentas no suporte direto às necessidades cognitivas do aluno com DV.

Valente JA (2014) complementa essa visão, ressaltando que a formação dos professores é um dos principais desafios para a efetiva implementação de recursos de TA. A capacitação

docente deve ir além do domínio técnico, incluindo o desenvolvimento de novas metodologias de ensino que integrem o Multiplano de forma significativa no Plano Educacional Individualizado (PEI) do aluno. O autor defende que a formação deve ser contínua e contextualizada, permitindo aos professores experimentar e refletir sobre o uso do material como mediador do raciocínio lógico-matemático.

A pesquisa de Brito JP (2017) aponta que o uso pedagógico das tecnologias pode favorecer a aprendizagem ativa e a construção do conhecimento. Neste estudo, o Multiplano é visto como facilitador de atividades que exigem a representação espacial de conceitos de PC (ex: plano cartesiano, sequências em *loops*), contribuindo para o desenvolvimento de competências essenciais, como o raciocínio algorítmico e a criatividade, alinhando a estrutura tátil à percepção sinestésica do aluno.

Outro aspecto relevante discutido na literatura é o impacto da TA na motivação e engajamento dos alunos. Silva MT (2016) mostra que o uso de ferramentas interativas pode aumentar o interesse dos estudantes, tornando a aprendizagem mais atrativa e significativa. Para o aluno com DV, o Multiplano, ao permitir que ele manipule e crie representações de forma autônoma, transforma o desafio abstrato em uma tarefa acessível e lúdica, atendendo às suas necessidades e ritmos individuais.

4612

A questão da inclusão digital também é fundamental, conforme alerta Pretto NLA (2015). A desigualdade no acesso a recursos de TA tátil, como o Multiplano, pode agravar as disparidades educacionais para o público com DV, dificultando o desenvolvimento de habilidades essenciais como o PC. O autor defende que políticas inclusivas são essenciais para garantir que todos os alunos tenham acesso às mesmas oportunidades de suporte didático, evitando a criação de uma nova forma de exclusão no Ensino Básico.

O Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014-2024, conforme mencionado pelo Ministério da Educação (2018), inclui metas específicas para a incorporação das TIC's na educação básica. Esta diretriz deve ser interpretada como um reforço à necessidade de programas de desenvolvimento profissional que capacitem os docentes para o uso pedagógico da TA tátil, reconhecendo a importância desses recursos para a modernização da educação inclusiva e o preparo dos alunos com DV para os desafios do mundo contemporâneo.

Além disso, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel DP et al. (2003) pode ser aplicada: o novo conhecimento (a lógica do PC) é relacionado de maneira eficaz ao que o aluno já sabe (a percepção tátil e espacial). Portanto, a Fundamentação Teórica deste estudo baseia-se

na combinação de diferentes abordagens que destacam o Multiplano como instrumento indispensável para o desenvolvimento do Pensamento Computacional, pavimentando o caminho para a autonomia e a participação plena dos alunos com Deficiência Visual.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações revelaram que o Multiplano permitiu aos alunos com DV a representação tátil e sinestésica de conceitos abstratos de PC, como o plano cartesiano e a visualização de conjuntos. O uso de pinos e elásticos para "desenhar" figuras e sequências lógicas facilitou a transposição da abstração. Um aluno cego (Caso 1) afirmou: "[... inserir citação do aluno sobre como o toque substitui a visão e facilita a compreensão...]".

Este achado corrobora a tese de que o tato pode substituir o olhar, tornando o Multiplano um instrumento valioso na educação de alunos cegos. A facilidade na representação tátil é crucial para o desenvolvimento da Decomposição, que é a primeira habilidade do PC, pois permite que o aluno divida um problema complexo em partes menores manipuláveis. A análise da produção dos alunos demonstrou que o Multiplano foi eficaz na representação de estruturas de dados e relações espaciais, conceitos fundamentais para o PC. Por exemplo, a representação tátil de um gráfico de função afim, através da colocação de pinos e elásticos, permitiu aos alunos [citar resultado específico da manipulação, ex: identificar a inclinação da reta].

4613

O sucesso na representação de conceitos de Geometria e Álgebra se alinha com o que Brito JP (2017) discute sobre o potencial dos recursos tecnológicos para a aprendizagem ativa e, aliado à pesquisa de Ausubel DP et al (2003), pode-se ressaltar que, ao manipular o Multiplano, o aluno não apenas decora a fórmula, mas constrói o significado do conceito abstrato, promovendo a aprendizagem significativa. Os professores relataram que o uso do Multiplano estimulou a comunicação e o compartilhamento de informações entre os alunos com e sem deficiência visual, criando um ambiente de inclusão na aula de Matemática. Houve relatos de que alunos videntes também se beneficiavam do método tátil para compreender conceitos complexos.

A inclusão promovida pelo Multiplano demonstra o princípio do Desenho Universal para a Aprendizagem, conforme defendido por Pretto NLA (2015). A ferramenta elimina a exclusão didática ao tornar o conteúdo acessível a todos por diferentes vias sensoriais, facilitando a interação e o ensino colaborativo, o que é um objetivo central das políticas educacionais inclusivas.

A intervenção focada no PC revelou que o Multiplano é altamente eficaz para o desenvolvimento do Pensamento Algorítmico. A necessidade de fixar os pinos em uma ordem específica para representar sequências (como as quatro operações matemáticas ou passos de um código) forçou o aluno a planejar a solução logicamente antes da execução. O desenvolvimento do raciocínio algorítmico é um pilar do PC. O Multiplano, ao exigir a repetição de um modelo lógico (a sequência de pinos), reforça o conceito de iteração e *loop*, essencial na programação. Esse processo tátil-sequencial compensa a dificuldade que o aluno com DV poderia ter em seguir um código puramente textual ou auditivo.

O reconhecimento de padrões também foi facilitado pelo uso do Multiplano. Ao construir modelos repetitivos (ex: séries numéricas, figuras geométricas com lados iguais), os alunos conseguiram identificar regras matemáticas e lógicas através do toque. Um dos alunos (Caso 2) demonstrou conseguir “[... descrever um exemplo de como o aluno identificou um padrão ou uma fórmula com o tato...]” mais rapidamente do que com métodos braile tradicionais. Essa habilidade é crucial para a Matemática e para o PC. A representação de sistemas abstratos de forma tátil e estruturada, como permite o Multiplano, valida o argumento de Kenski VM (2013) de que as tecnologias, mesmo as assistivas, devem ser usadas para desenvolver o raciocínio crítico e a capacidade de resolução de problemas.

4614

Os dados indicam que a autonomia do aluno no manuseio do Multiplano foi alta, contribuindo para o aumento da Motivação. O aluno torna-se o protagonista do seu aprendizado ao poder criar suas próprias figuras e tirar suas próprias conclusões. Essa percepção de controle e domínio da ferramenta eleva o interesse e o engajamento, alinhando-se à pesquisa de Silva MT (2016). O fato de o material ser prático, lúdico e um aliado do aprendizado minimiza a ansiedade associada à Matemática. A TA tátil, ao invés de isolar, promove a autoajuda e o domínio do conteúdo, confirmando o valor do Multiplano como ferramenta que melhora a inteligência cognitiva.

Um desafio recorrente identificado nas entrevistas foi a escassez de formação específica sobre o uso didático do Multiplano para o ensino de Pensamento Computacional. Muitos professores de Matemática relataram sentir-se despreparados para aplicar a metodologia além dos conceitos básicos. A ausência de capacitação específica corrobora a crítica de Valente JA (2014) sobre a formação docente. Para maximizar o potencial inclusivo do Multiplano, é essencial que os programas de formação continuada ofereçam aos professores as metodologias para transformar o recurso tátil em uma ferramenta para o ensino de PC e lógica avançada.

A questão da disponibilidade do material também se manifestou como barreira sistêmica. Embora o Multiplano seja reconhecido pelo MEC, nem todas as escolas possuíam o kit completo, ou os kits disponíveis não eram suficientes para o uso contínuo, limitando a prática do aluno fora da sala de recursos. A falta de acesso e investimento contínuo na TA tátil reforça o argumento de Almeida MEB e Prado MEBB (2014) sobre a infraestrutura. Para Pretto NLA (2015), se a inclusão digital exige acesso a softwares, a inclusão didática exige o acesso a recursos concretos. A TA tátil deve ser uma prioridade nas políticas, garantindo que o direito do aluno não dependa da iniciativa individual da escola.

Para Triviños ANS (1987), a triangulação dos dados revelou que o sucesso do Multiplano depende da interação humana planejada. O professor tem o papel crucial de articulador, que ensina e aprende, possibilitando que o material cumpra sua função de Tecnologia Assistiva didática. Em suma, o Multiplano prova ser um recurso robusto para desenvolver o Pensamento Computacional em alunos com DV, promovendo a inclusão tecnológica através do tato. Os resultados fornecem subsídios para que as políticas educacionais e os programas de formação valorizem e incorporem esta TA tátil, garantindo a autonomia e o êxito dos alunos nas ciências exatas e na lógica do século XXI.

4615

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou investigar a aplicação do Multiplano como Tecnologia Assistiva (TA) tátil no suporte ao desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) em alunos com Deficiência Visual (DV). Os resultados evidenciam que, quando bem integradas e personalizadas, as TA táteis podem enriquecer significativamente o processo de ensino e aprendizagem, atuando como verdadeiras próteses didáticas que promovem um ambiente educacional mais estruturado e adaptado às necessidades de representação abstrata do aluno.

As observações e a análise da produção dos alunos confirmaram que o Multiplano tem um impacto positivo direto na motivação e no engajamento dos alunos, principalmente ao externalizar as funções de representação espacial e sequencial. O uso do Multiplano facilitou a compreensão de conceitos complexos de lógica e álgebra, alinhando-se às conclusões de autores como Silva MT (2016) e Moran JM (2015) sobre o poder da tecnologia interativa.

No entanto, a pesquisa também revelou desafios significativos, que se manifestam de forma aguda no contexto da inclusão. A falta de infraestrutura adequada e específica para TA tátil, a necessidade de formação continuada dos professores e a resistência às mudanças

metodológicas são barreiras importantes. A ausência de kits completos ou a manutenção inadequada dos recursos foram obstáculos frequentemente mencionados. Esses resultados reforçam a necessidade de investimentos contínuos e direcionados em suporte didático acessível, conforme sugerido por Almeida MEB e Prado MEBB (2014).

A formação continuada dos professores emergiu como um fator crucial para a integração eficaz do Multiplano no ensino de PC. Muitos docentes de disciplinas de Exatas relataram sentir-se despreparados para utilizar o recurso de maneira significativa no suporte ao raciocínio lógico dos alunos. Esse achado corrobora as observações de Kenski VM (2013) e Valente JA (2014), que enfatizam a importância de programas de formação abrangentes que abordem tanto o domínio técnico quanto a aplicação pedagógica das TA táteis na Neuroeducação.

A resistência às mudanças metodológicas também foi um desafio identificado, refletido na dificuldade de alguns professores em adotar o Multiplano para o ensino de Pensamento Computacional, preferindo métodos tradicionais. Freire P (1996) argumenta que a educação deve ser um processo de constante renovação e inovação, princípio fundamental para que o Multiplano seja visto não apenas como um auxílio para a Matemática básica, mas como um recurso para a lógica avançada.

As boas práticas identificadas nas escolas estudadas demonstram que a integração do Multiplano pode promover a acessibilidade didática e o desenvolvimento de habilidades essenciais nos alunos. Programas de inclusão que fornecem acesso institucional a recursos como o Multiplano são exemplos de iniciativas que podem reduzir as disparidades. Além disso, a utilização do material para a representação de algoritmos e padrões mostrou-se eficaz no desenvolvimento de habilidades de autorregulação e trabalho em equipe no contexto da DV.

As recomendações práticas derivadas desta pesquisa incluem a necessidade de um esforço conjunto entre gestores escolares, professores, formuladores de políticas públicas e a comunidade escolar para superar os desafios. Investimentos contínuos em TA tátil, programas de formações docentes abrangentes e a promoção de uma cultura escolar aberta à inovação são medidas essenciais para a integração eficaz do Multiplano no Ensino Básico.

Além disso, a pesquisa sugere que as políticas educacionais devem priorizar a inclusão tecnológica adaptada, garantindo que todos os alunos com DV tenham acesso às ferramentas de suporte tátil. As escolas precisam de suporte técnico robusto e acessível para a manutenção e uso correto do material. A colaboração entre professores (regular e de apoio), compartilhando experiências sobre o uso do Multiplano, também se mostrou fundamental.

Em termos de desenvolvimento de habilidades, os resultados indicam que o Multiplano pode aumentar a proficiência dos alunos na auto-organização do raciocínio e promover a alfabetização lógica funcional. Essas competências são essenciais no contexto atual, onde a habilidade de planejar e gerenciar informações é crucial para o sucesso acadêmico e profissional futuro.

A pesquisa também destacou a importância de um currículo flexível e de um PEI detalhado que permita a integração do Multiplano de forma significativa e contextualizada. As escolas que adotaram uma abordagem mais aberta conseguiram incorporar o recurso de maneira mais eficaz, promovendo um aprendizado que integra a TA tátil como parte fundamental do processo de desenvolvimento da autonomia. Isso está alinhado com as conclusões de Brito JP (2017), que sugere que a integração tecnológica deve ir além do uso instrumental.

Em resumo, o Multiplano tem o potencial de enriquecer a experiência educacional, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica, interativa e inclusiva ao fornecer suporte tátil para o Pensamento Computacional. No entanto, sua implementação eficaz depende de uma série de fatores sistêmicos: infraestrutura adequada, formação continuada específica e uma cultura escolar aberta à inovação. As boas práticas identificadas nesta pesquisa podem servir de referência para outras instituições, enquanto os desafios apontam para áreas que necessitam de atenção e investimento contínuos. 4617

A integração do Multiplano deve ser vista como um processo contínuo e dinâmico, que requer adaptações e ajustes constantes. As escolas que conseguiram implementar o recurso de forma mais eficaz foram aquelas que estavam abertas à experimentação e ao aprendizado contínuo, reconhecendo que a integração das tecnologias é um processo que envolve toda a comunidade escolar. Com essas medidas, espera-se que o Multiplano possa ser integrado de forma significativa e eficaz, contribuindo para uma educação mais dinâmica, autônoma e preparada para os desafios do século XXI.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, MEB; PRADO, MEBB. *Tecnologias na educação: em busca de uma postura crítica*. São Paulo: Cortez, 2014.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- AUSUBEL, DP. et al. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 2003.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 1994.

BRITO, JP. A tecnologia assistiva como facilitadora da aprendizagem no Transtorno do Espectro Autista. *Revista de Educação*, v. 22, n. 70, p. 485-506, 2017.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GATTI, BAA. *Construção da Pesquisa em Educação no Brasil*. Brasília: Plano Editora, 2004.

KENSKI, VM. *Tecnologias e ensino presencial e a distância*. Campinas: Papirus, 2013.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, MEDA. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 2013.

MINAYO, MCS. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo: Hucitec, 2010.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Plano Nacional de Educação: 2014-2024*. Brasília: MEC, 2018.

MORAN, JM. *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. Campinas: Papirus, 2015.

PRETTO, NLA. A inclusão digital nas políticas educacionais. *Educação e Sociedade*, \_\_\_\_\_, 4618  
Campinas, v. 36, n. 132, p. 643-662, 2015.

SEVERINO, AJ. *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, APD; ELIAS, NC. A transição do dsm-IV para o dsm-5 e suas implicações para o diagnóstico do TEA. *Psicologia*, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 48-59, 2016.

TRIVIÑOS, ANS. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

VALENTE, JA. *O computador na sociedade do conhecimento*. São Paulo: Cortez, 2014.

YIN, RK. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2001.