



O uso do multiplano em situações de aprendizagem da matemática para estudantes com deficiência visual: revisão sistemática de literatura

Graziela Ferreira Guarda¹, Sandro Miranda de Rezende², Juanice Daumas Borges Gonçalves², Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto²

¹ Faculdade de Computação e Informática – Universidade Presbiteriana Mackenzie

² Programa de Pós-Graduação em Ciências, Tecnologias e Inclusão – UFF

graziela.guarda@mackenzie.br, {sandromiranda, judaumas, screspo}@id.uff.br

Abstract. *Technologies such as multiplane open up new educational opportunities for students with disabilities, as well as possibilities for developing Computational Thinking skills. This article is a systematic literature review (SLR) on the use of the multiplane in mathematics learning situations for visually impaired K-12 Education students. The review included eleven studies published between 2010 and 2022. To this end, the Goal, Question, Metrics (GQM) approach was adopted, as it represents a systematic approach to define and evaluate a set of operational goals using a measurement in three phases: Planning, Driving, Reports. The results showed that the multiplane was explored in different contexts of mathematics learning, in High and the Middle School. On the other hand, no publications focused on the Elementary School were raised, which suggests the need for further theoretical development in this area.*

Resumo. *As tecnologias como o multiplano abrem novas oportunidades educacionais para os alunos com deficiência, bem como a possibilidades de desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional. Este artigo é uma revisão sistemática da literatura (RSL) sobre o uso do multiplano em situações de aprendizagem da matemática para estudantes da Educação Básica com deficiência visual. A revisão incluiu onze estudos publicados entre 2010 a 2022. Para tal, foi adotada a abordagem Goal, Question, Metrics (GQM), pois representa uma abordagem sistemática para definir e avaliar um conjunto de metas operacionais utilizando uma medição em três fases: Planejamento, Condução, Relatórios. Os resultados evidenciaram que o multiplano foi explorado em diversos contextos de aprendizagem da matemática, no Ensino Médio e nos Anos Finais do Ensino Fundamental. Por outro lado, não foram levantadas publicações voltadas para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, o que sugere a necessidade de maior desenvolvimento teórico neste recorte.*

1. Introdução

Por mais que sejam inegáveis os ganhos advindos com a inserção de tecnologias digitais no ambiente educacional, não se pode negligenciar as possibilidades que tecnologias analógicas conferem às práticas pedagógicas. Muitas vezes os recursos tecnológicos ao alcance das escolas são limitados, de modo que a utilização de tecnologias digitais em salas de aula nem sempre é possível. Além disso, há muitas situações em que o uso de

recursos didáticos de natureza analógica é essencial para o desenvolvimento de conteúdos escolares, estimulando a aprendizagem ativa dos estudantes [Sibiya 2020].

A formação de imagens mentais necessárias para a construção adequada de conceitos é beneficiada pela utilização de materiais concretos em diversos contextos de aprendizagem e em diferentes áreas do conhecimento. No trabalho com estudantes com deficiência visual, por exemplo, é fundamental a utilização de recursos identificáveis através do tato, cujas características sensoriais não podem ser reproduzidas através de telas de computador. Como apresentado por [Bernardo, Garcez e Santos 2019, p. 27], recursos didáticos de natureza tátil proporcionam uma participação mais efetiva nas aulas e “possibilitam aos alunos o acesso aos conteúdos com grande apelo visual, respeitam suas especificidades e necessidades, estimulam outros sentidos por meio das texturas, do alto relevo e contribuem de forma positiva para o processo de ensino-aprendizagem”.

A cegueira é “uma alteração grave ou total de uma ou mais das funções elementares da visão que afeta de modo irremediável a capacidade de perceber cor, tamanho, distância, forma, posição ou movimento” [Sá, Campos e Silva 2007, p.15]. Na medida que a aprendizagem da matemática muitas vezes requer a exploração de elementos de natureza visual para a construção de conceitos, bem como um alto nível de abstração por parte do aprendiz, pessoas com deficiências visuais podem encontrar barreiras em seu processo de aprendizagem. Por outro lado, embora as representações mentais do conhecimento ocorram de forma diferente no caso de pessoas cegas em virtude das especificidades de seu aparato sensorial, tal fato não representa um fator impeditivo para seu desenvolvimento e aprendizagem. É importante, no entanto, que sejam utilizados em sala de aula recursos didáticos concretos que busquem diminuir barreiras e permitam o acesso ao conhecimento matemático através de múltiplas e diversificadas experiências sensoriais [Pitano e Noal 2018, p. 131].

Nesse contexto, uma tecnologia analógica amplamente utilizada em situações de aprendizagem da matemática desenvolvidas para estudantes com deficiência visual é o multiplano. Que é um recurso didático que permite o desenvolvimento de conteúdos de diferentes componentes curriculares, em especial da matemática, de forma acessível.

O objetivo do presente estudo é apresentar os resultados de uma revisão sistemática da literatura (SLR) que buscou identificar tanto as possibilidades de utilização do multiplano em situações de aprendizagem da matemática para estudantes da Educação Básica com deficiência visual, quanto as possibilidades de desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional usando essa tecnologia.

2. O Multiplano

O multiplano, também denominado “Kit Multiplano” (Figura 1), consiste em: uma placa retangular, contendo 26 linhas e 21 colunas perpendiculares com diversas perfurações equidistantes de mesmo diâmetro, uniformemente distribuídas; uma placa circular, com 72 furos em sua circunferência e 13 furos no interior, sendo um deles no centro do círculo; diversas peças que podem ser encaixadas nas placas, como pinos, elásticos, barras para estatísticas, fixadores, hastes, argolas, e peças coloridas com números e símbolos identificados em Braille e língua natural.

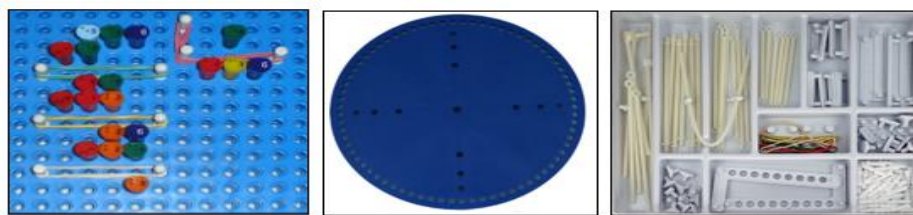


Figura 1. Elementos do Kit Multiplano. À esquerda: placa retangular, pinos com caracteres em Braille e elásticos, representando uma operação de divisão. Ao centro: placa circular. À direita: barras, hastes, fixadores, pinos e elásticos.

O recurso foi desenvolvido pelo professor Rubens Ferronato, que apresentou o produto em sua dissertação de mestrado, no ano de 2002, como um aprimoramento do geoplano (*geoboard*) que, por sua vez, se trata de um material didático desenvolvido em 1961 pelo matemático Caleb Gattegno, voltado especialmente para o ensino e aprendizagem de geometria plana [Arnoldo 2010; Moraes *et al.*, 2008 apud Assis 2020]. Sua criação partiu da experiência de Ferronato com um aluno cego que enfrentava dificuldades para aprender os conteúdos de matemática por meio dos métodos tradicionais, e de sua percepção quanto à necessidade de construção de um material que tornasse a aprendizagem da matemática mais inclusiva e acessível a todos os estudantes, permitindo ao estudante cego construir os conhecimentos a partir de suas próprias experiências e do contato direto com o conteúdo a ser desenvolvido.

Devido à falta de recursos e métodos apropriados para o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos para alunos cegos, o multiplano se apresentou à época como uma alternativa que permitia a representação de diferentes objetos matemáticos, proporcionando experiências concretas por meio do tato e amenizando as dificuldades desses estudantes. Além disso, pelo fato de aliar representações em Braille e a tinta, o recurso didático pode ser utilizado por todos os alunos, o que coaduna com o paradigma da educação inclusiva, expresso na [UNESCO 1994].

A diversidade de itens que compõem o Kit Multiplano permite o desenvolvimento de diversos conteúdos da matemática escolar, como algoritmos de operações aritméticas, frações, plano cartesiano, funções, construção e identificação de figuras geométricas, trigonometria, elementos de estatística e probabilidade, matrizes e determinantes, produtos notáveis, equações e sistemas de equações, potenciação e radiciação, entre outros.

3. Metodologia

Esta revisão da literatura foi baseada no método de pesquisa baseado na abordagem *Goal, Question, Metrics* (GQM) proposta por [Basili, 1992] porque fornece uma estrutura para a transição de um objetivo de pesquisa para questões de pesquisa, métricas e apresentação de resultados.

Primeiro foi definido um objetivo de pesquisa (nível conceitual), depois foi definido um conjunto de questões de pesquisa (nível operacional) e, por fim, foram descritas as métricas para responder às questões de pesquisa (nível quantitativo). As etapas para estruturação da SLR são descritas a seguir.

3.1 Objetivos

Os objetivos desta pesquisa foram aqueles definidos no protocolo GQM [Basili, 1992]. O quadro 1 apresenta os objetivos da revisão de literatura.

Quadro 1: Objetivo de acordo com o paradigma GQM.

Analisar	Publicações científicas
Com o propósito de	Identificar e caracterizar
Em relação a	Possibilidades de utilização do multiplano em situações de aprendizagem da matemática para estudantes da Educação Básica com deficiência visual
Do ponto de vista	Pesquisadores / Grupos de Pesquisa
No contexto	Acadêmico

3.2 Questões de Pesquisa

As questões de pesquisa (QP) são um mecanismo que permite focar qualquer revisão sistemática em temas específicos. O objetivo é aprimorar o conhecimento científico a partir da análise de trabalhos de pesquisa relacionados ao tema com vistas a entender como incluir estudantes cegos no processo de ensino-aprendizagem da matemática. Com base nos objetivos acima mencionados, foram estabelecidas as seguintes questões de pesquisa:

QP1: Como o multiplano tem sido abordado em experimentos voltados para estudantes da Educação Básica com deficiência visual em publicações científicas?

QP2: Que unidades temáticas da matemática foram exploradas nos experimentos propostos nessas publicações e como elas podem ser trabalhadas no contexto do Pensamento Computacional?

3.3 Busca de estudos relevantes

Esta revisão sistemática inclui três fases: planejamento, condução e elaboração de relatórios [Kitchenham & Charters 2007]. O mapeamento do campo de pesquisa começou com a busca das informações necessárias sobre o multiplano quanto as possibilidades de utilização do mesmo em situações de aprendizagem da matemática para estudantes da Educação Básica com deficiência visual.

Em relação as *strings* de busca, inicialmente, com o objetivo de identificar uma possível tradução do termo multiplano para a língua inglesa, foram realizadas buscas utilizando os termos *multiplane* e *multiboard*. Considerou-se, ainda, a possibilidade de existência de publicações em língua inglesa em que o termo não estivesse traduzido, em virtude do fato de o multiplano ser um produto educacional fruto de uma dissertação de mestrado desenvolvida em contexto nacional, originando marca registrada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) [Arnoldo, Ramos e Thoma 2013; INPI, 2011]. A partir das buscas iniciais, não foram obtidos resultados em que a palavra *multiboard* tivesse significado correspondente ao recurso pedagógico. Por outro lado, com o uso do termo *multiplane* foi possível encontrar algumas publicações abordando o uso da ferramenta, e com isso, foram realizados testes iniciais utilizando-se a expressão de busca (*Multiplane OR Multiplano*) AND *Mathematics* AND (*Blind OR "Visually Impaired"*). No entanto, neste caso a maior parte dos resultados se referia a publicações em que o termo *multiplane* não era utilizado como correspondente ao recurso pedagógico. Já nas publicações em que o termo *multiplane* correspondia à ferramenta, não era apresentada nenhuma situação de aprendizagem a envolvendo. Dessa forma, o uso do termo em língua inglesa não retornou nenhum estudo que atendesse aos critérios de inclusão e exclusão. Já a expressão em língua portuguesa utilizada nos repositórios

digitais foi *Multiplano AND Matemática AND (Cegos OR “Deficiência Visual”)*. Inicialmente, com esta expressão foram encontrados ao todo 1 artigo no portal CAPES, 240 no *Google Scholar* e nenhum no repositório ERIC. As buscas foram realizadas usando os motores dos repositórios digitais da CAPES, do *Google Scholar* e do ERIC, incluindo estudos publicados entre 2010 e 2022.

3.4 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram estabelecidos critérios específicos de inclusão e exclusão, e a Declaração PRISMA foi aplicada para coletar, identificar e analisar os dados de origem [Moher *et al.* 2009]. A abordagem GQM foi adotada para definir e avaliar os objetivos da pesquisa de forma sistemática e por meio de medição [Basili, 1992]. Os dados relevantes foram agrupados em categorias. Em primeiro lugar, estudos que utilizaram o multiplano em situações de aprendizagem da matemática para estudantes da Educação Básica, em segundo lugar, estudos que relatavam experiências com alunos com deficiência visual.

Os critérios de inclusão utilizados foram: i) O estudo concentra-se na palavra-chave inserida; ii) o artigo aborda a aprendizagem de conteúdos matemáticos por estudantes da Educação Básica com deficiência visual; iii) o artigo aborda o uso do multiplano; iv) o artigo foi publicado entre 2010 e 2022.

Os critérios de exclusão foram: i) o artigo não apresenta situações de aprendizagem utilizando o multiplano em seus experimentos ou em suas metodologias; ii) não é possível visualizar a versão completa do artigo; iii) o artigo é duplicado; iv) o artigo não é acessível através de serviços universitários ou associações; v) o artigo só é acessível através de acesso pago.

Após a leitura dos títulos e resumos, aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão, tendo sido levantados 16 artigos para análise. Cabe destacar que na maior parte dos resultados obtidos em língua inglesa o termo *multiplane* era utilizado com significado diferente da ferramenta pedagógica. Entre as publicações nas quais o termo representava o recurso didático, nenhuma atendeu aos critérios de inclusão e exclusão. Tal resultado pode ser justificado pelo fato de o recurso pedagógico ter sido desenvolvido em um contexto nacional e possivelmente não ter sido amplamente explorado em outros países. Por fim, os trabalhos levantados foram lidos na íntegra e, nesta etapa, foram descartados cinco estudos que, em uma segunda análise, não atendiam aos critérios de inclusão. Os trabalhos restantes foram analisados e sintetizados com o objetivo de responder às questões propostas nesta RSL.

3.5 Estudos Selecionados

Após a realização das leituras, foram qualificados um total de 11 artigos. No que diz respeito às **ameaças à validade**, uma ameaça potencial era a cobertura da literatura. Pode ter havido alguns estudos que não encontramos em nossa busca na literatura, mas acreditamos que pesquisando nos repositórios da CAPES, do *Google Scholar* e do ERIC a cobertura seria satisfatória. Outra possível ameaça à validade foi a filtragem dos artigos encontrados na busca inicial para verificar se os artigos descreviam um estudo. Os artigos com estudos foram então verificados quanto à relevância (escopo), rigor e credibilidade. Até onde sabemos, todos os artigos rejeitados não atenderam a esses requisitos, seja por falta de descrição do contexto da pesquisa, dos resultados ou da análise dos dados.

As informações dos estudos selecionados foram extraídas para responder às questões de pesquisa do nosso estudo. Isto permitiu-nos classificar melhor os artigos e analisar a sua importância em diferentes contextos de aplicação. O quadro 2 apresenta os resultados compilados considerando os títulos, os autores e ano, o público-alvo, a metodologia e o número de participantes de cada estudos.

Quadro 2: Estudos selecionados.

Id.	Referência	Título	Público -Alvo	Metodologia	Participantes
A1	Nascimento <i>et al.</i> (2016)	Medição de ângulo com o uso do multiplano: uma atividade para além da compreensão do conceito de grau	Professores	Experimental realizada através de minicurso	20
A2	Oliveira <i>et al.</i> (2018)	Dama da matemática e Tetris 3D: um estudo de equações do 1º grau por meio de jogos	Alunos do Ensino Fundamental – Anos Finais	Experimental realizada com aplicação de atividades	--
A3	Caetano <i>et al.</i> (2016)	O ensino de frações para educandos cegos	Aluno do Ensino Fundamental – Anos Finais	Estudo de caso com aplicação de atividades	1
A4	Figueroa <i>et al.</i> (2011)	Aplicação de recursos tecnológicos ao processo de ensino-aprendizagem de matemática inclusiva	Alunos do Ensino Médio	Experimental realizada com pesquisa de campo	--
A5	Sganzerla <i>et al.</i> (2013)	Proposta interdisciplinar para alunos cegos: atividades envolvendo função de 1º grau e movimento retilíneo uniforme	Aluno do Ensino Médio	Pesquisa Ação realizada com aplicação de atividades	1
A6	Gaspar <i>et al.</i> (2013)	O ensino de geometria para alunos com deficiência visual por meio da integração do multiplano – um estudo de caso	Aluno do Ensino Médio	Pesquisa Ação realizada com aplicação de atividades	1
A7	Rodrigues <i>et al.</i> (2017)	A utilização do multiplano para a aprendizagem de alunos deficientes visuais	Alunos do Ensino Médio	Estudo de caso com entrevista semiestruturada	2
A8	Souza <i>et al.</i> (2019)	O uso do multiplano como recurso metodológico no ensino de polígonos a alunos deficientes visuais	Alunos do Ensino Fundamental – Anos Finais / Ensino Médio	Experimental realizada com aplicação de sequência didática	--
A9	Oliveira <i>et al.</i> (2020)	Modelagem no Ensino de Matemática: primeiros relatos de um estudo de caso com estudantes cegos	Alunos do Ensino Fundamental – Anos Finais	Estudo de caso com entrevista semiestruturada	2
A10	Arruda e Bandeira (2016)	Metodologia para ensinar geometria para estudantes deficientes visuais utilizando multiplano e o aplicativo geogebra	Professores	Experimental realizada com aplicação de sequência didática	10
A11	Bandeira e Bezerra (2016)	Formação docente e a(s) tecnologia(s) assistiva/móveis potencializando a inclusão de deficientes visuais e intelectuais	Aluno do Ensino Fundamental – Anos Finais	Estudo de caso com aplicação de atividades	1

A leitura dos artigos foi de fundamental importância para poder responder às questões de pesquisa e também para poder estimar possíveis aplicações no contexto educacional.

4. Resultados e Discussões

Esta seção descreve os resultados da revisão sistemática da literatura. Eles foram organizados de acordo com as questões de pesquisa apresentadas na seção anterior e também apresentará alguns indicadores classificados como ‘Resultados Gerais’.

4.1 Resultados Gerais

Em relação aos resultados gerais, com os dados sistematizados no Quadro 2, foi possível extrair informações que irão subsidiar a formulação das respostas da questão de pesquisa RQ1 (colunas ‘Público-Alvo’ e ‘Metodologia’). Desta forma, todos os estudos forneceram informações relevantes para compreendermos como o multiplano tem sido abordado em experimentos voltados para estudantes da Educação Básica com deficiência visual e isso incluiu estudos que relataram formação de professores. Sendo assim, a RQ1 será respondida de forma categorizada: i) experiências oriundas da formação de professores [A1 e A10] e ii) experiências realizadas com os alunos [A2 a A9; A11].

Nesse sentido, destaca-se que os estudos realizados com os alunos, em geral, foram realizados com poucos participantes, uma vez que o foco foram os alunos com deficiência visual – variando entre 1 e 2 como mostrado na coluna ‘Participantes’. Já as experiências no campo da formação de professores, envolveu 10 e 20 professores e por fim, três estudos não informaram a quantidade de participantes [A2, A4 e A8].

Quanto à abordagem metodológica dos estudos, todos os estudos foram classificados como estudos qualitativos. Já em relação aos procedimentos metodológicos, observa-se na coluna ‘Metodologia’ que os estudos realizaram: pesquisa experimental [A1, A2, A4, A8, A10] – 46% da amostra; estudo de caso [A3, A7, A9 e A11] – 36% da amostra e Pesquisa Ação [A5 e A6] – 18% da amostra.

Sobre o público-alvo, no que diz respeito ao segmento educacional (coluna ‘Público-Alvo’), percebe-se um equilíbrio: 50% dos relatos referem-se a experimentos realizados com alunos do Ensino Fundamental – Anos Finais [A2, A3, A9 e A11]; e 50% dos relatos referem-se a experimentos realizados com alunos do Ensino Médio [A4, A5, A6 e A7]. O estudo [A8] desenvolveu atividades com ambos os públicos.

Esses resultados indicaram ainda, que nenhum dos artigos analisados abordaram experiências realizadas com alunos do Ensino Fundamental dos Anos Iniciais. Nessa etapa de escolarização a realização de operações aritméticas é amplamente explorada, bem como são introduzidos conceitos de Geometria. Nesse contexto, o multiplano apresenta diversas possibilidades para o desenvolvimento de conceitos nessas áreas. Sendo assim, esperava-se encontrar relatos deste segmento educacional, o que não ocorreu. Apontando este, como um domínio pouco investigado.

Por fim, a ausência de estudos no período entre 2020 e 2022 pode ser um reflexo do período de pandemia causado pela crise do COVID-19 e o fechamento das escolas em parte deste período.

4.2 QP1 – “Como o multiplano tem sido abordado em experimentos voltados para estudantes da Educação Básica com deficiência visual em publicações científicas?”

Como explicado na seção 4.1, os resultados da QP1 foram categorizados em: i) experiências oriundas da formação de professores e ii) experiências realizadas com os alunos:

i) Formação de professores: O estudo [A1] apresentou uma metodologia para o ensino e aprendizagem de conteúdos sobre ângulos formados por retas paralelas e transversais, e ângulos e posições entre retas, utilizando o multiplano com foco em alunos cegos e de baixa visão do Ensino Fundamental e Médio. Para tal, foi realizado um minicurso para professores de matemática do Ensino Fundamental e Médio e graduandos em Matemática. Dentre os resultados obtidos, foi possível identificar que o multiplano é um recurso eficiente para o ensino de diversos conteúdos, dentre eles a geometria, uma vez que contribui para o processo de abstração de conceitos. Já o estudo [A10], apresentou uma metodologia para o ensino e aprendizagem com o multiplano, o *software* GeoGebra, materiais adaptados em relevo e outras tecnologias assistivas com foco no ensino do produto notável (especificamente o quadrado da soma de dois termos), conceitos de potenciação, radiciação e reconhecimento de figuras planas e suas áreas para professores em Formação Continuada de um curso de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. A experiência foi considerada exitosa, tanto sob o ponto de vista de capacitação quanto das relações com a Educação Especial e diagnóstico de outras áreas da matemática que podem ser contempladas com os materiais utilizados.

ii) Experiências com alunos: Os achados foram divididos em: a) Ensino Fundamental (Anos Finais) e Ensino Médio por serem segmentos educacionais distintos.

a) Ensino Fundamental (Anos Finais): Nesse segmento educacional, foram identificados relatos de atividades realizadas no contexto dos **Jogos não digitais** [A2] - “Dama da Matemática” e “Tetris 3D”, utilizados para o estudo de equações do 1º grau com uma incógnita, com tabuleiros adaptados desenvolvendo habilidades matemáticas e raciocínio e **Sequências Didáticas** [A3, A9 e A11] onde o multiplano foi utilizado nos seguintes contextos: ensino de operações com frações; misturas químicas, misturas homogêneas e misturas heterogêneas; e tratamento da informação e gráfico em barras e em linha.

b) Ensino Médio: Nesse segmento educacional, foram identificados que todos os relatos foram realizados no contexto de implementação de **Sequências Didáticas** como segue: Em [A4] foi explorado o ensino de equações algébricas e gráficos de funções, [A5] ensino de função de primeiro grau, [A6] ensino de geometria plana e espacial, [A7] estudo de perímetro, área e volume e [A8] ensino de geometria plana com polígonos.

Todos os estudos concluíram que o multiplano contribuiu para a evolução da construção dos conhecimentos matemáticos trabalhados, no aumento do nível de aprendizado dos alunos, que o processo de aprendizagem dos alunos cegos e/ou com baixa visão foi enriquecido com a adaptação de metodologias e o uso de materiais concretos e contribuiu para melhor absorção dos conceitos e conteúdo.

4.3 QP2 – “Que unidades temáticas da matemática foram exploradas nos experimentos propostos nessas publicações e como elas podem ser trabalhadas no contexto do Pensamento Computacional?”

A seção anterior mostrou em detalhes os mais variados temas da matemática que os estudos exploraram, esses resultados nos permitiram categorizar as unidades temáticas, os resultados foram compilados e estão dispostos no Quadro 3.

O Pensamento Computacional pode ser compreendido como uma abordagem voltada para a resolução de problemas explorando processos cognitivos, pois discutem a capacidade de compreender as situações propostas e criar soluções através de modelos matemáticos, científicos ou sociais para aumentar nossa produtividade, inventividade e criatividade [Guarda e Pinto, 2020]. Já a *Computing At School* considera o PC como um processo cognitivo que envolve raciocínio lógico na resolução de problemas e emprega cinco habilidades de acordo com [Csizmadia *et al.* 2015].

1. Abstração: capacidade de filtrar informações essenciais e descartar as informações desnecessárias em um determinado contexto;
2. Pensamento Algorítmico: sequências lógicas para alcançar um objetivo;
3. Decomposição: quebrar um problema grande em partes menores;
4. Generalização: atribuir sentido a dados, encontrando padrões; e
5. Avaliação: processo de verificar a adequação e qualidade da solução, analisando se esta é apropriada para a resolução do problema.

Quadro 3: Unidades Temáticas x Possibilidades de desenvolvimento das habilidades do Pensamento Computacional

Artigos	Unidade Temática	Habilidades do Pensamento Computacional
A1	Ângulos	Abstração: Classificando a região do plano limitada por duas semirretas; Generalização: Classificando os diferentes tipos de ângulos levando em consideração as suas medidas; Avaliação: Verificando qual tipo de ângulo é mais adequado para ser usado em um determinado contexto; Pensamento Algorítmico: Seguindo um passo a passo para medir o ângulo.
A2	Equações do 1º grau	Decomposição: Realizando separadamente as operações dos dois lados da igualdade. Generalização: Diferenciando os padrões que representam a parte da incógnita da equação.
A3	Frações	Abstração e Generalização: Compreendendo, comparando e ordenando frações associadas às ideias de partes de inteiros e resultado de divisão, identificando frações equivalentes.
A4 e A5	Funções	Abstração: Determinando a relação entre os elementos de dois conjuntos; Generalização: Estimando o resultado de um fenômeno considerando os padrões identificados.
A6 a A8 e A10	Geometria	Abstração e Generalização: Identificando quais figuras são planas ou espaciais, bem como sobre a posição relativa das figuras no espaço e suas propriedades.
A9	Modelagem	Abstração e Generalização: Explicando e identificando, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões.
A11	Tratamento da	Abstração e Generalização: Analisando as informações recebidas diariamente aprendendo a lidar com dados estatísticos, tabelas e

Artigos	Unidade Temática	Habilidades do Pensamento Computacional
	Informação	gráficos; utilizando ideias relativas à probabilidade e à combinatória; Pensamento Algorítmico: Possibilitando o desenvolvimento do raciocínio para resolver situações-problema.

Observando os dados do Quadro 3, percebe-se que a abstração e a generalização são habilidades recorrentes no ensino da matemática, no entanto, as demais habilidades do modelo de Csizmadia também se fazem presentes nas unidades temáticas dos estudos selecionados na RSL.

Os resultados da RSL evidenciam que o multiplano é um recurso que objetiva atender as necessidades específicas de estudantes com deficiência visual. Observou-se, ainda, a multiplicidade de aplicações do recurso didático, na medida em que foram exploradas distintas situações de aprendizagem voltadas para estudantes com deficiência visual de diferentes níveis de escolarização. Ainda, identificou-se a possibilidade de elaboração de sequências didáticas de caráter interdisciplinar, explorando simultaneamente conteúdos de diferentes componentes curriculares em práticas de modelagem matemática [Sganzerla *et al.*, 2013; Oliveira *et. al.*, 2020], além das possibilidades de desenvolvimento das habilidades do Pensamento Computacional. Por fim, a importância do multiplano não recai apenas na questão da aprendizagem em si, trata-se de uma ferramenta que permite muito mais do que a conquista cognitiva, corroborando para o desenvolvimento da socialização, do pertencimento e de questões emocionais.

5. Considerações Finais

A inclusão implica necessidade de adequação das instituições de ensino, tanto no aspecto organizacional como no didático-pedagógico, de forma que se leve em conta a diversidade exigida para cada caso, para que cada cidadão possa ter acesso a oportunidades educativas e sociais compatíveis com suas diferenças pessoais, sejam essas relacionadas a altas habilidades ou a limitações no desenvolvimento e aprendizagem [Mittler 2003].

Desse modo, a construção de um recurso que possibilita o ensino e aprendizagem de conteúdos da matemática escolar de forma lúdica e, ainda, permite a participação efetiva de todos os estudantes, vai ao encontro da inclusão que realmente se espera nos espaços escolares. Apesar de a visão ser um meio importante para a aquisição de informações advindas do meio externo e contribuir bastante para o desenvolvimento das abstrações, ela não limita o desenvolvimento e a capacidade de aprendizagem das pessoas com deficiência visual. É preciso, no entanto, realizar as adaptações necessárias, elaborando recursos didáticos e situações de aprendizagem que contemplem as especificidades destes estudantes.

O multiplano é um recurso didático que se alinha com o paradigma da educação inclusiva, na medida em que permite a participação de estudantes com diferentes especificidades. No que se refere ao trabalho com alunos com deficiência visual, a ferramenta proporciona novas formas de ensinar e aprender, permitindo que conteúdos matemáticos se tornem mais acessíveis e possibilitando a compreensão de conceitos por meio da manipulação de material tátil. As aplicações ainda se estendem a conceitos de estatística, física, criação de jogos e artes, cabendo ainda destacar a possibilidade de utilização não só por estudantes cegos como também por alunos videntes, que podem

usá-lo como meio de apoio às atividades acadêmicas de modo a instrumentalizar o objeto de estudo.

Por fim, a RSL nos permitiu concluir que a utilização da ferramenta tem especial destaque na Geometria e na Álgebra, permitindo a identificação das figuras geométricas e de suas características por meio do tato, facilitando assim o cálculo de áreas, a exploração de teoremas, identificação de triângulos, quadriláteros e demais polígonos, resolução de equações e construção de gráficos de funções, dentre diversos outros conteúdos ligados à matemática.

É importante, por outro lado, um uso crítico da ferramenta por professores. Na medida em que o estudante cego é, em geral, alfabetizado no Sistema Braille, ele utiliza essa linguagem para leitura e escrita com naturalidade. Da mesma forma, é importante que ele seja capaz de compreender as estruturas e simbologias características da matemática com o auxílio do Código Matemático Unificado, a partir do uso de estratégias adequadas, que respeitem suas singularidades. Assim, cabe questionarmos se é adequado ensinar um estudante com deficiência utilizando as mesmas estratégias usadas com videntes, como no caso das atividades que simulam a representação a tinta.

Referências Bibliográficas

- Arnoldo J. H. Estudo do desenvolvimento do pensamento geométrico por alunos surdos por meio do multiplano no ensino fundamental. 2010. 292 f. Dissertação (mestrado) - curso de programa de pós-graduação em educação em ciências e matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- Arnoldo J. H., Ramos, M. G.; Thoma, A. S. O uso do multiplano por alunos surdos e o desenvolvimento do pensamento geométrico. *Cadernos cedes, campinas*, v. 33, n. 91, p. 387-409, 2013.
- Arruda, K. N., Bandeira, S. M. C. Metodologia para ensinar geometria pra estudantes deficientes visuais utilizando multiplano e o aplicativo geogebra. In: x simpósio linguagens e identidades da/na amazônia sul-ocidental, 2016.
- Assis, W., Santos, A. Geoplano: uma abordagem inclusiva. *Cadernos cajuína*, v. 5, n. 1, p. 63-72, 2020.
- Bandeira, S. M. C., Bezerra, S. M. C. B. Formação docente e a(s) tecnologia(s) assistiva/móveis potencializando a inclusão de deficientes visuais e intelectuais. In: x simpósio linguagens e identidades da/na amazônia sul-ocidental, 2016.
- Basili, V. R. (1992). *Software modeling and measurement: The goal/question/metric paradigm*. University of Maryland for advanced computer studies.
- Bernardo, F. G., Garcez, W. R.; Santos, R. C. Recursos e metodologias indispensáveis ao ensino de matemática para alunos com deficiência visual. *Revista de educação, ciências e matemática*, vol. 9, n. 1, p. 23-42, 2019.
- Caetano, J. L., Mello, F. A., Antonow, L. M. O ensino de frações para educandos cegos. XII encontro nacional de educação matemática, São Paulo, jul. 2016.
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Thomas, S. (2015) *Computational thinking - a guide for teachers* Swindon. Computing at School 18pp.
- Ferronato, R. A construção de instrumento de inclusão no ensino de matemática. Dissertação (mestrado em engenharia de produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- Frege, G. *Lógica e filosofia da linguagem*, [trad. Paulo alcoforado]. São Paulo: Cutrix editora da Universidade de São Paulo, 1978.
- Figuroa, T. P *et al.* Aplicação de recursos tecnológicos ao processo de ensino-aprendizagem de

- matemática inclusiva. In: xvii encontro regional de estudantes de matemática do sul - Erematsul, Curitiba. Anais [...], 2011.
- Gaspar, J. C. *et al.* O ensino de geometria para alunos com deficiência visual por meio da integração do multiplano – um estudo de caso. In: vi congresso internacional de ensino da matemática, Canoas, Rio Grande do Sul, 2013.
- Gerhardt, T. E., Silveira, D. T. Métodos de pesquisa. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1a edição. ISBN 978-85-386-0071-8. González, e. (org.). Porto alegre: 2009.
- Instituto nacional da propriedade intelectual (INPI). Revista da propriedade industrial, n. 2125, seção II, 2011.
- Guarda, G. F.; Pinto, S. C. C. S. Dimensões do Pensamento Computacional: conceitos, práticas e novas perspectivas. Simpósio brasileiro de informática na educação, 31. 2020, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 1463-1472. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.1463>.
- Kitchenham, B., Charters, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Keele university and duham university, 2007.
- Magalhães, R. O., Moura, G. L. S. Moda, média e mediana com o uso de recursos táteis e tecnológicos: multiplano e geogebra. X simpósio linguagens e identidades da/na Amazônia Sul-Occidental, 2016.
- Mittler, P. Educação inclusiva: contextos sociais. Tradução: windyz bração ferreira. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- Nascimento, F. L. *et al.* Medição de ângulo com o uso do multiplano: uma atividade para além da compreensão do conceito de grau. III seminário de pós-graduação em educação para ciências e matemática, Jataí, 2015.
- Oliveira, D., Burak, D., Martins, M. A. Modelagem no ensino de matemática: primeiros relatos de um estudo de caso com estudantes cegos. Perspectivas da educação matemática – INMA/UFMS – v. 13, n. 31, 2020.
- Oliveira, R. B., Klauss, V. L. C. A., Lübeck, M. Dama da matemática e tetris 3d: um estudo de equações do 1º grau por meio de jogos. Revista temas em educação, João Pessoa, v. 27, n.1, p. 146-163, jan/jun, 2018.
- Pitano, S. C., Noal, R. E. Cegueira e representação mental do conhecimento por conceitos: comparação entre cegos congênitos e adquiridos. Revista Educação Unisinos, vol. 22, n. 2, abril-junho, p.128-137, 2018.
- Rodrigues, P. A., Magalhães, E. B.; Lima, I. P. A utilização do multiplano para a aprendizagem de alunos deficientes visuais. IV congresso nacional de educação, 15-18 set. 2017, João Pessoa – pb. Anais[...] Conedu, 2017.
- Sá, D., Campos, C., Silva, C. Atendimento educacional especializado em deficiência visual. Curitiba: gráfica e editora cromos, 2007.
- Sganzerla, M. A. R. *et al.* Proposta interdisciplinar para alunos cegos: atividades envolvendo função de 1º grau e movimento retilíneo uniforme. III congresso internacional “educação inclusiva e equidade”. Almada, Portugal, 2013.
- Sibiya, M. R. A reconsideration of the effectiveness of using geoboard in teaching euclidean geometry. Eurasia journal of mathematics, science and technology education, vol. 16, n. 9, 2020.
- Solingen, R., Berghout, E. The goal/question/metric method – a practical guide for quality improvement of software development, mcgraw hill, great britain, cambridge, 1999.
- Souza, A. K. A. S., Lins, A. F., Pereira, P. S. O uso do multiplano como recurso metodológico no ensino de polígonos a alunos deficientes visuais. Produção científica e experiências exitosas na educação brasileira, 5 ed., Atena, Ponta Grossa, Paraná, 2019.
- UNESCO. The Salamanca Statement and Framework for action on special needs education. World conference on special needs education: access and quality. Salamanca: UNESCO, 1994.