

DOI: [10.46943/IX.CONEDU.2023.GT13.006](https://doi.org/10.46943/IX.CONEDU.2023.GT13.006)

APLICAÇÕES DO MAPA MENTAL NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

DENISE SAYURI ODA NAMPO

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, campus de Foz do Iguaçu – PR, denise.nampo@gmail.com;

SUSIMEIRE VIVIEN ROSOTTI DE ANDRADE

Professora Doutora do Curso de Licenciatura em Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino da Unioeste, campus de Foz do Iguaçu – PR, susimeire.andrade@unioeste.br

RESUMO

Nesta revisão integrativa, exploramos as aplicações do mapa mental no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Buscamos por publicações nas seguintes bases eletrônicas: *Educational Resources Information Center* (ERIC), *Scopus* e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), sem limitação de idioma ou período, utilizando-se a combinação dos descritores “Mapa mental”, (“Aprendizagem” ou “Ensino”) e “Matemática” e seus sinônimos, de acordo com o sistema de indexação de cada base. Catorze pesquisas foram incluídas, sendo 06 estudos quasi-experimentais, 05 não experimentais e 03 revisões da literatura. Após análise, identificamos a utilização do mapa mental em ambientes virtuais de aprendizagem, de forma colaborativa, com o uso de **softwares** que permitiram a inserção de vídeos e imagens em sua construção. Ainda, identificamos a aplicação do mapa mental no processo de ensino e aprendizagem da Matemática para: a) Auxiliar na introdução e construção de um novo conhecimento; b) Estabelecer relações entre conceitos; c) Desenvolver a cognição matemática; d) Fornecer uma visão geral do conteúdo estudado; e) Revisar um conteúdo; f) Organizar a informação; g) Auxiliar na memorização; h) Resumir um conteúdo; i) Estimular a criatividade; j) Mostrar conexões entre a Matemática e o mundo; k) Desenvolver habilidades críticas e analíticas; l) Avaliar, tornando visíveis as estruturas cognitivas dos estudantes. Concluímos que existe uma ampla variedade de uso do mapa mental, para o ensino e aprendizagem da Matemática, da educação básica ao ensino superior, tanto por alunos quanto por professores. No entanto, por ser uma

representação gráfica individual, sua elaboração depende do conhecimento do usuário, sendo importante que essa característica seja ponderada quando de sua utilização. Considerando que as evidências trazidas em nossa revisão são provenientes de estudos não experimentais e quasi-experimentais, encorajamos a realização de pesquisas experimentais adequadamente dimensionadas para avaliar a efetividade dos mapas mentais no ensino da Matemática.

Palavras-chave: Recurso didático, Educação Matemática, Representação gráfica, Mapeamento mental.

INTRODUÇÃO

A Matemática é amplamente reconhecida como um saber fundamental para a plena participação do indivíduo na vida social e econômica (Brasil, 2020). No entanto, ela é frequentemente vista como uma disciplina desafiadora, sendo uma das que apresenta maiores taxas de reprovação.

Nesse contexto, historicamente o ensino e a aprendizagem da Matemática têm sido um desafio tanto para os alunos quanto para os professores e pesquisadores, que estão constantemente em busca de novas abordagens para o processo de ensino e aprendizagem.

Em 2018, os resultados da avaliação de Matemática no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) revelaram que o Brasil obteve 384 pontos, o que representou um desempenho 108 pontos abaixo da média dos estudantes dos países que fazem parte da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Isso evidencia não apenas a dificuldade dos alunos brasileiros nessa disciplina, mas também seu déficit em relação a estudantes de outros países, potencialmente prejudicando sua apresentação frente a um mundo globalizado (Brasil, 2020).

Dado o papel crucial da Matemática e a complexidade que os estudantes brasileiros enfrentam ao aprender essa disciplina, conforme demonstrado pelos resultados do PISA, torna-se evidente que qualquer estratégia que possa aprimorar o ensino, bem como motivar e estimular o aprendizado dos alunos, é de extrema importância. Uma ferramenta, inicialmente criada para fazer anotações, que vem sendo explorada para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem é o mapa mental. Criada pelo matemático, psicólogo e neurocientista Tony Buzan (1942-2019), essa técnica favorece a organização e estruturação de um pensamento, de uma forma visualmente interessante (Buzan; Buzan, 1994; Marques, 2008).

A essência do mapa mental é simplificar ao máximo os símbolos necessários para expressar ideias importantes relacionadas a um tópico específico. Um mapa mental bem elaborado incorpora todos os detalhes fundamentais e indispensáveis para a compreensão do tema em questão. O conceito principal é centralizado no mapa, idealmente representado por meio de uma imagem ou ilustração. As ideias correlacionadas são descritas com palavras-chave, cada uma em cores distintas, formando extensões a partir da ideia principal. Por essa característica, o mapa

mental constitui uma ferramenta de fácil e rápido acesso quando o assunto é a retomada de um conteúdo (Buzan, 2012; Buzan; Buzan, 1994; Marques, 2008).

De acordo com Buzan (2012), a inclusão de imagens ou ícones associados às palavras-chave, ou até mesmo em substituição a elas, é uma estratégia recomendada. Isto se deve ao fato de que imagens são particularmente mais eficazes em evocar associações, estimulando o pensamento criativo e melhorando a capacidade de memorização. Buzan afirma que uma imagem é capaz de transmitir mais do que mil palavras, uma vez que envolve uma ampla gama de habilidades cerebrais, incluindo percepção de cores, formas, linhas, dimensões, texturas e o estímulo à imaginação. Em contrapartida, o uso de sentenças ou frases completas deve ser evitado, pois isso pode inibir a formação de novas conexões e associações. Quando organizadas dessa maneira, as informações contidas em um mapa mental oferecem uma visão abrangente do tema, facilitando a organização, síntese e hierarquização dos tópicos relacionados a um determinado assunto (Buzan, 2012; Marques, 2008).

Devido à sua estrutura, o mapa mental é aplicado e valorizado em uma ampla variedade de contextos, abrangendo ambientes organizacionais, escolares, domésticos e atividades sociais. Nesses cenários, os mapas mentais emergem como uma ferramenta útil para otimizar o gerenciamento do tempo, planejamento de projetos, tomada de decisões, auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, bem como coordenar tarefas cotidianas, atividades de lazer e eventos.

Dada a complexidade que os estudantes enfrentam ao aprender Matemática e a relevância de investigar abordagens inovadoras para aprimorar o ensino dessa disciplina, conduzimos um estudo com o objetivo de explorar as possíveis aplicações do mapa mental no processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi estruturada por meio de uma revisão integrativa, uma metodologia cujo objetivo é compilar e sintetizar resultados de pesquisas experimentais e não-experimentais, unindo dados da literatura teórica e empírica, proporcionando um vasto e profundo entendimento do fenômeno pesquisado (Souza; Silva; Carvalho, 2010).

Para esta revisão consideramos elegíveis os estudos primários e secundários que discorressem sobre a aplicação de mapas mentais no processo de ensino e

aprendizagem da Matemática. Os estudos primários foram aqueles que propunham investigar a utilização do mapa mental como recurso didático em sala de aula e os estudos secundários aqueles que tinham como objetivo compilar evidências.

A busca eletrônica por estudos de interesse foi realizada no dia 20/07/2023, nas seguintes bases eletrônicas de dados: *Educational Resources Information Center* (ERIC), *Scopus* e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), sem limitação de idioma ou período, conforme estratégia descrita no Quadro 1.

As referências encontradas foram importadas para uma planilha eletrônica. Após a eliminação de referências duplicadas, procedemos com a análise de títulos e/ou resumos, sendo excluídos os estudos claramente não elegíveis. Em seguida, realizamos a análise dos textos completos, permanecendo apenas as referências que atendiam aos critérios de elegibilidade. Posteriormente, conduzimos uma busca manual nas referências dos estudos incluídos. As referências potencialmente relevantes foram submetidas à análise de títulos e/ou resumos e análise de textos completos, permanecendo apenas os estudos que contemplavam os critérios de elegibilidade.

Quadro 1 – Descrição das buscas realizadas por base eletrônica

Base eletrônica	Descritores	Campo
ERIC	<i>("mind map" OR "mental map" OR "mind mapping" OR "mental mapping") AND (education OR learning) AND (math OR mathematic)</i>	Em todos os campos
Scopus	<i>("mind map" OR "mental map" OR "mind mapping" OR "mental mapping") AND (education OR learning) AND (math OR mathematic)</i>	Em todos os campos
BDTD	<i>"mapa mental" AND (ensino OR aprendizagem) AND matemática</i>	Em todos os campos

Fonte: as autoras (2023).

A extração dos dados objetivou identificar as seguintes informações: o público-alvo atingido com o uso dos mapas mentais, a aplicação dos mapas mentais no processo de ensino e aprendizagem da Matemática e suas limitações.

Os dados extraídos foram submetidos a uma análise descritiva, que segundo Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 102) procura detalhar as propriedades, atributos e perfis de indivíduos, "grupos, comunidades, processos, objetos ou qualquer outro fenômeno" passível de análise. Essencialmente, o propósito é exclusivamente

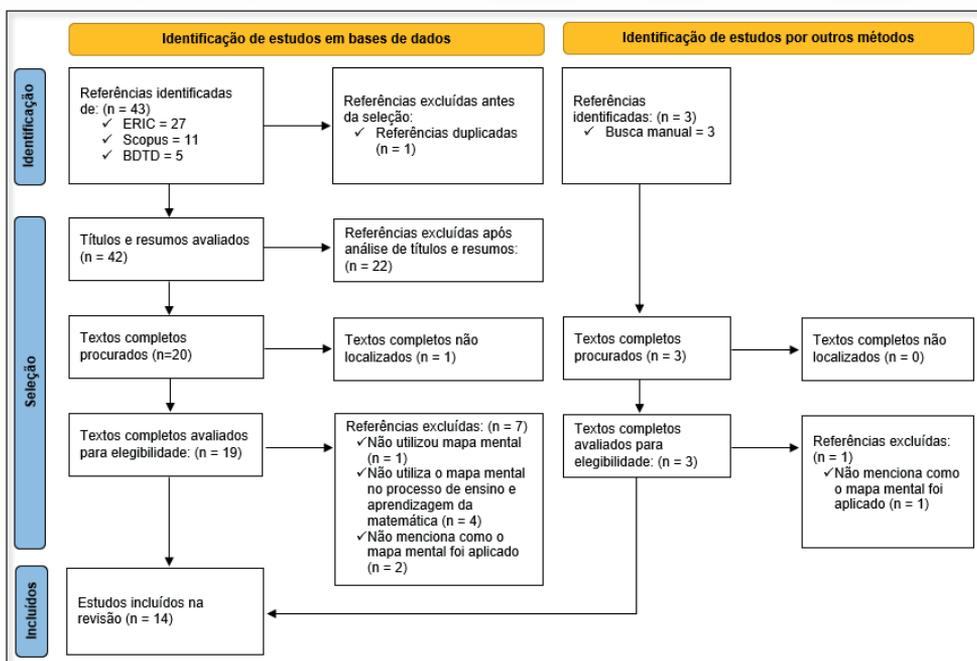
mensurar ou coletar informações de maneira isolada ou combinada sobre os conceitos ou variáveis em questão, sem a intenção de estabelecer suas interações ou relações mútuas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca retornou 43 referências. Após a exclusão de uma entrada duplicada, dos 42 estudos, 22 foram excluídos após leitura dos títulos e/ou resumos por não terem utilizado o mapa mental no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Na fase de procura por textos completos, uma referência não foi localizada. Dos 19 textos completos analisados, 7 estudos foram excluídos (um por não ter utilizado o mapa mental, 4 por não terem utilizado o mapa mental no processo de ensino e aprendizagem da Matemática e 2 por não terem mencionado como o mapa mental foi aplicado no estudo).

Na sequência, realizamos uma busca manual por artigos de interesse nas referências dos estudos incluídos. Nesta etapa encontramos 3 estudos potencialmente relevantes, dos quais um foi excluído por não ter mencionado como o mapa mental foi aplicado. Ao final das etapas, 14 estudos foram incluídos nesta revisão (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma da seleção dos estudos



Fonte: as autoras (2023).

As 14 pesquisas incluídas foram conduzidas em 10 países diferentes e variaram quanto ao tipo, entre estudos quasi-experimentais (n=6), estudos não experimentais (n=5) e revisões de literatura (n=3). Os estudos abordaram a utilização do mapa mental no processo de ensino e aprendizagem da Matemática em diversos públicos-alvo, variando entre estudantes da educação infantil a estudantes da graduação (Quadro 2).

Quadro 2 – Características dos estudos incluídos

Título	Autor/ano	Origem	Público alvo do estudo	Tipo de estudo
RME Approach and Mind Map Methode to Enhance Mathematical Cognition of Elementary School Students	ILMI; BENTRI, 2019	Indonésia	Estudantes do ensino fundamental anos iniciais	Estudo quasi-experimental
The effect of using mind maps on the development of maths and science skills	POLAT; YAVUZ; TUNC, 2017	Turquia	Crianças de 4 a 5 anos	Estudo quasi-experimental

Título	Autor/ano	Origem	Público alvo do estudo	Tipo de estudo
The Enhancement of Mathematical Reasoning Ability of Junior High School Students by Applying Mind Mapping Strategy	AYAL <i>et al.</i> , 2016	França	Estudantes do ensino médio	Estudo quasi-experimental
Identifying Concepts Created for Geometric Objects: Mind Map	YORULMAZ; UYSAL, 2021	Turquia	Estudantes de pedagogia	Estudo não experimental
The use of mind maps related to the four operations in primary school fourth-grade students as an evaluation tool	YORULMAZ; UYSAL; SIDEKLI, 2021	Turquia	Estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental	Estudo não experimental
Online collaborative mind mapping in a mathematics teacher education program: a study on student interaction and knowledge construction	ARAÚJO; GADANIDIS, 2020	Canadá	Estudantes de licenciatura em matemática	Estudo não experimental
Sala de aula invertida e aprendizagem de temas financeiro-econômicos.	OLIVEIRA, 2021	Brasil	Estudantes do 1º ano do Ensino Médio	Estudo não experimental
The Use of ICT Tools to Organize Distance Learning of Mathematics for Primary School Students under COVID-19 Pandemic Conditions	RUDENKO <i>et al.</i> , 2021	Ucrânia	Estudantes do ensino fundamental anos iniciais	Estudo não experimental
Using mind map in teaching mathematics: An experimental study	LOC, LOC, 2020	Vietnã	Estudantes do ensino médio	Estudo quasi-experimental
Mind maps in electronic and classical format in mathematics teaching.	SĂMĂRESCU, 2020	Romênia	Estudantes do ensino fundamental anos iniciais	Estudo quasi-experimental
Supporting Pre-schoolers' Acquisition of Geometric Knowledge Through Mind Mapping	SEZER; POLAT, 2022	Turquia	Crianças de 5 a 6 anos	Estudo quasi-experimental
Graphical Knowledge Display: Mind Mapping and Concept Mapping as Efficient Tools in Mathematics Education.	BRINKMANN, 2003a	Alemanha	N/A	Revisão bibliográfica
Mind Mapping as a Tool in Mathematics Education.	BRINKMANN, 2003b	Alemanha	N/A	Revisão bibliográfica
Mathematical Mind Mapping.	ENTREKIN, 1992	EUA	N/A	Revisão bibliográfica

Fonte: as autoras (2023).

Nas seções seguintes descreveremos as características dos estudos incluídos e as aplicações do mapa mental no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, sob a perspectiva da construção do conhecimento matemático, sua utilização como instrumento de avaliação e suas limitações como ferramenta didática.

MAPA MENTAL NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO

Seis estudos quasi-experimentais (Ayal *et al.*, 2016; Ilmi; Bentri, 2019; Loc; Loc, 2020; Polat; Yavuz; Tunc, 2017; Sămărescu, 2020; Sezer; Polat, 2022) e dois estudos não experimentais (Oliveira, 2021; Rudenko *et al.*, 2021) pesquisaram a utilização do mapa mental como ferramenta para a construção do conhecimento matemático.

Loc e Loc (2020), Sămărescu (2020) e Sezer e Polat (2022) abordaram a aplicação do mapa mental em dois contextos: para o ensino de um conteúdo novo e para a revisão de um conteúdo já ensinado.

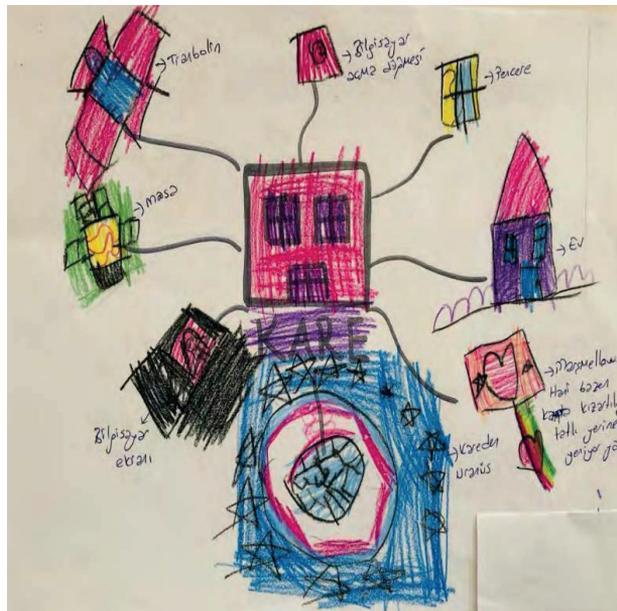
Para o ensino, Loc e Loc (2020) sugerem que o professor introduza um tópico e desenhe ou escreva a palavra-chave no centro do mapa. Durante o desenvolvimento da aula, novos ramos devem ser incluídos a medida que novos conhecimentos são introduzidos. Concluída a aula, o professor utiliza o mapa mental para consolidar e resumir o conhecimento construído. Já para a revisão do conteúdo, os autores sugerem que os estudantes criem mapas mentais do que foi aprendido em sala, como parte de suas atividades de casa. Uma outra maneira, seria iniciar a construção do mapa mental em uma aula subsequente, orientando os estudantes por meio de questionamentos que estimulem a lembrança de conteúdos já abordados. Os autores relatam que o mapa mental permitiu que o conhecimento fosse codificado de uma maneira compreensível, detalhada e ao mesmo tempo concisa, ajudando os estudantes na observação e memorização do conteúdo. As atividades propostas geraram entusiasmo entre os estudantes e promoveram o desenvolvimento da criatividade e da habilidade de raciocínio.

Nos estudos de Sămărescu (2020) e Sezer e Polat (2022), o mapa mental foi utilizado para além da performance dos estudantes em Matemática. Nesses estudos, a ferramenta favoreceu a conscientização da relação entre conceitos e subconceitos, propiciando a consolidação do conhecimento. Sămărescu (2020) enfatiza que o uso do mapa mental proporcionou o desenvolvimento de habilidades críticas e

analíticas e a possibilidade de expor as relações concebidas de forma errada pelos estudantes, possibilitando a intervenção do professor quando necessário.

Uma das atividades desenvolvidas no estudo de Sezer e Polat (2022) objetivou desenvolver correlações entre a figura geométrica quadrado e objetos com o mesmo formato. Nela, por exemplo, uma criança de 5 anos correlacionou o quadrado com a superfície de uma mesa (*masa yüzeyi*), um trampolim (*trambolin*), o botão de um computador (*bilgisayar açma düğmesi*), uma janela (*pencere*), uma casa (*ev*), um marshmallow (*lokum/marsmelov*) e a tela de um computador (*bilgisayar ekranı*) (Figura 2).

Figura 2 – Mapa mental no ensino da Geometria



Fonte: Sezer e Polat (2022).

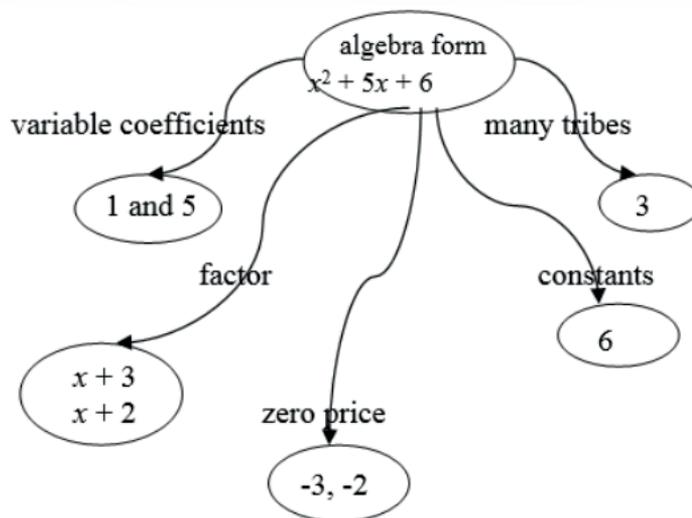
Outros três estudos quasi-experimentais (Ayal *et al.*, 2016; Ilmi; Bentri, 2019; Polat; Yavuz; Tunc, 2017) utilizaram o mapa mental no desenvolvimento de habilidades cognitivas em Matemática. Embora a aplicação do mapa mental tenha sido similar e os resultados tenham sido favoráveis para seu uso nos três estudos, as populações estudadas e as estratégias de utilização dessa ferramenta foram bastante distintas.

O estudo de Polat, Yavuz e Tunc (2017) utilizou o mapa mental no desenvolvimento de temas diversos não relacionados à Matemática. As construções, realizadas de forma colaborativa por crianças de 4 e 5 anos de idade, envolviam conceitos associados aos temas: água, roupas, comida, escola, brinquedos e dinossauros.

Já o estudo desenvolvido por Ayal *et al.* (2016), com estudantes do ensino médio, utilizou como estratégia o mapa mental nas quatro etapas descritas abaixo:

1. Visão geral: essa etapa visa a criação de um mapa mental mestre, fornecendo uma visão geral dos tópicos que serão estudados durante o semestre. Os autores sugerem a aplicação do mapa mental, com este propósito, na primeira aula de cada semestre.
2. Pré-visualização: é uma continuação da visão geral, em um nível mais detalhado. Os estudantes desenvolverão um conhecimento prévio suficiente sobre o subtópico do material, antes do início de uma discussão mais detalhada.
3. Visão interna: consiste em uma revisão em profundidade, na qual o tópico é discutido detalhadamente. Nessa fase, espera-se que os alunos registrem as informações, conceitos ou fórmulas importantes, para ajudá-los a compreender e dominar o material que está sendo ensinado.
4. Revisão: é uma revisão realizada antes do final da aula e na forma de um resumo do material que foi ensinado, enfatizando as informações, conceitos e fórmulas importantes. Esse procedimento auxilia os estudantes a se concentrarem em reestudar em casa todos os materiais ensinados durante a aula. As revisões também podem ser feitas quando a aula estiver prestes a começar, em um próximo encontro, como uma forma de lembrar o conteúdo que foi ensinado na aula anterior.

Figura 3 – Mapa mental no ensino de Álgebra



Fonte: Ayal et al. (2016).

A Figura 3 ilustra um mapa mental confeccionado no ensino de equações quadráticas, desenvolvido no estudo de Ayal *et al.* (2016). As ideias relacionadas evidenciam os coeficientes, a forma fatorada e as raízes da equação.

Alinhado ao estudo de Ayal *et al.* (2016), Ilmi e Bentri (2019) também consideraram o mapa mental como um meio de disponibilizar uma visão geral do que será estudado e permitir a identificação, de forma clara e criativa, do que foi ensinado. Os autores utilizaram o mapa mental para o ensino da Matemática com o objetivo de envolver ativamente o estudante na construção de seu conhecimento e compararam seu efeito com a aplicação de uma Educação Matemática Realista (EMR), a qual conecta a Matemática com situações do mundo real. As habilidades cognitivas foram mensuradas por meio de indicadores de integração viso-motora, atenção, habilidades matemáticas e coordenação motora fina pois, segundo os autores, o desenvolvimento precoce dessas habilidades tem se mostrado importante na construção do conhecimento matemático.

Das duas pesquisas não experimentais, Oliveira (2021) destaca-se pelo uso do mapa mental como uma ferramenta de metodologia ativa em aulas *online*. O mapa mental elaborado foi utilizado como recurso didático em uma aula sobre funções quadráticas, conduzida pelos alunos, em uma metodologia de sala de aula invertida. Oliveira (2021) evidenciou a viabilidade de se utilizar o mapa mental nessa

metodologia, destacando a motivação e a participação ativa dos estudantes ao se utilizar essa ferramenta.

Por sua vez, Rudenko *et al.* (2021) conduziu uma pesquisa-ação com o objetivo de fundamentar a viabilidade pedagógica e o valor didático da incorporação de recursos eletrônicos e tecnologias modernas na organização do ensino de Matemática à distância na escola primária. A criação dos mapas mentais referente às aulas de Matemática foi realizada durante a pandemia (COVID-19), de forma remota, com o auxílio dos *softwares FreeMind, Bubbl.us e MindMeister*. Os autores relatam que houve uma melhora na compreensão do conteúdo pelos estudantes e sugerem que o uso de mapas mentais nas aulas de Matemática à distância podem ajudar os alunos a entender melhor o material e a absorver os conteúdos matemáticos de uma maneira mais eficaz.

No geral, as pesquisas concluíram que os mapas mentais permitiram revisar, visualizar, vincular e manipular ideias, contribuindo para uma melhor compreensão do conteúdo e construção e organização do conhecimento. Os resultados dos estudos apontaram para ganhos em habilidades cognitivas em Matemática com o uso do mapa mental e reforçam sua utilização por estudantes e professores para a melhora do aprendizado em Matemática.

MAPA MENTAL COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO

Uma outra possibilidade de aplicação do mapa mental é a sua utilização como instrumento de avaliação. Segundo Brinkmann (2003a; 2003b), quando o mapa mental é desenhado pelo estudante, a estrutura de seu conhecimento torna-se visível, tanto para o professor quanto para ele mesmo, que toma consciência da organização do seu próprio conhecimento. Expor as conexões ou conceitos errados assimilados pelo estudante permite que o professor interfira, corrigindo e aprimorando o aprendizado de seus alunos. O mapa mental também pode ser utilizado antes e após a apresentação de um tópico, como ferramenta de diagnóstico da evolução do conhecimento do estudante.

Os estudos de Yorulmaz e Uysal (2021) e Yorulmaz, Uysal e Sidekli (2021) utilizaram o mapa mental para determinar o conhecimento, a percepção e os conceitos errados elaborados por estudantes. O primeiro avaliou o conhecimento de futuros pedagogos sobre sólidos geométricos. O segundo, verificou o conhecimento de

alunos do 4º ano do ensino primário da Turquia (equivalente ao 4º ano do Ensino Fundamental no Brasil) sobre as quatro operações matemáticas.

De forma similar, Araujo e Gadanidis (2020) buscaram descobrir, por meio de um mapeamento mental colaborativo, como futuros professores de Matemática interagem e constroem o conhecimento. O mapa mental possibilitou reorganizar a maneira pela qual os alunos pensavam sobre a Matemática, sobre o pensamento computacional e sobre a pedagogia da Matemática.

Em conjunto, essas pesquisas mostraram que os mapas mentais permitiram visualizar, vincular e manipular ideias de uma forma que discussões encadeadas não poderiam suportar e indicam para a possibilidade de utilização do mapa mental como ferramenta de avaliação, de modo a identificar os erros e a compreensão conceitual estruturada pelos estudantes. Além disso, o estudo de Yorulmaz, Uysal e Sidekli (2021) destaca uma vantagem do uso do mapa mental em comparação com o teste de desempenho empregado no estudo, particularmente na avaliação da compreensão conceitual.

FERRAMENTAS PARA A CONFEÇÃO DE MAPAS MENTAIS

A criação de um mapa mental requer poucos materiais. Um simples papel em branco, lápis ou canetas coloridas são suficientes para sua construção. No entanto, a partir de sua criação, muitos **softwares** vêm sendo desenvolvidos para auxiliar em sua construção, facilitando inclusive o seu uso colaborativo, em ambientes virtuais de aprendizagem.

Dos estudos incluídos, três utilizaram **softwares** para construção de mapas mentais. Araujo e Gadanidis (2020) utilizaram os **softwares** *Popplet*, *Mindmeister* e *Mindomo* para a construção de um mapeamento mental colaborativo e **online**, que possibilitou mostrar como ideias coletivas relacionavam-se com a ideia de outros participantes. Rudenko *et al.* (2021) utilizaram os **softwares** *FreeMind*, *Bubbl.us* e *Mindmeister* para aulas **online** de Matemática durante a pandemia COVID-19. Já o estudo de Sămărescu (2020) utilizou os seguintes **softwares** para o desenvolvimento de atividades a serem realizadas em casa pelos estudantes:

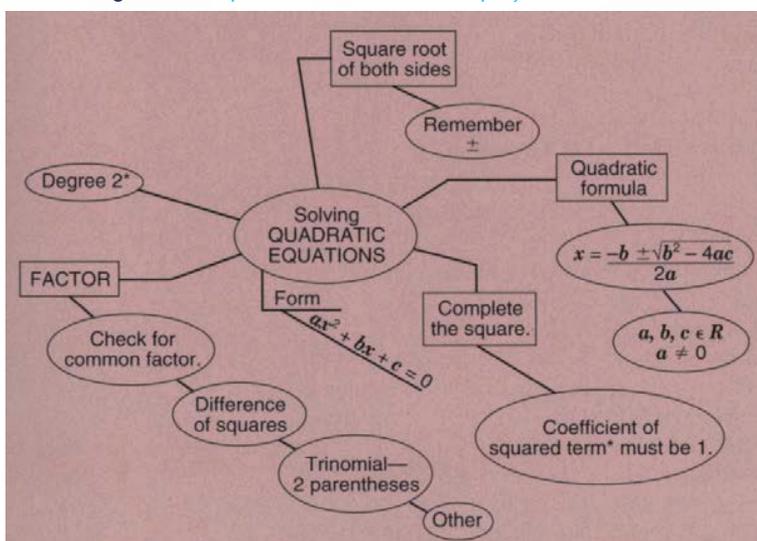
MindNode Remember, *Docear* (<http://docear.org>), *CMAP*, *Rationale* (aus-think.com) *MindMappingTool* (www.mindmeister.com/), *XMind* (www.xmind.net), *LucidChart* (www.lucidchart.com), *iThoughts*, *Simple-Mind*, *Mindly*, *MindVector*, *Miro* (Miro.com).

Dentre as vantagens da utilização de mapas mentais no formato digital, claramente visíveis nos estudos incluídos, podemos citar a inserção de imagens e vídeos e a realização de um trabalho simultâneo e colaborativo.

MAPA MENTAL: APLICAÇÕES E LIMITAÇÕES

Os estudos de Brinkmann (2003a), Brinkmann (2003b) e Entrekin (1992) foram revisões bibliográficas que procuraram apresentar o mapa mental como uma ferramenta pedagógica para a educação matemática e descrever suas aplicações, vantagens e limitações. Complementarmente, Entrekin (1992) oferece um exemplo didático da utilização do mapa mental para o ensino de equações quadráticas (Figura 4).

Figura 4 – Mapa mental no ensino de Equações Quadráticas



Fonte: Entrekin (1992).

Em conjunto, as autoras citam possibilidades da aplicação do mapa mental no processo de ensino e aprendizagem da Matemática:

1. Para auxiliar na organização da informação: por possuir uma estrutura aberta, cada ideia produzida pode ser integrada ao mapa mental, relacionando-se com uma ideia já estruturada (Brinkmann, 2003a; 2003b).

2. Para auxiliar na memorização: cada mapa possui uma aparência única e um forte apelo visual, facilitando a memorização (Brinkmann, 2003a; 2003b).
3. Como ferramenta de resumo: o professor pode escrever o tópico no quadro e perguntar aos alunos quais ideias principais se conectam a ele, formando a primeira ramificação do mapa mental. Na sequência, os alunos devem ser questionados sobre quais outras ideias se conectam com as ideias do primeiro ramo e uma nova ramificação é formada. Nesse caso, o mapa mental resumirá a ideia de diversos estudantes, como uma tarefa comum de uma sala toda (Brinkmann, 2003a). Uma outra opção é solicitar ao estudante que redesenhe o mapa mental, imprimindo nele seu próprio estilo (Brinkmann, 2003b)
4. Para introduzir novos conceitos: o novo conceito deve ocupar o centro do mapa mental. A partir do momento que o conceito evolui, novos componentes são adicionados a ele. A representação visual servirá para auxiliar o estudante a relacionar conceitos novos a conceitos já conhecidos (Brinkmann, 2003a; 2003b; Entekin, 1992).
5. Para conectar uma nova informação com uma informação já existente: uma nova informação pode ser adicionada a um mapa mental pre-existente, formando um mapa mental expandido. O professor, por já possuir uma visão geral do tópico e por compreender como novos conceitos podem se conectar aos velhos, deve iniciar essa atividade (Brinkmann, 2003a; 2003b; Entekin, 1992).
6. Para tornar as estruturas cognitivas dos estudantes visíveis: os mapas mentais desenhados por estudantes fornecem informações sobre seus conhecimentos. Os mapas mentais tornam a estrutura do conhecimento dos estudantes visíveis tanto para o professor quanto para o estudante, que toma consciência da organização do seu próprio conhecimento. Esse processo pode ser melhorado se realizado de forma colaborativa. As conexões errôneas tornam-se visíveis, permitindo que o professor interfira neste momento, corrigindo e aprimorando o aprendizado de seus alunos. Ainda, é possível utilizar o mapa mental para checar a evolução do conhecimento do aluno, solicitando que ele faça um mapa mental antes da apresentação do tópico e outro após a apresentação (Brinkmann, 2003a; 2003b).

7. Para estimular a criatividade: cada aluno pode desenvolver um estilo diferente na construção de um mapa mental, que pode ter diferentes formas, cores, símbolos ou imagens. Uma vez que todas as informações já estão postas no mapa mental, a autora sugere que ele seja redesenhado. Uma vez que se sabe quais são as estruturas do mapa e todos seus componentes, é possível aprimorar seu layout, design e arranjo. Além disso, redesenhar permite que o estudante reforce seu conhecimento (Brinkmann, 2003a; 2003b).
8. Os mapas mentais permitem mostrar conexões entre a Matemática e o mundo: por ser uma ferramenta aberta, qualquer ideia pode ser associada a ela. Assim, conteúdos matemáticos podem ser conectados a assuntos não matemáticos, permitindo ao estudante reconhecer que a Matemática não é uma disciplina isolada, mas que está relacionada a muitas outras áreas (Brinkmann, 2003a; 2003b).
9. O mapa mental ajuda o estudante a se lembrar das relações e passos necessários nos processos matemáticos (Entrekin, 1992).

Como limitações, as autoras relatam que as estruturas do mapa mental são limitadas ao conhecimento e experiência prévia do usuário. Embora a individualização do processo de ensino e aprendizagem seja interessante, as autoras reconhecem que, apesar de possuir um conteúdo bem estruturado e ordenado, o mapa mental pode, às vezes, parecer confuso. Suas representações gráficas são muito individuais. Assim, pessoas diferentes farão associações diferentes com o mesmo tópico e desenharão, por consequência, mapas mentais diferentes. Portanto, para um melhor ganho em aprendizagem, o mapa mental deve ser desenhado por aquele que o utilizará. Além disso, esse método não garante o domínio de um processo algorítmico no que se refere a gerar uma resposta a partir de uma equação, mas fornece um método para lembrar as relações e as etapas de um algoritmo. O mapa mental matemático não garante a eficiência do processo matemático, nem substitui a prática pela repetição de procedimentos. No entanto, ajuda a lembrar o que é necessário para executar um procedimento matemático.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até onde alcança nosso conhecimento, esta foi a primeira revisão abrangente para compilar as formas de utilização do mapa mental no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Não aplicamos restrições de idioma, período ou país de realização do estudo. Como resultado, compilamos tanto ideias de aplicabilidade dos mapas mentais, quanto **softwares** em diferentes partes do mundo para favorecer o aprendizado da Matemática. Em conjunto, tais informações ampliarão a visão de professores e formadores de professores acerca da utilidade dos mapas mentais no ensino e aprendizagem da Matemática, bem como fomentarão a investigação quanto à efetividade desta ferramenta.

Identificamos a utilização do mapa mental em ambientes virtuais de aprendizagem, de forma colaborativa, com o uso de **softwares** que permitem a inserção de vídeos e imagens em sua construção. Ainda, identificamos a aplicação do mapa mental no processo de ensino e aprendizagem da Matemática para: a) Auxiliar na introdução e construção de um novo conhecimento; b) Estabelecer relações entre conceitos; c) Desenvolver a cognição matemática; d) Fornecer uma visão geral do conteúdo estudado; e) Revisar um conteúdo; f) Organizar a informação; g) Auxiliar na memorização; h) Resumir um conteúdo; i) Estimular a criatividade; j) Mostrar conexões entre a Matemática e o mundo; k) Desenvolver habilidades críticas e analíticas e l) Avaliar, tornando visíveis as estruturas cognitivas dos estudantes.

Concluimos que existe uma ampla variedade de uso do mapa mental para o ensino e aprendizagem da Matemática; da educação básica ao ensino superior, tanto por alunos quanto por professores. Recomenda-se que professores e formadores de professores reflitam acerca das possibilidades apresentadas, selecionando cuidadosamente aquelas que melhor se ajustem ao conteúdo e contexto de ensino em que atuam. Ao se adotar a ferramenta, devem manter em mente que, por ser uma representação gráfica individual, sua elaboração depende do conhecimento do usuário, sendo importante que essa característica seja ponderada quando de sua utilização.

Ao mesmo tempo, considerando que as evidências trazidas em nossa revisão são provenientes de estudos não experimentais e quasi-experimentais, encorajamos a realização de pesquisas experimentais adequadamente dimensionadas e rigorosamente conduzidas para avaliar a efetividade dos mapas mentais no ensino da Matemática.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Rosa Cendros; GADANIDIS, George. Online Collaborative Mind Mapping in a Mathematics Teacher Education Program: A Study on Student Interaction and Knowledge Construction. **ZDM Mathematics Education**, [s. l.], v. 52, n. 5, p. 943–958, 2020.

AYAL, Carolina S.; KUSUMA, Yaya S.; SABANDAR, Jozua; DAHLAN, Jarnawi Afgan. The Enhancement of Mathematical Reasoning Ability of Junior High School Students by Applying Mind Mapping Strategy. **Journal of Education and Practice**, [s. l.], v. 7, n. 25, p. 50–58, 2016.

BRASIL, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Relatório Brasil no PISA 2018**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020. ISSN 1098-6596. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf. Acesso em: 02 Ago. 2023.

BRINKMANN, Astrid. Graphical Knowledge Display: Mind Mapping and Concept Mapping as Efficient Tools in Mathematics Education. **Mathematics Education Review**, [s. l.], n. 16, p. 35–48, 2003a.

BRINKMANN, Astrid. Mind Mapping as a Tool in Mathematics Education. **Mathematics Teacher**, [s. l.], v. 96, n. 2, p. 96–101, 2003b.

BUZAN, Tony. **The Ultimate Book of Mind Maps**. Londres: HarperCollins Publishers, 2012. Disponível em: http://books.google.com/books?id=v4-D6Pu_9bAC&pgis=1. Acesso em: 09 Ago. 2023.

BUZAN, Tony; BUZAN, Barry. **The Mind Map Book: How to use radiant thinking to maximize your brain's untapped potencial**. Nova Iorque: Plume, 1994.

ENTREKIN, Virginia S. Mathematical Mind Mapping. **The Mathematics Teacher**, [s. l.], v. 85, n. 6, p. 444–445, 1992.

ILMI, Rahmatul; BENTRI, Alwen. RME Approach and Mind Map Methode to Enhance Mathematical Cognition of Elementary School Students. *In: International Conference on Education, Science and Technology, 2019. Journal of Physics: Conference Series*. [S. l.]: IOP Publishing, 2019. p. 12138. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85076406535&doi=10.1088%2F1742-6596%2F1387%2F1%2F012138&partnerID=40&md5=8b54fd2c45444f65731405f2287979b> b. Acesso em: 04 Ago. 2023.

LOC, Nguyen Phu; LOC, Mai Tan. Using mind map in teaching mathematics: An experimental study. *International Journal of Scientific and Technology Research*, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 1149–1155, 2020.

MARQUES, António Manuel de Miranda. **Utilização pedagógica de mapas mentais e de mapas conceituais**. 2008. 153 f. Universidade Aberta, [s. l.], 2008. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/1259>. Acesso em: 03 Out. 2022.

OLIVEIRA, Izabela Badaró Machado de. **Sala de aula invertida e aprendizagem de temas financeiro-econômicos**. 2021. 162 f. Universidade Federal de Juiz de Fora, [s. l.], 2021.

POLAT, Ozgul; YAVUZ, Ezgi Aksin; TUNC, Ayse Betul Ozkarabak. The effect of using mind maps on the development of maths and science skills. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 32–45, 2017.

RUDENKO, Nina; PALAMAR, Svitlana; NEZHYVA, Liudmyla; BONDARENKO, Gennady; SHYROKOV, Denys. The Use of ICT Tools to Organize Distance Learning of Mathematics for Primary School Students under COVID-19 Pandemic Conditions. *In: 17th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, 2021, Kherson, Ucrânia. CEUR Workshop Proceedings*. Kherson, Ucrânia: [s. n.], 2021. p. 371–380. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85121580846&partnerID=40&md5=9152f2652fedde07f9c801e-1889dab83>. Acesso em: 04 Ago. 2023.

SĂMĂRESCU, Nicoleta. Mind maps in electronic and classical format in mathematics teaching. *In:* , 2020, Bucareste, Romênia. **The 16th International Scientific Conference eLearning and Software for Education**. Bucareste, Romênia: [s. n.], 2020. p. 584–588. Disponível em: <https://proceedings.elseconference.eu/index.php?r=site/index&year=2020#>. Acesso em: 04 Ago. 2023.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María del Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SEZER, Türker; POLAT, Özgül. Supporting Pre-Schoolers' Acquisition of Geometric Knowledge through Mind Mapping. **Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education**, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 86–105, 2022.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, [s. l.], v. 8, p. 102–106, 2010.

YORULMAZ, Alper; UYSAL, Hümeýra. Identifying Concepts Created for Geometric Objects: Mind Map. **Shanlax International Journal of Education**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 309– 324, 2021.

YORULMAZ, Alper; UYSAL, Hümeýra; SIDEKLI, Sabri. The Use of Mind Maps Related to the Four Operations in Primary School Fourth-Grade Students as an Evaluation Tool. **Journal of Education and Learning (EduLearn)**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 257–266, 2021.