UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

RITIELLE BITENCOURT ALDERETTE

A MATEMÁTICA DE MONTESSORI E AS NEUROCIÊNCIAS: UM MAPEAMENTO DE PESQUISAS NA PLATAFORMA *WEB OF SCIENCE*

Itaqui
2025

RITIELLE BITENCOURT ALDERETTE

A MATEMÁTICA DE MONTESSORI E AS NEUROCIÊNCIAS: UM MAPEAMENTO DE PESQUISAS NA PLATAFORMA *WEB OF SCIENCE*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Matemática – Licenciatura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciada em Matemática.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Deise Pedroso Maggio
Coorientador: Prof.º Dr.º Rui Seabra Machado

Itaqui
2025

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

ALDERETTE, Ritielle B.
A Matemática de Montessori e as Neurociências: Um Mapeamento de Pesquisas na Plataforma Web Of Science
Ritielle Bitencourt Alderette. – (data)
Orientadora: Prof.ª Dr.ª Deise Pedroso Maggio
Coorientador: Prof.º Dr.º Rui Seabra Machado
Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Do Pampa, Campus Itaqui, (data)

RITIELLE BITENCOURT ALDERETTE

A MATEMÁTICA DE MONTESSORI E AS NEUROCIÊNCIAS: UM MAPEAMENTO DE PESQUISAS NA PLATAFORMA *WEB OF SCIENCE*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Matemática - Licenciatura Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciada em Matemática.

Área de concentração: Educação Matemática

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: dia, mês e ano.

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br
DEISE PEDROSO MAGGIO
Data: 18/07/2025 17:05:00-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof.ª Dr.ª Deise Pedroso Maggio
Orientador
Unipampa

Documento assinado digitalmente
gov.br
ALEX SANDRO GOMES LEAO
Data: 24/07/2025 09:52:50-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof.º Dr.º Alex Sandro Gomes Leão
Unipampa

Documento assinado digitalmente
gov.br
JESSICA GOULART DA SILVA
Data: 27/07/2025 18:17:03-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof.ª M.ª Jessica Goulart da Silva
Unipampa

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por me guiar e me fortalecer, pois só ele conhece as batalhas travadas em silêncio. Aos meus pais, Manoel e Lenice, vocês foram minha maior inspiração. Foram amor quando precisei de colo, força quando pensei em desistir e luz nos meus dias mais escuros. Sem vocês eu não teria chegado até aqui!

AGRADECIMENTO

A Deus, por ter me guiado até aqui, por me fortalecer nas batalhas silenciosas que só ele conheceu, e por ter sido meu abrigo mesmo quando não tive forças para falar com mais ninguém.

À minha família, que sempre acreditou em mim, mesmo quando eu mesma duvidava. O amor e o incentivo de vocês foram o alicerce dos meus passos.

À Prof.ª Dr.ª Deise, que aceitou caminhar comigo neste trabalho, compreendendo com sensibilidade as particularidades da minha pesquisa. Seu acolhimento, carinho e respeito tornaram essa etapa mais leve e significativa.

Ao Prof. Dr. Rui, pela generosidade em aceitar me coorientar neste trabalho e por fazer de cada reunião um momento de troca leve e enriquecedora, com conversas que, sem perceber, ensinaram tanto quanto uma aula.

Ao Prof. Dr. Alex, que acompanhou de perto minha trajetória acadêmica e pessoal durante a maior parte deste percurso. Sua dedicação, sabedoria e generosidade foram fonte constante de inspiração. Sou profundamente grata por cada palavra, cada orientação e cada gesto de apoio.

Aos colegas e amigos que, de alguma forma, fizeram parte dessa caminhada. Em especial, ao meu querido amigo Dionatan, com quem compartilhei momentos de estudo, dúvidas, conquistas e silêncios. A sua presença tornou esse caminho menos solitário e mais humano. O tempo que estudamos juntos fez toda diferença.

Aos membros da Banca Examinadora, pela disponibilidade, atenção e valiosas contribuições durante a avaliação deste trabalho.

“Entrega o teu caminho ao senhor; confia nele, e o mais ele fará.”

Salmo 37:5

RESUMO

A presente pesquisa teve como problemática: A Matemática de Montessori seria uma opção para auxiliar a superação das dificuldades de aprendizagem da matemática nas escolas? Na perspectiva de enfrentar o problema supracitado, estabeleci os seguintes objetivos, geral e específicos, respectivamente: verificar os artigos científicos que foram publicados nos últimos 10 anos (2015-2025), dentro das temáticas matemática e Montessori; analisar a distribuição dos artigos científicos – distribuição por países, abordagem metodológica de estudo, população-alvo, entre outros aspectos; verificar possíveis impactos da Educação Montessori na aprendizagem matemática na perspectiva das neurociências e da educação; discutir a relação entre os métodos de ensino da matemática com a Educação Montessori. A pesquisa foi desencadeada por vivências na escola durante minha graduação em Matemática e pela observação e reflexão acerca de dificuldades recorrentes na aprendizagem dessa disciplina. O referencial teórico adotado abrange os princípios da Educação Matemática e da Educação Montessori, bem como as contribuições das Neurociências para a aprendizagem matemática. A metodologia adotada é de caráter qualitativo, visto que os dados são predominantemente descritivos e constituem-se de artigos científicos publicados na plataforma Web of Science. A produção e organização de dados seguiu as etapas da Revisão Sistemática Integrativa, resultando em um corpus de quinze artigos. O corpus foi analisado por meio da Análise Textual Discursiva (ATD). A análise dos dados revelou quatro unidades de contexto: comparação entre métodos, uso de materiais especializados, professor preparado e Educação Montessori para adolescentes. Além disso, foram identificadas seis unidades de análise abrangendo a comparação entre: Educação Montessori e Educação Tradicional; Educação Montessori e Educação Tradicional e Método Hejny e Plano Dalton; Educação Montessori e abordagem de Vygotsky; Educação Montessori e o Método de Singapura; Educação Montessori e as abordagens de Comenius e Pestalozzi; Educação Montessori e a abordagem construtivista de Piaget. Com base no problema de pesquisa enfoquei a comparação entre a Educação Montessori e a Educação Tradicional. Os resultados obtidos a partir da comparação entre Educação Montessori e Educação Tradicional indicam

que o desempenho acadêmico relacionados aos resultados de pontuações em pré-testes e pós-testes em matemática de alunos que tiveram contato com a Educação Montessori é melhor. Conclui-se que a Educação Montessori é uma opção para auxiliar nas dificuldades de aprendizagem em matemática, pois leva em consideração os períodos sensíveis de desenvolvimento e favorece o desenvolvimento das funções executivas, importantes para a aprendizagem em matemática. Por fim, sugere-se para trabalhos futuros desenvolver uma análise comparativa da Educação Montessori com os outros métodos mencionados nos artigos verificados: Hejny, Plano Dalto, Modelo de Singapura e a abordagem de Vygotsky ou de Piaget. Além disto, sugere-se a observação da prática de um professor montessoriano em sala de aula, a elaboração e aplicação de propostas didáticas para o ensino fundamental ou médio baseado nos princípios da Educação Montessori.

Palavras-Chave: Educação Matemática. Matemática de Montessori. Neurociência.

ABSTRACT

This research addressed the following question: Could Montessori Mathematics be an option to help overcome learning difficulties in mathematics in schools? To explore this issue, the study established the following general and specific objectives: to examine scientific articles published between 2015 and 2025 on the themes of mathematics and Montessori; to analyze the distribution of these articles by country, methodological approach, target population, and other aspects; to investigate the possible impacts of Montessori Education on mathematics learning from the perspectives of neuroscience and education; and to discuss the relationship between mathematics teaching methods and Montessori Education. The research was inspired by experiences during my undergraduate studies in Mathematics and reflections on recurring difficulties in learning the subject. The theoretical framework includes principles from Mathematics Education, Montessori Education, and contributions from Neuroscience to mathematics learning. A qualitative methodology was adopted, as the data are mainly descriptive and consist of scientific articles published on the Web of Science platform. Data collection and organization followed the steps of an Integrative Systematic Review, resulting in a corpus of fifteen articles, which were analyzed through Discursive Textual Analysis (DTA). The data revealed four context units: comparison between methods, use of specialized materials, prepared teacher, and Montessori Education for adolescents. Additionally, six analytical units were identified, comparing Montessori Education with: Traditional Education; Traditional Education, the Hejny Method, and the Dalton Plan; Vygotsky's approach; the Singapore Method; the approaches of Comenius and Pestalozzi; and Piaget's constructivist approach. Based on the research problem, the study focused on the comparison between Montessori and Traditional Education. Results from this comparison indicate that academic performance, as measured by mathematics pre-test and post-test scores, is higher among students exposed to Montessori Education. The study concludes that Montessori Education can support overcoming difficulties in learning mathematics, as it considers sensitive developmental periods and fosters the development of executive functions, which are crucial for mathematics learning. Future studies are encouraged to conduct comparative analyses of Montessori Education with the other methods identified — Hejny, Dalton Plan, Singapore Method,

Vygotsky, and Piaget — as well as to observe the practice of Montessori-trained teachers in classrooms and to design and implement didactic proposals for primary or secondary education based on Montessori principles.

Keywords: Mathematics Education. Montessori Mathematics. Neuroscience.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma da produção de dados.....42

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 – Corpus da Pesquisa.....46
Quadro 2 – Distribuição dos Artigos Científicos.....48
Quadro 3 – Unidades de Contexto.....50
Quadro 4 – Unidades de Análise.....50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **15**

1.1 Objetivos **18**

1.1.1 Objetivo Geral **18**

1.1.2 Objetivos Específicos **18**

2 CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO **19**

2.1 Educação Matemática **19**

2.2 Educação Montessori **20**

2.2.1 Períodos sensíveis e o desenvolvimento de independências **24**

2.2.2 Princípios da Educação Montessori **28**

2.2.3 Matemática de Montessori **30**

2.3 As Neurociências e o Processo de Aprendizagem **32**

2.3.1 Funções Executivas e o Processo de Aprendizagem **34**

2.4 Relações entre a Educação Montessori e as Neurociências **37**

3 CAPÍTULO 2: METODOLOGIA **40**

3.1 Natureza da Pesquisa **40**

3.2 Produção de Dados **41**

3.3 Análise de Dados **44**

4 CAPÍTULO 3: RESULTADOS **46**

4.1 Unitarização **46**

4.2 Categorização **52**

4.3 Metatextos **59**

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS **66**

REFERÊNCIAS **69**

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa decorre de minhas vivências e reflexões no decorrer do Curso de Matemática – Licenciatura, acerca do modo como se aprende, especificamente sobre a aprendizagem matemática. As quais foram desencadeadas principalmente em situações de Estágios Curriculares em Ensino de Matemática e no âmbito dos Programas da Política Nacional de Formação de Professores do Ministério da Educação: Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e Programa de Residência Pedagógica (PRP).

Durante a minha formação inicial, no contexto do curso de Matemática – Licenciatura, deparei-me com diversas dúvidas, inclusive sobre os processos de ensino e aprendizagem. A necessidade por compreender como o sujeito aprende foi recorrente durante a graduação. No decorrer dos semestres, essa necessidade fortaleceu-se e desencadeou o desejo em compreender os aspectos que acarretam os processos de aprendizagem em sala de aula.

Acerca das vivências em ambientes escolares, cabe destacar que minha primeira vivência em sala de aula ocorreu no terceiro semestre da graduação no âmbito do PIBID, em que fui inserida em turmas do 9º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental e 3º ano do Ensino Médio, de modo que em ambas auxiliei a professora de matemática regente no período regular e no contraturno realizei aulas de reforço escolar.

No período regular, eu auxiliava os estudantes na resolução das atividades propostas pela professora regente. A aula era desenvolvida de maneira expositiva e dialogada pela professora e não era permitido o uso de calculadora. As turmas eram grandes e os estudantes apresentavam falta de atenção, conversavam sobre assuntos que não tinham relação com o tema da aula e deslocavam-se para conversar com colegas. Os estudantes não prestavam atenção e nem se concentravam nas explicações da professora, tinham dificuldade em relacionar o conteúdo anterior com o novo e também em lembrar de conteúdos e procedimentos de matemática básica tais como regra de sinais, potência, multiplicação e radiciação. No contraturno, eu desenvolvia aulas de reforço escolar chamadas de “interaulas”. Inicialmente, adotei uma metodologia semelhante a utilizada pela professora regente, de modo a relembrar conteúdos e aplicar atividades, sempre finalizando a “interaula”

com a correção. A procura pelas “interaulas” era maior em períodos que antecediam as avaliações. Contudo, quando desenvolvia atividades com apoio de materiais especializados, por exemplo, o Bingo da Radiciação, os estudantes apresentavam maior atenção na atividade e menor dificuldade em relacionar conteúdos e procedimentos da matemática básica.

As demais vivências em sala de aula foram no contexto dos Estágios Curriculares Supervisionados em Ensino de Matemática e do PRP. Nesses contextos, busquei aprofundar estudos tendo em vista o desenvolvimento de atividades que melhorassem a atenção dos estudantes e auxiliasse em suas dificuldades de aprendizagem em matemática, tais atividades eram desenvolvidas com apoio de plataformas de ensino, como por exemplo, o Geogebra e apoio de materiais especializados, tais como círculo de frações e tabuleiro de xadrez.

Recorri a estes e outros materiais na tentativa de amenizar os aspectos da falta de atenção no momento da explicação e da falta de concentração durante o desenvolvimento das atividades propostas, tanto no ensino fundamental quanto médio. Entendo que a falta da atenção implica negativamente no processo de aprendizagem em matemática.

Montessori (2018) destaca que “[...] seria impossível manter artificialmente, de forma ininterrupta, um interesse vivo, uma atenção constante por essas atividades pouco atraentes por si mesmas e sem objetivo [...]” (Montessori, 2018, p. 56). Nesse sentido, a autora aponta a importância do período sensível para a falta de atenção e dificuldades de aprendizagem, ainda revela que quando a criança mantém a atenção sobre uma tarefa, ela permite que durante a aprendizagem ocorra o controle do próprio erro (Montessori, 2021).

Para Gonçalves (2017), a aprendizagem em matemática é influenciada pelas funções executivas, em específico, pelo controle inibitório (capacidade de controlar comportamentos), memória de trabalho (capacidade de conservar informações e fazer associações) e flexibilidade cognitiva (capacidade de adaptação).

Na visão de Cosenza e Guerra (2011), as funções executivas possibilitam a interação do ser humano com o mundo e seu contexto social, essas funções estão relacionadas a região pré-frontal do córtex cerebral, e são encarregadas pelas habilidades de linguagem, memória, planejamento de ações, raciocínio crítico, entre outros. As funções executivas ajudam a organizar a mente tendo em vista as

experiências e objetivos próprios, porém, demoram a se desenvolver durante a infância chegando ao ápice de desenvolvimento no final da adolescência, em vista disso, percebe-se a importância do padrão cronológico na aprendizagem, pois as etapas de desenvolvimento estão relacionadas a evolução das conexões cerebrais (Cosenza e Guerra, 2011).

Silva (2021) destaca que, “[...] as recentes pesquisas em neurociência, que estudam o funcionamento do cérebro, confirmam o que Montessori há quase 100 anos atrás defendia com tanto entusiasmo.” (Silva, 2021, p.143). As descobertas indicam que a aplicação de metodologias que exercite e desafie a mente do estudante ocasiona novas conexões neurais (Silva, 2021). Uma das pesquisas nas neurociências citadas por Silva (2021) é de Hughes (2009), para ele a Educação Montessori é um método de desenvolvimento baseado no cérebro, e permite que crianças façam escolhas criativas ao descobrir pessoas, lugares e conhecimento de mundo.

A Educação Montessori foi desenvolvida pela médica e pedagoga italiana Maria Montessori, a qual se baseou no estudo experimental como caminho para a educação (Montessori, 2017). Ela realizou observações empíricas sobre os comportamentos em crianças e concluiu que há períodos sensíveis para a aprendizagem. Para Montessori (2023), aprender é realizar um estudo por meio da experiência.

De acordo com Cosenza e Guerra (2011) as práticas pedagógicas baseadas em estratégias que respeitam a forma como o cérebro funciona tendem a ser mais eficientes, esse ponto de vista vai ao encontro das ideias pedagógicas de Maria Montessori, pois ela reconhece a existência de diferentes mentalidades em diferentes períodos da vida (Montessori, 2021).

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) busca verificar a eficácia da Matemática de Montessori a partir de evidências científicas, contidas nas produções científicas publicadas no período de 2015 a 2025. Nessa perspectiva, este estudo tem por problema de pesquisa: A Matemática de Montessori seria uma opção para auxiliar a superação das dificuldades de aprendizagem da matemática nas escolas?

Nesse sentido, com base no problema de pesquisa, direcionamos nosso estudo a partir dos objetivos apresentados na próxima seção.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

- Verificar os artigos científicos que foram publicados nos últimos 10 anos (2015-2025), dentro das temáticas matemática e Montessori.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar a distribuição dos artigos científicos – distribuição por países, abordagem metodológica de estudo, população-alvo, entre outros aspectos;
- Verificar possíveis impactos da Educação Montessori na aprendizagem matemática na perspectiva das neurociências e da educação;
- Discutir a relação entre os métodos de ensino da matemática com a Educação Montessori.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentadas as fundamentações teóricas que dão suporte a essa pesquisa. Primeiro são apresentados os conceitos que nos ajudam a entender a educação matemática. Em seguida, é abordada a educação na perspectiva montessoriana, destacando suas principais características, para depois introduzir a educação matemática pela ótica da Educação Montessori.

Esse referencial teórico é finalizado com a apresentação dos conceitos sobre as neurociências, sua relação com a aprendizagem e ao final, avançamos sobre as relações teóricas entre a Educação Montessori e as neurociências.

2.1 Educação Matemática

A Educação Matemática tem por objeto de estudo o ensino e a aprendizagem da matemática, de acordo com Fiorentini e Lorenzato (2012). Segundo estes autores, seu objetivo varia conforme o problema investigado, o qual pode ser de natureza pragmática ou científica, ou seja, busca a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem matemática e o desenvolvimento da Educação Matemática como campo de investigação e produção de conhecimento (Fiorentini e Lorenzato, 2012). Nesta pesquisa, a aprendizagem em matemática é objeto de estudo, bem como se entende que a Educação Montessori pode ser uma possibilidade de superar dificuldades de aprendizagem em matemática nas escolas.

A Educação Matemática é uma área de investigação interdisciplinar, segundo Fiorentini e Lorenzato (2012) essa área não possui uma metodologia e nem uma teoria claramente definida, pois, ela abrange várias teorias para explicar os processos de aprendizagem, mas é possível afirmar que “[...] a EM (Educação Matemática) é uma área de conhecimento das ciências sociais ou humanas, que estuda o ensino e a aprendizagem da matemática [...]” (Fiorentini e Lorenzato, 2012, p. 5) e tem por objetivo atender necessidades humanas e sociais concretas (Fiorentini e Lorenzato, 2012).

Para Miguel (2004) a Educação Matemática está ligada a diferentes campos de investigação, como por exemplo a sociologia, no qual, elucida a relação de dependência entre a ciência e a sociedade e sua influência na formação do indivíduo,

o campo da psicologia discute as características do desenvolvimento do indivíduo e analisa os processos de ensino e aprendizagem, o campo da pedagogia aborda a relação entre o ensino e aprendizagem nas escolas, e outros campos de investigação como por exemplo, as neurociências. Contudo, o autor ressalta a importância de pesquisadores de diferentes áreas que se interessam pelos processos de ensino e aprendizagem e afirma que as investigações sobre a educação matemática apresentam algumas relações:

> [...] há as que fazem referência ao pensamento do professor e à influência de seu marco conceitual sobre suas maneiras de agir, e há as que fazem referência aos alunos, buscando suas idéias, as dificuldades que têm na aprendizagem, a influência do meio social, cultural e afetivo sobre a aprendizagem, o papel dos alunos, das atitudes e das aptidões, das interações entre estudantes e entre professores e estudantes [...] (Miguel, 2004, p. 77)

A Educação Matemática tem por objeto de estudo o processo evolutivo pelo qual passa a formação do ensino e da aprendizagem, essa evolução diz respeito aos saberes produzidos pela humanidade, tanto nas áreas das ciências, como na área da matemática (Machado, 2012). As influências no processo de aprender matemática, “São influências que moldam não só o aspecto conceitual como também didático [...]” (Machado, 2012, p.16) no sentido de determinar conteúdo, estruturar valores, objetivos e métodos.

O papel da Educação Matemática é auxiliar nos objetivos e aspirações sociais, nesse sentido, o educador matemático entende que a matemática é um caminho para formação intelectual e social de crianças, jovens e adultos, ou seja, ele procura utilizar a matemática a serviço da educação (Fiorentini e Lorenzato, 2012).

Montessori (2023) também entende que a Matemática é um caminho, segundo ela “Grandes criações vêm da mente matemática, de modo que devemos sempre considerar tudo o que é matemático como um meio de desenvolvimento mental.” (Montessori, 2023, p. 134).

2.2 Educação Montessori

A Educação Montessori foi desenvolvida pela médica e pedagoga italiana Maria Montessori, que se baseou em um estudo experimental como caminho para a educação, ela realizou observações empíricas sobre as crianças, e observou suas

manifestações de comportamentos espontâneos (Montessori, 2017). Os comportamentos espontâneos referem-se às “[...] crianças observadas e estudadas em suas livres manifestações, sem nenhum constrangimento [...]” (Montessori, 2017, p. 33).

De acordo com Salomão (2013):

> Por meio de observações, Montessori descobriu os períodos sensíveis típicos de cada idade da criança, e percebeu que eles são bastante regulares em todos os lugares do mundo, sem que haja influência de culturas ou hábitos familiares na ocorrência destes períodos, mas somente sobre o perfeito desabrochar de cada um deles [...] (Salomão, 2013)

Salomão (2013) relata que Maria Montessori compreendeu o desenvolvimento da criança, especialmente pelos períodos sensíveis que elas apresentavam, eles são reconhecidos através das necessidades da criança e devem ser trabalhos no momento em que aparecem para que aconteça o desenvolvimento de maneira espontânea, ou seja, sem pressões externas.

Para Montessori (2022), o papel da educação é atender as necessidades da criança, por meio de atividades que possibilitem o desenvolvimento do potencial humano, envolvendo atividades que favorecem a conquista de independência com o próprio esforço da criança, e a experiência obtida pelo desenvolvimento de exercícios serve como guia para as respostas certas.

No que se refere a aprendizagem na concepção de Montessori (2023), aprender é realizar um estudo por meio da experiência. Sobre a experiência, ela destaca que “A criança, portanto, só pode se desenvolver por meio de experiências no ambiente: esse experimentar chamamos de ‘trabalho’ [...]” (Montessori, 2021, p. 88).

De acordo com Montessori (2021) a obtenção de experiências adquiridas no ambiente é entendida como trabalho e sem a obtenção de experiências não é possível desenvolver a mente, sendo assim, a autora destaca que “[...] somente a experiência e o exercício corrigem os erros, e a conquista das várias capacidades exige um prolongado exercício [...]” (Montessori, 2021, p. 266).

Para que a criança realize o controle do erro[1], ela necessita da repetição de exercícios, em que, quanto maior for a quantidade de detalhes para a execução de

[1] Controle do erro na concepção de Montessori (2021) é um “[...] guia que nos diz se estamos no caminho certo.” (MONTESSORI, 2021 p. 230).

alguma tarefa, maior será o estímulo para a criança realizar a repetição do exercício, portanto, essa é uma característica do exercício infantil (Montessori, 2021). Na ótica de Montessori (2023) essas repetições de exercícios são mecanismos que contribuem na organização da mente. Neste caso, foi observado que quanto mais um exercício era ensinado com exatidão de detalhes na execução mais parecia transformar-se em estímulo, pois exige que a criança mantenha seu pensamento apenas naquela tarefa (Montessori, 2019).

Entende-se por Educação Montessori a ajuda oferecida ao ser humano, através de meios que lhe possibilitam a liberdade de escolha e independência (Montessori, 2018). Estes ganhos de independência são descritos como etapas do desenvolvimento, são identificados pelo desenvolvimento de habilidades que manifestam a facilidade em realizar uma tarefa, neste caso, as habilidades são geradas durante os chamados períodos sensíveis (Montessori, 2021).

Para Montessori (2018) não é o método que importa, mas sim a pessoa humana:

> Se abandonássemos não apenas seu nome próprio, mas também o conceito comum de “método” para substituí-lo por uma outra denominação, se falássemos, por exemplo, de “ajuda oferecida à pessoa humana para conquistar sua independência”, ou de “meio que lhe oferecemos para libertar-se da opressão dos velhos preconceitos da educação”, então tudo ficaria claro! Porque é a pessoa humana que conta e não o método de educação. O que importa é que a defesa da criança, o reconhecimento científico de sua natureza e a proclamação social de seus direitos substituam os diversos preconceitos sobre educação. (Montessori, 2018, p. 18).

A educação para Montessori (2022) é considerada como uma preparação para a vida adulta, um guia baseado por características relacionadas às diferentes idades. Cada nível é visto como um novo nascimento para a criança pois ela deve enfrentar novos desafios para alcançar sua independência e em todos os níveis da Educação Montessori é levado em consideração o consentimento da criança e a tomada de decisão por sua própria consciência. Além disso, é importante a autonomia da criança no momento de realizar os exercícios sozinha, só assim é possível manter o equilíbrio entre a ação e o pensamento (Montessori, 2022).

Para Grzeça (2020), o modelo educacional de Montessori está ligado o uso de materiais especializados[2], sua pedagogia carrega técnicas e estratégias para trabalhar questões da vida prática, do sensorial, da matemática, do conhecimento de mundo e da linguagem e sua filosofia possui como princípios básicos fundamentais a questão da autoeducação, da educação como Ciência e da Educação Cósmica (Grzeça, 2020). A autora ainda afirma que esse sistema de ensino tem como base as necessidades individuais dos alunos e deveria iniciar junto ao nascimento da criança, pois deve ser vista como auxílio ao desenvolvimento do potencial humano.

Alves (2019) afirma a existência de princípios gerais que regem a abordagem da Educação Montessori e princípios específicos que regem a alfabetização matemática na concepção da Educação Montessori a partir da análise dos livros Pedagogia Científica, Psico-Aritmética e Psico-Geometria. O autor destaca que para a alfabetização matemática, na Educação Montessori, é fundamental seguir alguns princípios como: ambiente preparado, materiais que contém o controle do erro e o respeito pela individualidade do estudante (Alves, 2019).

Nesse sentido, o ambiente preparado conta com materiais especializados que devem auxiliar o desenvolvimento, seja na vida prática ou em alguma área de conhecimento específico, o controle do erro no material especializado requer da criança a identificação e correção de seus próprios erros ou seja, “[...]o erro e o estudo de como o cometeu fazem parte do trabalho com o material especializado [...]” (Alves, 2019, p. 118). Para Montessori “A atividade individual é a única faculdade que por si estimula e produz conhecimento [...]” (Alves, 2019, p. 113 apud Montessori, 1949, p. 11). Portanto, a individualidade favorece a busca pelo entendimento das necessidades individuais que possibilitam o aprendizado de cada um.

Conforme Ramos (2019, p. 72) “Montessori partia do princípio de que a criança tem uma individualidade, e que os propósitos fundamentais da aprendizagem devem ser o autocontrole e a capacidade de decisão”. A utilização da Educação Montessori deve ser guiada pela ordem, liberdade e o respeito, porém, para Montessori “[...] liberdade e disciplina se equilibram, não sendo possível alcançar uma sem a outra [...]” (Ramos, 2019, p 72). Para Ramos (2019) os

[2] Materiais especializados para Montessori (2023) são objetos com diferenças previamente determinadas. E “Os objetos materializam a forma e as relações da forma na mente da criança.” (Montessori, 2023, p. 137).

princípios que regem a Educação Montessori são: autoeducação, educação como ciência, educação cósmica, adulto preparado, criança equilibrada e ambiente preparado.

A partir das pesquisas supracitadas que têm por objeto de estudo a Educação Montessori, se pode afirmar que é um modelo educacional desenvolvido por meio da observação do comportamento do indivíduo, leva em consideração todas as fases de desenvolvimento e tem como base da educação as necessidades individuais do aluno, esse modelo educacional deve iniciar junto ao período do nascimento do indivíduo.

Ainda, pode-se afirmar a existência de períodos sensíveis ao desenvolvimento independentemente do contexto social, eles são identificados e trabalhados conforme as necessidades individuais o que possibilita o desenvolvimento de maneira espontânea.

A Educação Montessori é vista como auxílio ao desenvolvimento do potencial humano, pois, reúne técnicas e estratégias para trabalhar várias questões como a autoeducação, a vida prática, o sensorial, o conhecimento de mundo, a matemática, entre outros, a partir do uso de materiais especializados e do reconhecimento dos períodos sensíveis.

2.2.1 Períodos sensíveis e o desenvolvimento de independências

O papel da escola na perspectiva da Educação Montessori vai além de instruir, “[...] a escola deve satisfazer todas as necessidades da vida” (Montessori, 2021, p. 15). As necessidades da vida, mencionadas por Montessori, correspondem aos períodos sensíveis. Segundo Montessori (2018), existe na criança, um estado mental inconsciente que é chamado de “espírito absorvente” guiado por “sensibilidades internas” e denominado de “períodos sensíveis”, essas sensibilidades são temporárias e se mantêm apenas o tempo necessário para completar o desenvolvimento.

A Educação Montessori consiste em ajudar as crianças a aprender caminhar, correr, apanhar objetos, entre outras formas de exercícios como, “[...] falar indicando claramente as próprias necessidades, procurar realizar a satisfação de seus desejos: eis o que é uma educação na independência [...]” (Montessori, 2017, p. 61). Esses

exercícios da vida prática devem desenvolver na criança a paciência, exatidão e repetição (Montessori, 2022).

Salomão (2013) indica que Maria Montessori foi a primeira pessoa a identificar os períodos sensíveis através da observação de características apresentadas em cada idade da criança independentemente do contexto social, ainda, Montessori percebeu a existência de semelhanças nos períodos sensíveis e que é necessário ter estímulos adequados para cada idade possibilitando o desenvolvimento pleno da criança.

Os períodos sensíveis são divididos por idade: o primeiro período acontece do nascimento aos seis anos, nele é identificado duas subfases que dizem respeito as idades de zero a três anos e dos três aos seis anos; o segundo período é dos sete anos aos doze anos e; o terceiro período dos doze anos aos dezoito que também apresenta duas subfases que podem variar dos doze aos quinze anos e dos quinze aos dezoito anos (Montessori, 2021). Cada período da vida é visto como uma preparação para o próximo período (Montessori, 2022).

O primeiro período sensível corresponde ao que Montessori chama de Independência Sensório-motora, ele é dividido em duas subfases, na primeira subfase temos a criança de zero a três anos, na segunda subfase temos a criança de três a seis anos (Montessori, 2021).

No ponto de vista de Grzeça (2020), o primeiro período sensível é identificado pela necessidade da independência física “[...] o fazer sozinha e para que tal objetivo seja alcançado é importante que a criança se encontre num ambiente adequado [...]” (Grzeça, 2020, p. 28). O ambiente adequado é aquele com materiais e pessoas que auxiliam no desenvolvimento da criança através das necessidades individuais.

A criança de zero a seis anos “[...] precisa classificar e absorver o exterior por meio dos sentidos [...]” (Montessori, 2022, p. 16). Além disso, ela precisa aprender a se movimentar com cuidado e discernimento, assim, “[...] a criança aprende um controle e habilidades de movimentos que lhe hão de ser úteis, mesmo quando fora da escola [...]” (Montessori, 2017, p.53). É necessário um ambiente favorável à atividade espontânea da criança, isto é, que permita à criança revelar suas qualidades e necessidades.

A criança da primeira subfase: “[...] a não herda a linguagem, ela irá falar a língua do ambiente no qual está inserida, sendo esta uma atividade inconsciente de

absorção [...]" (Grzeça, 2020, p. 27). Aqui o aprendizado acontece pela absorção do ambiente, por exemplo, o aprendizado da linguagem devido a criança apresentar uma mentalidade em que o adulto tem dificuldade de acessar e de exercer influência (Montessori, 2021).

Na criança da segunda subfase, "[...] de três a seis anos, em que o tipo mental é o mesmo, mas a criança começa a ser influenciada de uma maneira particular [...]" (Montessori, 2021, p. 26). Essa influência refere-se às transformações que ocorrem no indivíduo se compararmos o recém-nascido e a criança de seis anos de idade, "[...] o indivíduo se torna inteligente o suficiente para ser admitido na escola [...]" (Montessori, 2021, p. 26). Ainda há a necessidade de independência sensório – motor, mas as transformações físicas possibilitam maior influência externa.

O segundo período sensível corresponde ao que Montessori denomina de Independência Intelectual e Cognitiva: que compreende o período dos sete aos doze anos, é um período de estabilidade física e mental (Montessori, 2021). Conforme Grzeça (2020) é o período em que a criança tem a necessidade de pensar sozinha.
Na educação da criança dos sete aos doze anos é necessário ampliar o ambiente social, passar do nível sensorial para o abstrato e desenvolver o senso moral (Montessori, 2022). Ainda, afirma que dos sete aos doze anos constituem "[...] um período de particular importância para a educação moral [...]" (Montessori, 2022, p.16).

Nesse período, o ambiente deve ser diferente do anterior, é necessário que compreenda as diferentes realidades, portanto, a escola fechada não é suficiente já que a criança percebe o ambiente fechado como uma restrição (Montessori, 2022). Diferentemente do primeiro em que a criança tinha necessidade de conhecer coisas e objetos do ambiente, a criança sente necessidade de descobrir o como e o porquê, ou seja, ela começa a refletir sobre o bem e o mal e o problema de causa e efeito (Montessori, 2022). Aqui, a independência é conquistada através da necessidade de inserção na sociedade adulta, com exercícios que levam a descobrir a realidade, eles podem ser realizados através do passeio que possibilita a criança tomar consciência de um problema e resolvê-lo por meio da ação, outro exemplo de exercício é embrulhar pacotes, pois, exige da criança um certo nível de organização (Montessori, 2022).

O terceiro período sensível corresponde à necessidade de Independência Social e Econômica, dos doze aos dezoito anos, o adolescente continua a apresentar as mudanças físicas e mentais, neste período acontece a inserção na sociedade adulta (Montessori, 2021).

É nesse período que ocorre a transição da criança para o adulto, ou seja, ele se torna um membro da sociedade e deve ser guiado para a independência social e econômica, “Trata-se, portanto, de capacitá-lo a ganhar dinheiro por seu próprio trabalho[...]” (Montessori, 2022, p.95). Para Montessori (2022) o trabalho indicado nesse período sensível consiste em exercícios para desenvolver virtudes, valores e habilidades. O adolescente tem a necessidade de desenvolver a habilidade de adaptação flexível, “Adaptabilidade – é essa a qualidade mais essencial, pois o progresso do mundo continuamente cria novas carreiras e, ao mesmo tempo, encerra ou revoluciona os tipos tradicionais de emprego [...]” (Montessori, 2022, p. 91).

É durante a adolescência que devem ser desenvolvidos o senso moral e dignidade pessoal, assim, o sucesso na vida depende principalmente da autoconfiança e poder de adaptação (Montessori, 2022). Isso, requer a necessidade de mudar do ambiente familiar para um ambiente que seja um centro de estudo e trabalho, na época de Maria Montessori era comum os internatos ou escolas de campo, ou ainda, escolas para adolescentes (Montessori, 2022). Aqui, é levado em consideração a vida ao ar livre e a ordem da vida diária ajustada às exigências do estudo e do trabalho, essas escolas oferecem mais oportunidades de experiências sociais (Montessori, 2022).

O quarto período sensível corresponde a necessidade de profissionalização. De acordo com Montessori (2022), assim como, as escolas são destinadas para crianças e adolescente, as universidades são destinadas aos adultos, porém, ela ressalta que as universidades que antes eram centros de cultura hoje são uma continuação da escola, sendo vistas como escolas profissionalizantes (Montessori, 2022).

Montessori (2022) destaca:

> Se a formação do homem se tornar a base da educação, então a coordenação de todas as escolas, desde a infância até a maturidade, constituirá uma necessidade essencial: pois é o homem uma individualidade que passa por fases interdependentes de desenvolvimento[...] (Montessori, 2022, p. 120).

No trecho acima, Montessori (2022) critica a base da educação que conduz as escolas e evidencia que a base da educação só se tornará uma necessidade essencial se o foco for a formação do homem como indivíduo em todas as suas fases de desenvolvimento.

Conforme Montessori (2022) destaca: “[...] as universidades se tornaram gradualmente escolas profissionalizantes comuns, que se distinguem das demais escolas somente por sua cultura superior [...]” (Montessori, 2022, p. 119). A autora afirma que a universidade é destinada ao adulto e atualmente tem o papel de prepará-los para o mercado de trabalho, contudo, a universidade continua sendo um instrumento do progresso e da civilização (Montessori, 2022).

Para Montessori (2022), a educação deve atender as necessidades individuais por meio de atividades que possibilitem o desenvolvimento e favorecer a conquista de independência pelo próprio esforço da criança. A escola deve satisfazer as necessidades da vida, o que corresponde aos períodos sensíveis, que se estimulados por meio de exercícios de vida prática e no período adequado podem favorecer o desenvolvimento. A Universidade também deve satisfazer as necessidades da vida, porém, neste período sensível correspondente a vida adulta, a necessidade é de profissionalização. Logo, ambos contribuem para a formação intelectual e social.

2.2.2 Princípios da Educação Montessori

São princípios da Educação Montessori, a saber: ambiente preparado, professor preparado, materiais que contém o controle do erro, autoeducação, Educação como Ciência, Educação Cósmica. Neste trabalho, iremos abordar os seguintes princípios: ambiente preparado, professor preparado, materiais que contém o controle do erro e autoeducação.

Montessori (2021) afirma que o ambiente ideal para o desenvolvimento é aquele rico de estímulos, que desperta na criança a vontade de descobrir o novo com suas próprias experiências e a criança é por natureza atraída pelo ambiente e as experiências que esse ambiente oferece. Portanto, é necessário mostrar às crianças a realidade do mundo através de passeios, familiarizando-as com o

ambiente em que estão inseridas e estimulando a imaginação apresentando os detalhes e possibilitando que imaginem o todo. Para isso, o professor deve estar preparado.

O ambiente preparado segundo Montessori (2021) conta com exercícios e materiais adequados que contém o controle do erro. Nesse sentido, Grzeça (2020, p.30) destaca que, “[...] O controle do erro é uma característica do material que permite que o aluno possa trabalhar sozinho [...]”. Os materiais didáticos sensoriais da Educação Montessori desenvolvem os seguintes sentidos: tato, impressão de temperatura, de peso, sentido estereognóstico (capacidade de reconhecer objetos pelo tato), paladar, olfato, visão e audição (Grzeça, 2020).

Montessori (2021) afirma que uma das maiores conquistas da liberdade psíquica é notar que podemos errar e reconhecer nosso erro para que assim seja possível controlá-lo sem ajuda, então, somente com a experiência e o exercício conseguimos corrigir os erros.

O controle do erro na ótica de Montessori (2021) consiste em dar importância não para a correção, mas para o controle individual do erro, pois somente a experiência e o exercício corrigem os erros. Por exemplo, um exercício com cilindros de mesma altura, mas diâmetros distintos que se encaixam em bases que correspondem as medidas dos diâmetros, se a criança colocar um cilindro com diâmetro maior em uma base com diâmetro menor ela consegue perceber seu erro através da diferença entre os diâmetros, ou seja, os materiais especializados do exercício não se encaixarão, esse problema faz a criança se sentir atraída e repetir o mesmo exercício muitas vezes até corrigir seu erro (Montessori, 2021).

O adulto preparado deve expor apenas o que é necessário e suficiente, “Ele deve ter plena consciência de que o seu dever é dizer pouco; dizer apenas o que é verdadeiro, mas não toda a verdade com todos os seus detalhes.” (Montessori, 2022, p. 24).

O professor, no contexto da Educação Montessori serve como um guia para o caminho da disciplina, contudo, “O feliz dever da professora é mostrar o caminho [...], fornecendo os meios e removendo os obstáculos [...]” (Montessori, 2021, p. 243). Assim, a disciplina refere-se à organização da individualidade, com atividades que possibilitam o desenvolvimento de estados emocionais que favoreçam a aprendizagem, “[...] pela qual a criança fica calma, radiosamente feliz, ocupada,

esquecida de si e, como consequência, indiferente aos prêmios ou recompensas materiais [...]" (Montessori, 2021, p. 244).

Sobre o professor preparado, ele deve seguir três tempos de aprendizagem conforme a Lição Dos Três Tempos citada por Tellechea e Maggio (2024), no primeiro tempo corresponde a apresentação do material especializado mostrando como o exercício deve ser realizado, no segundo tempo deve acontecer o reconhecimento do material especializado através de sua manipulação e no terceiro tempo corresponde a apresentação do conteúdo estudado. Ainda, relatam que apesar de conhecerem os materiais especializados desenvolvidos por Montessori, não compreendem os princípios por trás deles e suas contribuições para o desenvolvimento mental (Tellechea e Maggio, 2024).

Na concepção de Bandeira (2024) a autoeducação ocorre a partir do momento que: "[...]a criança se constrói e se organiza quando ela mantém com o ambiente uma atitude de descoberta e ordenação [...]" (Bandeira, 2024, p. 137). Assim, é necessário a utilização plena dos sentidos da criança, respeitando a individualidade da aprendizagem que possibilita a organização da mente.

2.2.3. Matemática de Montessori

A matemática na visão de Montessori (2023) é considerada como um caminho utilizado para organizar a mente abstrata do ser humano.

Para Almeida e Bandeira (2024), a Educação Montessori possui maneiras diferentes de organizar a mente em cada período: do zero aos seis anos a Educação Montessori entende que a criança necessita utilizar materiais especializados para aprender conceitos como por exemplo: maior e menor, aberto e fechado, fora e dentro.

Já dos sete aos doze anos há a necessidade de abordar assuntos relacionados ao senso-moral, pois a partir dos sete anos a criança não sente atração pelos materiais especializados e sim pelos atos dos homens. "Isto é, ele começou a tomar consciência do problema de causa e efeito." (Montessori, 2022, p.24).

De acordo com Almeida e Bandeira (2024), os conceitos matemáticos que permitem o desenvolvimento do pensamento lógico matemático são categorizados

em: topologia, lógica, álgebra, aritmética, geometria. Esses conceitos matemáticos são o caminho para a construção da mente abstrata (Almeida e Bandeira, 2024).

A abordagem da topologia explora as noções de espaço pois a conquista do espaço é o primeiro desafio desde o nascimento, assim a criança tem a possibilidade de organizar o mundo e sua cognição, a abordagem da lógica e blocos lógicos desde cedo possibilita estabelecer relações matemáticas, através do estímulo do raciocínio coerente e lógico para o desenvolvimento da inteligência, a abordagem da álgebra inicialmente é oferecida por meio de materiais especializados como cubos e prismas que podem estar presentes em materiais especializados como cilindros de cor e torre rosa (Almeida e Bandeira, 2024).

A partir dos nove anos é possível iniciar a substituição de números por letras, a abordagem da aritmética começa a partir dos três anos e meio, a aprendizagem é baseada no trabalho com o material especializado, com a introdução de conceitos e prática do número e operações através de múltiplos e variados materiais especializados, a abordagem da geometria parte do contato com o mundo real, do manuseio do concreto e análise das formas (Almeida e Bandeira, 2024).

Para Montessori (2023) a mente humana é capaz de realizar a abstração através de imagens e objetos do ambiente, a abstração é entendida como um resumo geral dos aspectos que diferenciam um objeto de outro. “Esse aspecto não existe na natureza, só na mente do homem [...]” (Montessori, 2023, p. 113). Na Educação Montessori, a aprendizagem da matemática acontece de forma lenta e gradual, porém, quando alcançada, torna-se mais eficaz comparada a outros modelos educacionais (Montessori, 2023). A mente humana realiza uma classificação do mundo através da abstração, e “Todas essas classificações de abstrações são uma construção mental [...]” (Montessori, 2023, p. 115).

Portanto, de acordo com Maria Montessori, a abstração através da Matemática auxilia o indivíduo a compreender o mundo ao seu redor e possibilita o desenvolvimento de capacidades e habilidades relacionadas à observação, comparação e classificação dos elementos.

Porém, além do ensinamento e do uso de materiais especializados, o controle do próprio erro durante a aprendizagem é fundamental, pois é através dele que é possível identificar o caminho correto para a execução de qualquer atividade,

levando em consideração as capacidades e habilidades de observação, comparação e classificação dos elementos.

Logo, “Chegamos, portanto, a um princípio científico que também é um princípio de verdade, o "controle do erro [...]” (Montessori, 2021 p. 230). Ainda, sobre o controle do erro, Montessori (2021) destaca que somente a experiência e o exercício permitem corrigir o erro, sendo assim, com a prática de exercícios a criança desenvolve segurança no que está fazendo o que permite o desenvolvimento de novas capacidades e habilidades.

2.3 As Neurociências e o Processo de Aprendizagem

Cosenza e Guerra (2011, p. 142) afirmam que “O cérebro é o órgão da aprendizagem”. As neurociências[3], segundo Cosenza e Guerra (2011) é o estudo sobre os neurônios, o sistema nervoso, as funções cognitivas e o comportamento resultante dessas estruturas. As pesquisas sobre as neurociências possibilitam uma explicação científica sobre o processo de aprendizagem com base na compreensão dos processos cognitivos.

Para Bear *et al* (2017) as neurociências cognitivas, estudam como a atividade do encéfalo cria a mente. Ainda, as neurociências tem por objetivo compreender como o sistema nervoso funciona e como funcionam as atividades mentais humanas no que diz respeito à consciência, à imaginação e à linguagem (Bear *et al*, 2017).

Para Lent (2008, p.3) “A neurociência é, assim, o conjunto das disciplinas que estudam, pelos mais variados métodos, o sistema nervoso e a relação entre as funções cerebrais e mentais [...]”. O autor destaca que o objetivo mais ousado seria entender como a cognição e a consciência humana surgem do cérebro, no entanto, para explicar estes processos de cognição e consciência, as neurociências devem primeiramente esclarecer questões sobre o aprendizado, a sensação, a percepção, a volição e a atenção (Lent, 2008).

Sobre a aprendizagem: “[...] do ponto de vista neurobiológico a aprendizagem se traduz pela formação e consolidação das ligações entre as células nervosas [...]” (Cosenza e Guerra, 2011, p. 38). A aprendizagem no ponto de vista das neurociências é dada pela comunicação entre as sinapses, resultado da passagem

[3] O termo “neurociências” no plural refere-se aos níveis de análise em cada unidade de estudo, os níveis de análise são: molecular, celular, de sistemas, comportamental e cognitivo (Bear *et al*, 2017).

da informação durante as conexões corretas entre os neurônios (Cosenza e Guerra, 2011).

A interação humana com o ambiente é uma forma de estímulo para que ocorra a comunicação das sinapses, pois, essa interação possibilita o desenvolvimento de habilidades, então “A interação com o ambiente é importante porque é ela que confirmará ou induzirá a formação de conexões nervosas e, portanto, a aprendizagem ou o aparecimento de novos comportamentos que delas decorrem [...]” (Cosenza e Guerra, 2011, p. 34).

A forma de estímulo sugerida por Cosenza e Guerra (2011) diz respeito a criação de um ambiente que contribui para o desenvolvimento de um perfil de aluno engajado e proativo através da aplicação de exercícios centrados nos alunos, do uso da interatividade e definição de objetivos.

Outro fator importante diz respeito ao padrão cronológico, são etapas relacionadas a evolução das conexões cerebrais (Cosenza e Guerra, 2011). Sobre o padrão cronológico, as neurociências evidenciam que existem “[...] períodos em que determinadas aprendizagens ocorram de forma ideal [...]” (Cosenza e Guerra, 2011, p.35), e a falta de estímulos apropriados a cada período é prejudicial ao desenvolvimento. Nesse sentido, Cosenza e Guerra (2011, p. 144) afirmam que “[...] é possível relacionar algumas explicações neurobiológicas como os assuntos pedagógicos, desde que evidências empíricas apontam nessa direção[...]”.

As neurociências indicam que existem dois períodos críticos importantes para o desenvolvimento do sistema nervoso, o primeiro período acontece em torno do nascimento quando acontece um ajuste na quantidades de neurônios que serão utilizados nos circuitos de diversas funções neurais e o segundo período é a preparação para a vida adulta, ele acontece na época da adolescência, onde acontece um processo de eliminação de sinapses e o aumento da mielinização das fibras nervosas em circuitos cerebrais, o que torna a comunicação entre as sinapses mais rápida e eficiente (Cosenza e Guerra, 2011).

Portanto, aprender no contexto das neurociências significa interagir com o ambiente, isto é uma forma de estímulo que possibilita o desenvolvimento de habilidades e capacidades (Cosenza e Guerra, 2011).

2.3.1 As funções executivas e o processo de aprendizagem

O processo de aprendizagem, no âmbito das neurociências, é influenciado pelas funções executivas: atenção, controle inibitório, memória de trabalho, flexibilização cognitiva e autocontrole ou autorregulação, segundo Cosenza e Guerra (2011). As funções executivas são um conjunto de habilidades utilizadas para atingir um objetivo e essas habilidades contribuem para a organização da mente, já que levam em consideração as experiências e conhecimentos armazenados (Cosenza e Guerra, 2011).

Para Lent (2008), o funcionamento executivo possibilita ao indivíduo autonomia em relação ao meio ambiente, sendo assim, se as funções executivas não atuarem de maneira correta no organismo o indivíduo perde a autonomia tornando-se dependente.

Conforme Gonçalves (2017), as funções executivas têm relação direta com o sucesso escolar no início da aprendizagem e com o desempenho acadêmico, pois, está associada a capacidade de se adaptar a diferentes situações.

A atenção na concepção de Cosenza e Guerra (2011) é a capacidade de focar em determinadas características do ambiente e poder selecionar aquelas que contribuem para alcançar o objetivo desejado. Os circuitos responsáveis pela atenção são chamados de circuito orientador “[...] ele permite o desligamento do foco atencional de um determinado alvo e o seu deslocamento para outro ponto, bem como o ajuste fino para que os estímulos sejam bem mais percebidos [...]” (Cosenza e Guerra, 2011, p. 44). E o circuito executivo que “[...] permite que se mantenha a atenção de forma prolongada, ao mesmo tempo em que são inibidos os estímulos distraidores [...]” (Cosenza e Guerra, 2011, p.45).

A atenção executiva é importante para a aprendizagem consciente, pois “[...] está relacionada aos mecanismos da autorregulação, ou seja, com a capacidade de modular o comportamento de acordo com as demandas cognitivas, emocionais e sociais de uma determinada situação [...]” (Cosenza e Guerra, 2011, p. 45). No entanto, para prender a atenção é necessário que o estímulo e a informação passada sejam relevantes, pois, o cérebro só se motiva a aprender quando encontra relevância (Cosenza e Guerra, 2011).

Para Gonçalves (2017) a atenção executiva é fundamental para o controle da leitura, essa função permite que a criança consiga controlar ativamente os processos atencionais evitando distrações. As distrações dificultam o armazenamento das informações na memória devido à falta de entendimento sobre o seu significado. A estimulação da sensibilidade visual e a redução do tempo de reação a eventos sensoriais são consequências comportamentais da atenção (Bear *et al*, 2017).

O controle inibitório torna-se visível quando ela evita de realizar certas ações, como ultrapassar o semáforo no sinal vermelho para diminuir o tempo do percurso (Cosenza e Guerra, 2011). O controle inibitório é fundamental para a atenção durante o processo de aprendizagem, nesse caso, quando a criança não controla ativamente seus processos atencionais podem ocorrer distrações que dificultam o armazenamento das informações na memória "[...] em função do não acesso ao significado [...]" (Gonçalves, 2017, p. 51).

Na perspectiva de Cosenza e Guerra (2011), é possível perceber o controle do erro se imaginarmos a situação em uma mulher fazendo compras no supermercado e acabou pegando algum ingrediente errado para a refeição, se ela estiver atenta às suas ações vai verificar o erro e corrigi-lo (Cosenza e Guerra, 2011).

Conforme Bear, *et al* (2017) a aquisição de memória é identificada como aprendizado, causada pela entrada da informação sensorial. A memória é classificada conforme sua duração, existe a memória de curta duração que é "[...] encarregada de armazenar acontecimentos recentes[...]" (Cosenza e Guerra, 2011, p. 51) e a memória de longa duração "[...] responsável pelo registro de nossas lembranças permanentes [...]" (Cosenza e Guerra, 2011, p. 51).

De acordo com Gonçalves (2017), a memória de trabalho é um preditor do desempenho em matemática e independe do avanço do conteúdo e do aumento de complexidade nas tarefas.

Para Lent (2008, p. 242) "[...] o termo memória se refere ao processo mediante o qual adquirimos, formamos, conservamos e evocamos informação. A fase de aquisição é coloquialmente chamada "aprendizagem" [...]", o autor ainda destaca que a memória de trabalho é fundamental para a aquisição e evocação de toda e qualquer outra memória pois ela tem a função de manter a informação disponível enquanto está sendo percebida ou processada (Lent, 2008).

A memória de curta duração (memória explícita) ou memória de trabalho indica a existência de “[...] conhecimentos adquiridos, lembrados e utilizados conscientemente [...]” (Cosenza e Guerra, 2011, p. 51). Um exemplo de memória explícita é quando lembramos do número de telefone, esse tipo de memória possui um armazenamento transitório chamado de memória operacional ou memória de trabalho que é importante para a regulação do comportamento, e possui também um armazenamento permanente (Cosenza e Guerra, 2011). A memória de trabalho é composta principalmente pela memória sensorial e por um sistema de repetição que tem a função de prolongar a informação na consciência (Cosenza e Guerra, 2011).

De acordo com Cosenza e Guerra (2011), podemos imaginar um exemplo de uma situação cotidiana em que ocorra a necessidade de utilizar as funções cognitivas: uma mulher que trabalha fora de casa e tem filhos em idade escolar, planeja oferecer um jantar para amigos, então decide sair mais cedo do trabalho para ir ao mercado, ela terá que ir no banco retirar dinheiro para as compras, e terá que buscar os filhos na escola, só ao chegar em casa após terminar essas tarefas que ela começará a preparar a refeição para ao amigos (Cosenza e Guerra, 2011).

A flexibilização cognitiva torna-se visível no momento em que ela opta por escolher deixar de ir no banco e usar o cartão de crédito, ou mudar alguma outra ação caso encontre alguma dificuldade, ela pode acabar retida no local de trabalho ou o trânsito pode estar intenso (Cosenza e Guerra, 2011).

De acordo com Gonçalves (2017), a flexibilidade cognitiva prevê o desempenho de aritmética em estudantes de 6º a 9º ano do Ensino Fundamental e possibilita explicar o desempenho em cálculos mais complexos que exigem a escolha de procedimentos, regras e estratégias de solução de desafios matemáticos. Sobre a autorregulação, Gonçalves (2017, p.43) afirma: “[...] crianças com maior capacidade de autorregulação comportamental utilizam esta mesma habilidade durante o processo de aprendizagem escolar [...]”.

Portanto, a aprendizagem é influenciada pelo desempenho das funções executivas que são responsáveis por regular o comportamento do indivíduo, portanto, “As funções executivas possibilitam nossa interação com o mundo [...]”. (Cosenza e Guerra, 2011, p. 87). As habilidades de atenção, controle inibitório, memória de trabalho, flexibilização cognitiva e autocontrole ou autorregulação

contribuem tanto para regulação comportamental quanto para a organização da mente.

2.4 Relações entre a Educação Montessori e as Neurociências

O processo de aprendizagem no ponto de vista da Educação Montessori indica a existência de períodos sensíveis associados às fases do desenvolvimento em cada idade, já, no ponto de vista das neurociências existem os períodos críticos em que ocorrem o desenvolvimento e são identificados por um padrão cronológico. Para Montessori (2023) a matemática é um caminho para organizar a mente e para as neurociências as funções executivas são o caminho para organizar a mente (Cosenza e Guerra, 2011). Contudo, “O primeiro problema da educação é proporcionar à criança um ambiente que permita o desenvolvimento das funções que a natureza lhe atribui [...]” (Montessori, 2021, p. 88).

Quanto às ideias pedagógicas de Maria Montessori, os resultados de pesquisas que levam em consideração aspectos das neurociências confirmam suas observações empíricas sobre o desenvolvimento integral do ser humano. Conforme Silva (2021) a metodologia de Maria Montessori é capaz de mobilizar redes neurais e permitir uma aprendizagem efetiva, ainda destaca as seguintes pesquisas consideram as ideias pedagógicas de Maria Montessori e as neurociências: Serna (2020), Fabri e Fortuna (2020 *apud* Silva, 2021), Regni (2018 *apud* Silva, 2021), Valdivieso (2014 *apud* Silva, 2021) e Hughes (2009).

Silva (2021) associa o ponto de vista de Maria Montessori com as pesquisas de Almeida e Justino (2020), pois, a mente se torna passiva em consequência da falta de desafio, ideia que é confirmada através das neurociências, onde pesquisas afirmam que exercício e o desafio criam e reforçam conexões neurais. Outro ponto que o autor destaca é que Maria Montessori sugere trabalhar com frações e geometria através de associações entre conceitos, e que as pesquisas nas neurociências afirmam que a aprendizagem de frações acontece por meio da intuição[4] (Almeida e Justino, 2020).

[4] Intuição na concepção de Almeida e Justino (2020) refere-se à percepção (noção) de espaço e tempo.

De acordo com Serna (2020) o sistema nervoso periférico [5] participa do processo de aprendizagem e tem a função de receber a informação sensorial, cumprir ordens, oferecer resposta oportuna e outras. Tanto, Serna (2020) quanto, Valdivieso (2014 *apud* Silva, 2021) justificam através das neurociências a intuição de Maria Montessori quanto a influência do cérebro para as ações dos nervos, as funções psíquicas e o cognitivo, como o raciocínio, a memória e o aprendizado. Valdivieso (2014, apud Silva, 2021) confirma que "[...] o desenvolvimento cerebral infantil tem duas bases de apoio fundamentais: o genético e as experiências relacionada com a linguagem, a percepção e o emocional [...]" (Valdivieso, 2014, apud Silva, 2021, p 143).

Conforme Fabri e Fortuna (2020, apud Silva, 2021, p.143) "[...] o método de ensino centrado na criança, proposto por Maria Montessori, decorreu de um insight, que foi confirmado por pesquisas atuais nas neurociências [...]". Esse insight de Maria Montessori é relacionado a identificação da importância dos períodos de desenvolvimento, a importância do meio ambiente, da manipulação de objetos (que contém o controle do erro) e do exercício físico para o desenvolvimento do cérebro, do sistema nervoso e para a aprendizagem (Silva, 2021).

A pesquisa de Regni (2018, *apud* Silva, 2021) declara a importância do toque e do manuseio de objetos para Maria Montessori, "[...] a relação entre fazer e aprender era muito clara para a pedagoga, pois por trás de cada gesto da criança - da mão que agarra um objeto - encontra-se formidáveis aparatos neurais [...]". (Regni, 2018 apud Silva, 2021, p.144). No contexto das neurociências, a interação como o ambiente induz a formação de conexões nervosas, consequentemente à aprendizagem, isto é, confirma a relação entre fazer a aprender de acordo com o pensamento de Maria Montessori.

Para Hughes (2009), a proposta de educação desenvolvida por Maria Montessori é um método de desenvolvimento baseado no cérebro e permite escolhas criativas na interação com o ambiente, ele critica a Educação Tradicional e sugere o desenvolvimento de um modelo educacional baseado em "[...] atividade prática, manipulação física e engajamento no mundo [...]" (Hughes, 2009, p 1). O modelo proposto pela Educação Montessori.

---

[5] O sistema nervoso periférico corresponde aos nervos e gânglios dispersos no organismo (Lent, 2008) que se conectam com o cérebro.

Hughes (2009) cita a pesquisa realizada por Lillard (2006, *apud* Hughes, 2009, p.1) que analisou "[...] os resultados acadêmicos[6], sociais[7] e intelectuais[8] de crianças que foram educadas em um ambiente Montessori [...]". Lillard (2006, *apud* Hughes, 2009) constatou que as crianças educadas de acordo com as ideias pedagógicas de Maria Montessori manifestaram maiores habilidades cognitivas, sociais e melhor desempenho acadêmico, além de apresentar maior empatia com situações de interação social (Lillard, 2006 *apud* Hughes 2009).

Portanto, os períodos sensíveis em Montessori correspondem às necessidades da vida humana que surgem temporariamente em diferentes idades através da necessidade individual e devem ser estimuladas para que o desenvolvimento ocorra de maneira espontânea. Os períodos críticos nas neurociências correspondem aos marcos de desenvolvimento ou janelas de oportunidades: "Esses marcos de desenvolvimento são etapas cumpridas regularmente pelo amadurecimento progressivo das conexões que se fazem entre os neurônios [...]" (Cosenza e Guerra, 2011, p. 34). Eles seguem um padrão cronológico e são necessários estímulos no período que aparecem para que ocorra o desenvolvimento de maneira adequada. Aprender na Educação Montessori é realizar um estudo por meio da experiência e nas neurociências, aprender é interagir com o ambiente.

---

6 Resultados acadêmicos: corresponde as habilidades em matemática, ciências, estudos sociais e linguagem (Randolph, *et al*, 2023).

7 Resultados sociais: corresponde a criatividade, função executiva, experiência interna da escola e habilidades sociais (Randolph, *et al*, 2023).

8 Resultados intelectuais: corresponde aos resultados em teste, pré-testes e questionário (Randolph, *et al*, 2023).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, é apresentada a natureza da pesquisa, que é de ordem qualitativa e do tipo documental; bem como, também os procedimentos de produção de dados que abrangem a Revisão Sistemática Integrativa, da mesma forma que é apresentado os procedimentos de análise, de acordo com os movimentos recursivos da Análise Textual Discursiva (ATD).

3.1 Natureza da Pesquisa

Nesta pesquisa buscamos compreender se a Matemática de Montessori seria uma opção para auxiliar a superação das dificuldades de ensino da matemática nas escolas. Este problema de pesquisa é de natureza qualitativa. De acordo com Lüdke e André (1986), uma pesquisa qualitativa apresenta, dentre outras características: o pesquisador é principal instrumento; os dados coletados são majoritariamente descritivos; a preocupação com o processo é maior do que com o produto; e a análise dos dados segue um processo indutivo. Os dados são artigos científicos, isto é, são suscetíveis de serem descritivos, e durante a exploração do material e tratamento dos resultados o cuidado com o processo é maior que com o produto, seguindo um processo de maneira indutiva.

Esta pesquisa configura-se como bibliográfica, em uma perspectiva de mapear e analisar produções científicas, isto é, uma revisão sistemática integrativa. Nesta pesquisa o material de análise constitui-se de artigos científicos disponíveis na plataforma *Web of Science*, isto é, são documentos escritos que possibilitam sistematizar e analisar aspectos de como a Matemática de Montessori pode auxiliar na superação das dificuldades de ensino da matemática.

De acordo com Botelho, Cunha e Macedo (2011), “A revisão integrativa possibilita a síntese de vários estudos já publicados, permitindo a geração de novos conhecimentos, pautados nos resultados apresentados pelas pesquisas anteriores [...]” (Botelho, Cunha e Macedo, 2011, p. 127 *apud* Mendes; Silveira; Galvão, 2008; Benefield, 2003; Polit; Beck, 2006). Ou seja, a Revisão Sistemática Integrativa é um método que permite a síntese de produções para fornecer uma visão de um

determinado acontecimento e tem por objetivo analisar o conhecimento construído em pesquisas sobre determinado tema (Botelho, Cunha e Macedo, 2011).

3.2 Produção de Dados

A produção e organização de dados seguiu as etapas da Revisão Sistemática Integrativa. Botelho, Cunha e Macedo (2011), afirmam que a revisão sistemática integrativa possui um processo de desenvolvimento que deve seguir seis etapas.

Na primeira etapa deve ocorrer a identificação do tema e seleção do problema de pesquisa, para isso, é importante a definição do problema da pesquisa, a formulação de uma pergunta de pesquisa, a definição de estratégias de busca, a definição de descritores para a busca e a definição das bases de dados (Botelho, Cunha e Macedo, 2011).

Os dados desta pesquisa constituem-se de artigos científicos que têm por objeto de estudo a Matemática Montessori, publicados nos últimos dez anos, isto é, de 2015 até 2025. A coleta de dados foi realizada na *Web of Science,* uma plataforma de busca da *Clarivate* que tem por idioma o Inglês, essa plataforma é descrita por Uzzi (2020) como uma base de dados multidisciplinar que contém periódicos científicos indexados, incluindo artigos, boletins, anais congressos e outros materiais científicos.

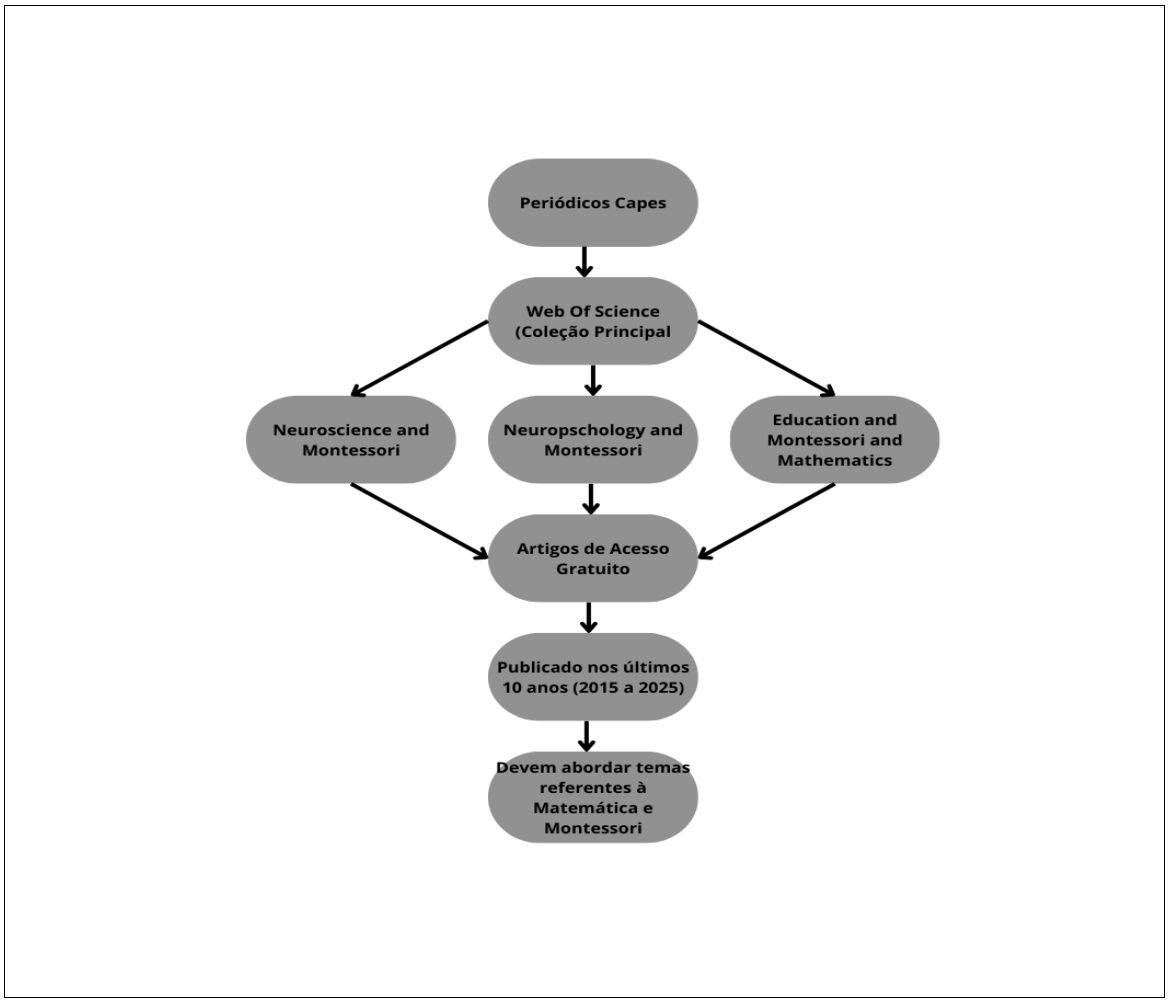
Os descritores ou palavras-chave utilizados na plataforma constituíram-se de três combinações, a saber: 1) Neurociência e Montessori; 2) Neuropsicologia e Montessori e Matemática; 3) Educação e Montessori e Matemática. Os descritores foram inseridos no campo de pesquisa simples da coleção principal da *Web of Science*. A escolha dos descritores foi baseada na combinação de palavras-chaves que possibilitaram encontrar resultados adequados à questão de pesquisa: A Matemática de Montessori seria uma opção para auxiliar a superação das dificuldades de ensino da matemática nas escolas?

Na segunda etapa devem ser desenvolvidos os critérios de inclusão e exclusão para realizar a busca do *corpus* de pesquisa na base de dados selecionada (Botelho, Cunha e Macedo, 2011). Nesta pesquisa, os critérios para constituir o corpus foram, artigos de acesso gratuito e que enfocavam a Matemática, publicados entre 2015 e 2025 na Coleção Principal da Plataforma Web Of Science e que

abordam temas referentes à Matemática e Montessori. Na plataforma, ao utilizar as três combinações de palavras-chave, encontramos sessenta e um (61) artigos, dos quais doze (12) foram localizados a partir dos descritores Neurociência e Montessori; dois (2) artigos a partir dos descritores Neuropsicologia, Montessori e Matemática e; quarenta e sete (47) artigos a partir dos descritores Educação, Montessori e Matemática.

A terceira etapa consistiu em identificar o *corpus* da pesquisa a partir da leitura do resumo, palavras-chave e títulos das publicações. Tendo em vista a questão de pesquisa, selecionamos quinze (15) artigos, os quais enfocavam assuntos relacionados a Matemática e Montessori, como mostra a Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Fluxograma da produção de dados



Fonte: organizado pela autora

Os quinze (15) artigos selecionados constituíram o *corpus* desta pesquisa *e* foram obtidos com a leitura de primeiro nível ou leitura do explícito - “Leitura do Manifesto” (Moraes e Galiazzi, 2016) – acerca dos sessenta e um (61) resumos traduzidos do inglês para o português a partir da ferramenta de tradução denominada de *Deepl Write. Os artigos foram* apresentados e codificados por símbolos alfanuméricos: A01, A02, A03 e assim por diante.

Na quarta etapa, acontece a categorização do corpus selecionado anteriormente, para isso, foi importante a elaboração de uma matriz de síntese ou matriz de análise que é uma ferramenta para a interpretação e construção da Revisão Sistemática Integrativa, por fim, foi desenvolvida a análise crítica das informações do *corpus* (Botelho, Cunha e Macedo, 2011).

No processo de unitarização foram identificadas quatro unidades de contexto, codificadas por UC1, UC2, UC3 e UC4: a UC1 discute sobre a comparação entre métodos, a UC2 discute sobre o uso de materiais especializados, UC3 discute sobre o professor preparado, UC4 discute sobre a Educação Montessori para adolescentes.

Com base no problema de pesquisa, direcionamos a análise para a UC1, de modo que foram identificadas cinco unidades de análise codificadas por UA1, UA2, UA3, UA4, UA5 e UA6. A UA1 discute sobre a comparação entre a Educação Montessori e a Educação Tradicional, a UA2 discute sobre a comparação entre a Educação Montessori e a Educação Tradicional, Hejny e o Plano Dalton, a UA3 discute sobre a comparação entre a Educação Montessori e a abordagem de Vygotsky, a UA4 discute sobre a comparação entre a Educação Montessori e o Método de Singapura, a UA5 discute sobre a comparação entre a Educação Montessori e as abordagens de Comenius e Pestalozzi e a UA6 discute a comparação entre a Educação Montessori e a abordagem construtivista de Piaget. Ao combinar e classificar a UC1 e UA1 é possível passar para a próxima etapa da Revisão Sistemática Integrativa.

Na quinta etapa acontece a análise e interpretação dos resultados sobre a comparação entre a Educação Montessori e a Educação Tradicional, para que ocorrera a discussão.

Na sexta e última etapa, devem ser apresentados a revisão ou síntese do conhecimento, partindo da criação de um documento que descreva detalhadamente a revisão e propostas para estudos futuros (Botelho, Cunha e Macedo, 2011).

3.3 Análise de Dados

Os artigos selecionados para esta pesquisa foram analisados conforme os movimentos da Análise Textual Discursiva (ATD) propostas por Moraes e Galiazzi (2016): unitarização, categorização e construção de metatextos.

O processo de unitarização, segundo Moraes e Galiazzi (2016) requer a leitura e interpretação da produção textual que constitui o *corpus*, fragmentando-a no sentido de produzir unidades de contexto e análise. Unidades de contexto são “[...] fragmentos relativamente amplos de textos que delimitam o contexto das unidades de análise.” (Moraes e Galiazzi, 2016, p.78), dos quais podem derivar unidades de análise. Nesta pesquisa, iniciamos o processo de unitarização definindo e delimitando o *corpus* da pesquisa contendo oito artigos, assim começamos a desconstrução dos textos e identificamos a unidade de contexto denominada “Comparação entre Métodos” codificada por UC.

A unidade de análise é válida desde que tenha relação com o fenômeno investigado; com os objetivos da pesquisa, assim como, também a unidade pode se referir a(s) teoria(s) que fundamentam a pesquisa. (Moraes e Galiazzi, 2016). Nesta pesquisa, as unidades de análise serão definidas à *posteriori*.

A categorização, na perspectiva de Moraes e Galiazzi (2016) é a construção de relações entre as unidades de análise e de contexto, combinando-as e classificando-as, reunindo esses elementos na formação de conjuntos que congregam elementos próximos, resultando daí sistemas de categorias. Nesta pesquisa, foi realizado o processo de comparação entre as unidades definidas durante a unitarização, levando essas unidades a agrupamentos de elementos semelhantes que foram construídos através do método indutivo. Ou seja, as categorias foram definidas *a posteriori*, a partir da análise de semelhanças ou diferenças identificadas durante a unitarização.

Estas categorias devem conter as características de validade ou pertinência (um conjunto de categorias é válido quando é capaz de propiciar uma nova

compreensão sobre os fenômenos pesquisados) e homogeneidade (precisam ser construídas a partir de um mesmo princípio).

A construção de metatextos, conforme Moraes e Galiazzi (2016) foi realizada por meio da descrição e interpretação das categorias e subcategorias encontradas conforme o movimento da ATD. O pesquisador assume-se autor de seus argumentos, podendo tornar o texto mais descritivo, ou seja, mantendo-se mais próximo do *corpus* analisado, para que assim, possa produzir argumentos centralizadores ou teses parciais para cada categoria (Moraes e Galiazzi, 2016).

4 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados de acordo com a estrutura da ATD, a qual inclui respectivamente os movimentos de: unitarização, no qual são apresentadas as quatro unidades de contexto e cinco unidades de análise; categorização e metatextos.

4.1 Unitarização

O processo de unitarização consistiu inicialmente da leitura e releitura do resumo dos sessenta e um (61) artigos, de modo a identificar: objetivos, problema de pesquisa, hipóteses, metodologia utilizada e principais resultados. Assim, defini o corpus da pesquisa que se constitui de quinze (15) artigos, realizei a leitura integral de cada um.

Quadro 01: *Corpus* da pesquisa.

TÍTULO	OBJETIVO	ARTIGOS
Possibilidades da educação matemática pré-escolar a partir da psicologia, da pedagogia e da neuropsicologia (Solovieva *et al*, 2021).	Propor uma análise do conteúdo dessas posturas de introdução inicial do conhecimento matemático na idade pré-escolar.	A01
O que torna os materiais manipuláveis da matemática eficazes? Lições da ciência cognitiva e da Educação Montessori (Laski, *et al*.; 2015)	Apresentar quatro princípios gerais que surgiram da ciência cognitiva sobre maneiras de garantir que os materiais manipuláveis promovam o aprendizado quando usados com crianças pequenas e descrever como Montessori oferece a instrução como exemplo concreto da aplicação destes princípios na prática.	A02
Comparação dos modelos montessoriano e singapurense de ensino da matemática elementar (Matic, Horvat e Bognar, 2024)	Comparar os modelos Montessori e de Singapura do ensino básico de matemática.	A03
Conhecimento pedagógico para o ensino de matemática em escolas	Descobrir sobre o conhecimento dos professores em matemática nas escolas	A04

Montessori (Namukasa e Aryee, 2021)	montessoriana e informar sobre as características necessárias do professor para implementação consistente da reforma educacional	
O ensino da Matemática no pensamento de Comenius, Pestalozzi e Montessori (Neta e Gutierre, 2020)	Discutir os fundamentos para o ensino da matemática na Pedagogia Tradicional e na Pedagogia Nova, marcadamente, com base nas Teorias de Comenius, Pestalozzi e Montessori.	A05
STEM integrado na prática: Aprender com as filosofias e práticas Montessori (Livstrom, Szostkowski e Roehrig, 2019)	Analisar aspectos teóricos e empíricos da ciência da escola secundária Montessori nos Estados Unidos e o seu alinhamento com o quadro conceitual da STEM integradas.	A06
Eficácia das escolas primárias Montessorianas: um estudo quase experimental sobre os resultados escolares (Scippo, 2024)	Comparar resultados de matemática e linguagem entre grupos de estudantes montessorianos com estudantes não montessorianos, pareados pelo método de pareamento simples.	A07
Aprendizagem Montessori: compreender o conceito de matemática na primeira infância (Nisa, Ariyanto e Asyhar, 2019)	Determinar a extensão da compreensão de conceitos matemáticos na primeira infância utilizando a Educação Montessori.	A08
O impacto da educação Montessori nos resultados acadêmicos e não acadêmicos: Uma revisão sistemática (Randolph *et al*, 2023)	Examinar a eficácia da educação Montessori na melhoria dos resultados acadêmicos e não acadêmicos em comparação com a Educação Tradicional	A09
O sentido dos padrões e os padrões nos sentidos: uma abordagem a área sensorial de uma sala de aula pré-escolar Montessori (Txabarri e Zuazagoitia, 2023)	Apresentar e analisar uma proposta didática baseada num material didático manipulativo (cilindros sem maçaneta) utilizado numa sala de aula Montessori de crianças pré-escolares de 3-6 anos.	A10
Aspectos da aprendizagem auto-regulada e sua influência no desempenho em matemática dos alunos do quinto ano no contexto de quatro currículos proclamados diferentes (Rican, Chytry e Medova, 2022)	Investigar a relação entre a atitude dos alunos em relação à matemática, o conhecimento metacognitivo, a auto-eficácia e a motivação, a monitorização metacognitiva, e o seu desempenho na resolução de problemas matemáticos.	A11
Blocos Base 10: Um estudo dos	Compreender a forma como as crianças do	A12

recursos manipulativos virtuais do iPad nos níveis do ensino primário (Litster, Packenham e Reeder, 2019)	primeiro ciclo interagiam com as possibilidades e as restrições das características de uma aplicação de matemática manipulativa virtual Base 10 Blocks concebida para promover oportunidades de aprendizagem.	
Relação entre a autoeficácia matemática dos alunos e a resolução de problemas matemáticos no contexto das pedagogias preferidas pelos professores. (Chytry, *et al*, 2020)	Identificar o impacto das abordagens educativas em matemática no desempenho matemático e na autoeficácia dos alunos do ensino primário	A13
Fundamentar os símbolos do valor posicional: Evidências do treino e da exposição a longo prazo a modelos de Base 10. (Mix *et al*, 2017)	Examinar através de duas experiências se os modelos concretos apoiam a aprendizagem do valor posicional.	A14
Jogos de tabuleiro são importantes: uma releitura da experiência estética e da compreensão interpessoal das crianças (Chou, 2017)	Investigar a implementação de jogos de tabuleiro na experiência estética e na compreensão interpessoal das crianças montessorianas e salas de aula construtivistas.	A15

Fonte: organizado pela autora

A distribuição metodológica dos quinze (15) artigos, é composta por quatro (4) estudos experimentais; quatro (4) estudos de caso; duas (2) meta-análises; duas (2) propostas didáticas e três (3) revisões de literatura. A distribuição por países é composta por cinco (5) estudos realizados no Estados Unidos; dois (2) realizados na República Tcheca; um (1) na Rússia; um (1) na Croácia; um (1) no Canadá; um (1) na Itália; um (1) na Indonésia; um (1) na Espanha; um (1) na Tailândia e um (1) no Brasil. A distribuição através do público-alvo é composta por cinco (5) estudos realizados na pré-escola; cinco (5) no ensino fundamental; dois (2) da pré-escola ao ensino fundamental; dois (2) do ensino fundamental ao ensino médio; um (1) da pré-escola ao ensino médio; como se nota no Quadro 02:

Quadro 02: Distribuição dos Artigos científicos

ARTIGOS	**População-Alvo**	**Método**	**País**	**Outros Aspectos**
A01	Pré-escola	Proposta didática	Rússia	Comparação entre métodos de ensino

A02	Pré-escola	Meta-análise	Estados Unidos	Materiais especializados
A03	Ensino Fundamental	Revisão de Literatura	Croácia	Comparação entre métodos de ensino
A04	Ensino Fundamental e Médio	Estudo de caso	Canadá	Professor preparado
A05	Pré-escola ao Ensino Fundamental	Revisão de Literatura	Brasil	Comparação entre métodos de ensino
A06	Ensino Fundamental e Médio	Revisão de Literatura	Estados Unidos	Educação Montessori para adolescentes
A07	Ensino Fundamental	Estudo experimental	Itália	Comparação entre métodos de ensino
A08	Pré-escola	Estudo Experimental	Indonésia	Comparação entre métodos de ensino
A09	Pré-escola ao Ensino Médio	Meta-análise	Estados Unidos	Comparação entre métodos de ensino
A10	Pré-escola	Proposta didática	Espanha	Materiais Especializados
A11	Ensino Fundamental	Estudo de caso	República Tcheca	Comparação entre métodos de ensino
A12	Pré-escola ao Ensino Fundamental	Estudo de caso	Estados Unidos	Materiais Especializados
A13	Ensino Fundamental	Estudo de caso	República Tcheca	Comparação entre métodos de ensino
A14	Ensino Fundamental	Estudo Experimental	Estados Unidos	Comparação entre métodos de ensino
A15	Pré-escola	Estudo Experimental	Tailândia	Comparação entre métodos de ensino

Fonte: organizado pela autora.

Com isso, identifiquei quatro (4) unidades de contexto, de modo que dez (10) artigos enfocam a comparação entre métodos, isto é, entre Educação Montessori e outros métodos de ensino; seis (6) artigos enfocam a utilização de materiais especializados na Educação Montessori; um (1) artigo aborda o professor preparado na Educação Montessori; e um (1) artigo referente à Educação Montessori para adolescentes, como se nota no Quadro 03.

Quadro 03: Unidades de Contexto

	UNIDADES DE CONTEXTO	ARTIGOS
UC1	Comparação entre Métodos	A01, A03, A05, A07, A08, A09, A11, A13, A14 e A15
UC2	Material Especializado	A02, A08, A10, A12, A14 e A15
UC3	Professor Preparado	A04
UC4	Montessori para Adolescentes	A06

Fonte: organizado pela autora.

A partir de UC1, identifiquei seis (6) unidades de análise, de modo que, quatro (4) artigos enfocam a comparação entre a Educação Montessori e a Educação Tradicional; dois (2) artigos enfocam a comparação entre a Educação Montessori e a Educação Tradicional, Hejny e o Plano Dalton; um (1) artigo enfoca a comparação entre a Educação Montessori e a abordagem de Vygotsky; um (1) artigo enfoca a comparação entre a Educação Montessori e o Método de Singapura; um (1) artigo enfoca a comparação entre a Educação Montessori e as abordagens de Comenius e Pestalozzi e um (1) artigo enfoca a comparação entre a Educação Montessori e a abordagem construtivista de Piaget, como se nota no Quadro 04:

Quadro 04: Unidades de Análise

	UNIDADES DE ANÁLISE	ARTIGOS	MÉTODOS
UA1	Comparação entre Educação Montessori e Educação Tradicional	A07, A08, A09 e A14	Educação Montessori comparada a Educação Tradicional
UA2	Comparação entre Educação Montessori e Educação Tradicional, Hejny e Plano Dalton	A11 e A13	Educação Montessori comparada a Educação Tradicional, Hejny e o Plano Dalton.
UA3	Comparação entre Educação Montessori e abordagem de Vygotsky	A01	Educação Montessori comparada a abordagem de Vygotsky
UA4	Comparação entre Educação Montessori e a educação de Singapura	A03	Educação Montessori comparada a Educação de Singapura
UA5	Comparação entre Educação Montessori e as abordagens de Comenius e Pestalozzi	A05	Educação Montessori comparada as abordagens de Comenius e Pestalozzi
UA6	Comparação entre Educação	A15	Educação Montessori comparada a

	Montessori e abordagem construtivista de Piaget	abordagem construtivista de Piaget

Fonte: organizado pela autora.

Tendo em vista a questão de pesquisa deste trabalho que buscou compreender se a Matemática de Montessori seria uma opção para auxiliar a superação das dificuldades de aprendizagem da matemática nas escolas, enfoquei na análise dos artigos que compõem a UC1 (Comparação entre Métodos), em específico a unidade de análise UA1 (comparação entre a Educação Montessori e a Educação Tradicional).

4.2 Categorização

O movimento de categorização consistiu em combinar e classificar a UC1 e a UA1 para identificar as relações existentes entre elas, sendo composto pelos artigos A07, A08, A09 e A14, que abordam a comparação entre a Educação Montessori e Educação Tradicional.

O A07 é baseado em um estudo experimental, que tem por objetivo avaliar a eficácia da Educação Montessori nas escolas e determinar até que ponto as escolas devem implementar os princípios da Educação Montessori, para isso, foram coletados dados de alunos que frequentavam escolas de Educação Tradicional e da Educação Montessori.

Em seus resultados, o autor afirma que a Educação Montessori pode garantir pelo menos o mesmo nível de resultados de aprendizagem que a Educação Tradicional, indicando maior individualização de aprendizagem e eficácia na promoção do desenvolvimento do potencial de cada indivíduo especialmente quando abordada por pelo menos seis anos.

No que diz respeito a Educação Tradicional, “Na sociedade ‘líquida’ e globalizada de hoje, parece prevalecer um paradigma conhecido como ‘capital humano’, impondo à escola o papel de preparar os trabalhadores para serem empregados nos processos produtivos, garantindo a sua eficiência [...]” (Scippo, 2024, p. 194).

Quanto a Montessori, “Este paradigma é contrariado pelo paradigma do desenvolvimento humano, onde “o desenvolvimento deve ser visto em termos de expansão das liberdades substantivas dos seres humanos” [...]” (Scippo, 2024, p. 194). Portanto, “Nessa visão, ‘o propósito da educação é fornecer aos indivíduos as habilidades necessárias para expandir e realizar as liberdades substantivas de que desfrutam como cidadãos e como pessoas’ [...]” (Scippo, 2024, p. 194).

Ao comparar a Educação Tradicional e a Educação Montessori, o autor do A07 afirma que “Uma escola que visa a padronização da aprendizagem em vez do desenvolvimento do potencial de cada indivíduo parece mais consistente com o paradigma do capital humano do que com o paradigma do desenvolvimento humano.” (Scippo, 2024, p. 194).

Nesse sentido, a Educação Tradicional concebe os indivíduos como trabalhadores e prepara-os para serem empregados, já a educação Montessori concebe o homem como ser humano em potencial e prioriza o desenvolvimento humano e a conquista de liberdade.

O autor do A07 afirma que o principal ponto positivo sobre os princípios da Educação Montessori está relacionado ao fato de levar em consideração os períodos sensíveis para que a aprendizagem se torne eficaz.

Ainda, o autor do A07 confirmou as hipóteses de que as pontuações médias dos alunos montessorianos nunca são menores que dos alunos da Educação Tradicional, e que apresentam desvio padrão significativamente maiores, ou seja, alunos da Educação Montessori conseguem desenvolver aprendizagem individualizada.

Outra hipótese confirmada, leva em consideração a comparação entre alunos Montessori de longa duração e alunos da Educação Tradicional, neste caso, foi confirmado que um maior número de alunos Montessori alcançou desvio padrão significativamente maiores especialmente no 8º ano em matemática, ou seja, o desvio padrão maior indica que os resultados foram maiores em relação à média.

Já o A08 é um estudo experimental que tem por objetivo, determinar a dimensão da compreensão de conceitos matemáticos na primeira infância, tendo como público-alvo crianças de quatro a seis anos de idade que frequentavam a Educação Tradicional – a compreensão dos conceitos matemáticos das crianças inclui números, geometria e medidas simples, em específico as noções de medição de comprimento e peso e classificação de tamanho e formas – utilizando a abordagem da Educação Montessori.

A compreensão dos conceitos matemáticos é dividida em três tempos: o antes, o durante e o depois da aplicação de atividades montessorianas em uma sala de aula tradicional.

Em seus resultados, foi confirmado que antes de trabalhar a matemática com base nos princípios e atividades da Educação Montessori, a compreensão matemática dos alunos era considerada baixa. Durante a aplicação dos materiais especializados em alunos da Educação Tradicional, foi observado maior necessidade em compreender sobre a classificação de objetos com base em tamanhos e formas.

Depois de trabalhar a matemática com base na Educação Montessori foi constatado que ocorreu um aumento da compreensão da matemática no que diz respeito às noções de medição, comprimento, peso e classificação de tamanho e formas, portanto, a Educação Montessori favoreceu a aprendizagem.

No que se refere a sala de aula tradicional, “Embora o método convencional de ensino com lousa não seja tão vívido e diversificado quanto os métodos de ensino multimídia, a escrita na lousa é simples, conveniente e eficiente em termos de tempo [...]” (Nisa, Ariyanto e Asyhar, 2019, p. 4). O autor em comparação com a Educação Tradicional e a Educação Montessori, destaca que é mais conveniente usar o método tradicional, pelo fato de a organização escolar ser dividida em períodos de tempo curtos, isso dificulta a realização de atividades que necessitam de maior tempo para seu desenvolvimento como por exemplo as atividades desenvolvidas na Educação Montessori.

No que tange a Montessori,

> Esse método Montessori é adequado para ser aplicado a crianças, nas quais as crianças têm as características da mente absorvente ou mais conhecida como uma mente de fácil absorção. Isso significa que esse método é aplicado à primeira infância, que tem as características de um grande imitador, explorador e que gosta de coisas novas[...] (Nisa, Ariyanto e Asyhar, 2019, p. 4).

Ao comparar a Educação Tradicional com a educação Montessori, o autor do A08 afirma que o aprendizado baseado na Educação Tradicional deixa os alunos entediados resultando na baixa compreensão de conceitos abordados durante a aprendizagem, contudo, “[...] é necessário inovar no aprendizado para que as crianças tenham uma compreensão significativa. Uma das inovações que podem ser aplicadas para otimizar a compreensão matemática das crianças é o método Montessori [...]” (Nisa, Ariyanto e Asyhar, 2019, p.4).

A Educação Tradicional é conveniente devido a otimização do tempo em sala de aula, porém não é a mais adequada para utilizar com alunos do jardim de infância, pois as crianças tendem a manter o foco naquilo que sentem necessidade. A aprendizagem na Educação Montessori busca atender as necessidades do aluno o que consequentemente atrai a atenção da criança.

Segundo as observações de crianças que frequentam o jardim de infância de escolas tradicionais, percebeu-se que as habilidades matemáticas eram baixas, devido ao processo de aprendizado baseado na memorização de conceitos

matemáticos, na contagem dos números, além de não usar materiais especializados presentes no contexto social, assim, as crianças só aprendem usando o quadro negro e o caderno. Com o processo de aprendizado realizado pela Educação Montessori, as crianças apresentam maior atração pelas atividades, pois atendem suas necessidades individuais.

O A09 é uma meta-análise, que tem por objetivo examinar a eficácia da Educação Montessori na melhoria dos resultados acadêmicos (divididos em cinco categorias: habilidade acadêmica geral, matemática, ciências, estudos sociais e linguagem) e não acadêmicos (dividido em quatro categorias: criatividade, função executiva, experiência interna da escola, habilidades sociais) em comparação com a Educação Tradicional, tendo como público alvo, alunos de idade pré-escolar ao ensino médio, além disso, pretende-se definir se os impactos da Educação Montessori variam em diferentes idades e ambientes de escolas público e privada.

Nos resultados acadêmicos, foi confirmado que a Educação Montessori superou a Educação Tradicional em diversas áreas, como a área de linguagem (alfabetização), matemática, ciências e estudos sociais, resultados melhores que a Educação Tradicional, principalmente no ensino fundamental.

No que diz respeito aos resultados não acadêmicos[9], foi confirmado que a função executiva produziu o maior efeito sobre a Educação Montessori, no entanto, isto se deve ao fato da Educação Montessori poder proporcionar experiências no exercício do controle inibitório, esse resultado é significativo, pois, a função executiva tem relação com o treinamento da atenção plena, como enfatizar e cultivar a atenção concentrada, educar os sentidos para perceber os estímulos.

Outros resultados não acadêmicos positivos em relação a Educação Montessori encontrados foram, maior criatividade e habilidade social, no entanto, os resultados para as habilidades sociais avançadas podem ser resultado do maior desenvolvimento da função executiva dessas crianças.

No que se refere a sala de aula convencional, sendo esta, uma abordagem centrada no professor, o qual realiza atividade de verificar e classificar o trabalho do aluno, no entanto, não foi estabelecido uma descrição detalhada, apenas elucida salas de aulas com períodos de duração limitados, contendo alunos da mesma

[9] Os resultados não acadêmicos correspondem aos resultados sociais, ou seja, corresponde a criatividade, função executiva, experiência interna da escola e habilidades sociais (Randolph, *et al*, 2023).

idade e o principal material didático é o uso de livros didáticos (Randolph, *et al*., 2023).

No que tange a Montessori, é destacado que é um sistema adaptado para diferentes estágios de desenvolvimento e culturas que leva em consideração o ambiente, o professor e a criança (Randolph, *et al*., 2023).

Com este estudo, é possível afirmar que os maiores impactos da educação Montessori nos resultados acadêmicos foram observados no nível fundamental e nos resultados não acadêmicos foram observados no nível pré-escolar. Ainda, é possível afirmar que quanto maior o tempo de exposição de alunos da Educação Tradicional sobre a abordagem da Educação Montessori seus desempenhos acadêmicos melhoram.

O A14 é um estudo experimental, que tem por objetivo examinar, em crianças que estão aprendendo o sistema de valor posicional, a capacidade de vincular símbolos ao que ele representa no mundo real, com e sem o apoio de materiais especializados, para isso, foram aplicados dois experimentos em dois grupos de alunos, um grupo de alunos pertencia a Educação Montessori e o outro grupo a Educação Tradicional.

O primeiro experimento foi desenvolvido com quatro grupos de crianças, dois grupos tiveram respectivamente treinamento apenas com símbolos ou treinamento apenas com material especializado chamado blocos de base 10 ou Material Dourado[10], os outros dois grupos desenvolveram as mesmas atividades, porém, sem treinamento. O aprendizado foi avaliado a partir de um teste de valor posicional[11], um problema de venda da escola e uma tarefa de estimativa de linha numérica. As crianças foram divididas entre grupos de alta habilidade e baixa habilidade a fim de verificar as diferenças no uso do material especializado, dependendo da habilidade geral.

O segundo experimento foi desenvolvido com crianças que frequentaram por no mínimo três anos a Educação Montessori ou a Educação tradicional, e a avaliação da aprendizagem foi realizada da mesma maneira que no primeiro

[10] “Os blocos de base 10 consistem em pequenos cubos para representar as unidades, palitos com 10 cubos para representar as dezenas, apartamentos compostos de 10 palitos para representar as centenas e assim por diante.” (Mix, et al., 2017, p. 130).

[11] “O teste de valor posicional consistia em 12 a 16 itens distribuídos em três tipos de itens: a) ordenação de números (6 itens); b) interpretação de números (3 a 7 itens1); e c) adição de vários dígitos (3 itens).” (Mix, et al., 2017, p. 134).

experimento, no entanto, não foi necessário realizar pré-teste pois as atividades foram aplicadas apenas uma vez.

Nos resultados para o teste de valor posicional do primeiro experimento foi confirmado uma melhora significativa nos dois grupos de treinamento quando comparado os resultados do pré-teste para o pós-teste de valor posicional, essa melhora não é confirmada nos grupos de crianças sem treinamento. Quando comparados os dois grupos de treinamento, o grupo de treinamento somente com blocos de base 10 (Material Dourado) apresentaram melhora significativa nos itens de interpretação numérica e as crianças com treinamento de símbolos não apresentaram melhora. Ainda, os resultados mostram que crianças com altas habilidades tiveram melhor desempenho no treinamento com símbolos do que sem treinamento e as crianças com baixas habilidades tiveram melhor desempenho no treinamento com blocos do que sem treinamento, isto sugere que o uso de modelos concretos é importante para as crianças que tem dificuldade com os símbolos matemáticos, mesmo assim, os dois tipos de treinamento melhoraram um pouco o desempenho de ambos os grupos.

Nos resultados para o problema de venda na escola do primeiro experimento é confirmado que as médias do pós-teste apresentam melhora significativa após o treinamento com blocos, ou seja, os alunos demonstraram melhor compreensão do problema, isso, resultou na superioridade do desempenho do grupo de treinamento com blocos se comparado com o grupo sem treinamento.

Nos resultados para a estimativa de linha numérica do primeiro experimento é confirmado que há uma diferença no desempenho antes do treinamento. Os grupos de crianças que receberam treinamento apresentaram taxas de erro menores que os grupos sem treinamento. Quando comparadas as pontuações no pré-teste e pós-teste, foi verificado que apenas o grupo de treinamento com símbolos teve melhora significativa, em geral, os resultados indicam melhora no desempenho após o treinamento, mas somente no grupo de alunos que tiveram treinamento com símbolos.

Nos resultados para o teste do valor posicional do segundo experimento foi confirmado melhor desempenho médio durante o teste do valor posicional nas crianças da segunda série quando comparadas com crianças do jardim de infância, mas o tipo de escola influenciou os resultados, pois favoreceu os alunos Montessori,

ou seja, conclui-se que os alunos Montessori tiveram desempenho geral melhor. Quando comparados o tipo de escola e a série houve desempenho melhor por alunos Montessori na segunda série do que alunos da escola tradicional da segunda série. As análises mostraram grande vantagem para os alunos Montessori no cálculo de vários dígitos e vantagem moderada na interpretação de números.

Nos resultados para o problema de venda na escola do segundo experimento foi confirmada uma tendência de melhora de desempenho do jardim de infância à segunda série. Quando comparados os tipos de escola, foi verificado que os alunos das escolas Montessori apresentaram uma diferença significativa no desempenho da atividade, ainda, quando comparado o tipo de escola e a série, foi constatado que os alunos da escola Montessori da segunda série tiveram melhor desempenho do que os alunos do jardim de infância.

Nos resultados para a estimativa de linha numérica do segundo experimento foi confirmado que alunos da segunda série tiveram taxas de erro menores que alunos do jardim de infância, porém não houve vantagem Montessori. No que se refere a Educação Tradicional, “De fato, a correspondência entre os padrões do Experimento 1 e do Experimento 2 sugere que a experiência de longo prazo com manipuladores pode ser a principal diferença entre o ensino de matemática Montessori e não-Montessori [...]” (Mix et al, 2016, p.145). Os autores afirmam que o desenvolvimento de atividades manipuláveis por longo prazo beneficia os resultados dos alunos Montessori, pois já estão habituados com este estilo de atividades enquanto que os alunos da Educação Tradicional não desenvolvem este tipo de atividades a longo prazo.

No que tange a Montessori,

> De fato, uma característica que define a educação Montessori é o uso consistente e de longo prazo de materiais sensoriais, a resolução de problemas com base em ações e a cuidadosa associação de símbolos escritos a esses materiais e ações [...] (Mix *et al*, 2016, p. 141 *apud* Lillard, 2012).

Ao comparar, o autor do artigo afirma que, “[...] crianças com alta habilidade se saíram melhor com a instrução baseada em símbolos e as crianças com baixa habilidade se beneficiaram mais dos modelos concretos [...]” (Mix et al, 2016, p.146). Nesse sentido, foi observado a vantagem dos alunos Montessori comparado aos alunos da Educação Tradicional, as evidências sugerem que a utilização de

materiais especializados desenvolvidos pela Educação Montessori pode melhorar a compreensão estrutural do valor posicional, sendo assim, pode melhorar o conhecimento geral de matemática.

O autor do A14 destaca que a vantagem da Educação Montessori reflete no uso consistente e prolongado dos materiais especializados e a maneira que são abordados. Ainda, afirma que o uso de materiais especializados pode auxiliar na superação das dificuldades de aprendizagem da matemática quando se trata do significado dos símbolos matemáticos, mas, quando abordado de maneira específica para cada necessidade. Logo, a vantagem na compreensão de conceitos de valor posicional em relação a Educação Tradicional está ligada ao uso prolongado de materiais especializados.

As crianças podem usar esses materiais especializados para comparar e transformar quantidades movendo e alinhando conjuntos de blocos. Elas também podem mapear os símbolos escritos e os nomes verbais nesses modelos físicos.

Os artigos A07, A08, A09 e A14 apontam que o desempenho em matemática é influenciado pelo modelo educacional utilizado, pelo professor preparado, pelas necessidades individuais de independência observadas nos alunos e pela maneira de utilizar os materiais especializados. Nesse sentido, tendo em vista o meu problema de pesquisa - A Matemática de Montessori seria uma opção para auxiliar a superação das dificuldades de aprendizagem da matemática nas escolas? -, abordarei o desempenho dos alunos na seção seguinte.

4.3 METATEXTOS

Na perspectiva de enfrentar o problema de pesquisa – A Matemática de Montessori seria uma opção para auxiliar a superação das dificuldades de aprendizagem da matemática nas escolas? –, é necessário interpretar o corpus da pesquisa a partir do metatexto, isto é, os quatro artigos que compõem o *corpus* desta pesquisa: A07, A08, A09 e A14, os quais foram descritos anteriormente, serão interpretados a partir do referencial teórico apresentado anteriormente.

Os quatro artigos, de forma geral, abordam a comparação entre a Educação Montessori e a Educação Tradicional, de modo a considerar como parâmetro o

desempenho acadêmico apresentado pelos estudantes em provas, testes (pré-testes e pós-testes), entrevistas, observações e questionário. Além disso, consideram o desempenho acadêmico apresentado pelos estudantes para verificar a eficácia da Educação Montessori na aprendizagem de matemática.

O A07, de forma mais específica, apresentou o desempenho acadêmico de maneira equivalente aos resultados acadêmicos, esses resultados foram avaliados por testes padronizados e utilizados para aferir a eficácia da Educação Montessori na aprendizagem matemática. Cabe ressaltar que segundo Lillard (2006 apud Hughes, 2009) os alunos Montessori manifestam melhor desempenho acadêmico se comparados aos alunos da Educação Tradicional. Sobre o desempenho acadêmico, “Na Itália, por exemplo, a única medida disponível em toda a população de alunos Montessori é uma medida padronizada de desempenho acadêmico [...]” (Scippo, 2024, p.196). Assim como na Itália, a maioria dos outros países também utiliza como medida o desempenho acadêmico para avaliar a eficácia da Educação Montessori (Scippo, 2024).

> A variável dependente é o desempenho acadêmico em matemática e linguagem, avaliado por meio de testes padronizados pelo Instituto Nacional de Avaliação do Sistema Educacional da Itália (Invalsi). Administrados anualmente a alunos do 2º, 5º, 8º, 10º e 13º ano, esses testes também são administrados a alunos do ensino fundamental Montessori do 2º e 5º ano. A educação Montessori normalmente conclui no 5º ano na Itália” (Scippo, p. 198, 2024).

Em minha percepção, o desempenho acadêmico apontado no A07 é concebido por meio de pontuações em testes de medidas padronizadas, sendo elas, a média e o desvio padrão. Com essas medidas são apresentados os resultados sobre o desempenho acadêmico na aprendizagem de matemática. “O teste de matemática examina áreas-chave de conhecimento, resolução de problemas e raciocínio em probabilidade, estatística, aritmética/álgebra, geometria, relações e funções.” (Scippo, 2024, p. 198).

Os resultados do desempenho acadêmico na aprendizagem matemática de alunos montessorianos e alunos da Educação Tradicional indicam que os alunos da Educação Montessori apresentaram pontuações médias maiores nos pré-testes e pós-testes e maior desvio padrão, em especial no 8º ano do ensino fundamental, do que as pontuações médias dos alunos da Educação Tradicional, ou seja, é possível afirmar que alunos montessorianos apresentam maior desempenho acadêmico e

maior autonomia na aprendizagem matemática. Ainda, o estudo afirma que quanto maior for o contato do aluno com a Educação Montessori, maior será seu desempenho acadêmico.

O público-alvo desta pesquisa são alunos do ensino fundamental em idade entre seis (6) e doze (12) anos de idade. Este é o segundo período sensível identificado pela Educação Montessori e corresponde a necessidade de Independência Intelectual e Cognitiva (Montessori, 2021). Conforme Grzeça (2020) é o período em que a criança tem a necessidade de pensar sozinha. É importante ampliar o ambiente social, passar do nível sensorial para o abstrato e desenvolver o senso moral (Montessori, 2022). Para Lent (2008), as funções executivas composta por atenção, controle inibitório, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva e autocontrole possibilitam a interação com o ambiente, favorecendo a independência do indivíduo.

No A07, não foi informado qual o experimento e materiais utilizados nas pesquisas empíricas utilizadas para chegar aos resultados das pontuações médias e das pontuações de desvio padrão. Os dados coletados são de avaliações nacionais disponibilizados pela Escritório de Estatística do Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema Educativo di Istruzione e di Formazione (Invalsi) na Itália.

O A08 avalia a compreensão dos conceitos matemáticos na pré-escola através da aplicação de um experimento e prevê o desempenho acadêmico em matemática a partir dos resultados observados em pré-testes e pós-testes tendo como base a comparação dos resultados encontrados antes, durante e depois de levar em consideração a Educação Montessori para a aplicação do experimento.

Os resultados acadêmicos correspondem a compreensão de conceitos matemáticos sobre números, geometria e medidas simples, em específico as noções de medição, de comprimento, peso e classificação de tamanho e formas (Nisa, Aryanto e Asyhar, 2019).

Em minha percepção, a melhora no desempenho acadêmico no A08, é influenciado pela Educação Montessori, pois os resultados indicam que o aprendizado em matemática por meio da Educação Montessori aumenta a compreensão de conceitos matemáticos como medição, comprimento, peso e classificação de tamanho e formas no jardim de infância.

Os resultados do A08 indicam que após os alunos terem contato com a Educação Montessori seus resultados no pós-teste melhoraram, a Educação Montessori contribuiu para melhorar a compreensão dos conceitos matemáticos utilizados na aplicação do experimento.

O público-alvo desta pesquisa são alunos da pré-escola ou jardim de infância e corresponde as idades entre zero (0) e seis (6) anos de idade. Este é o primeiro período sensível identificado pela Educação Montessori e o primeiro período crítico identificado pelas neurociências de acordo com Cosenza e Guerra (2011). Para Montessori (2021), neste período sensível a criança tem a necessidade de independência sensório-motora ou independência física. A criança de zero a seis anos “[...] precisa classificar e absorver o exterior por meio dos sentidos [...]” (Montessori, 2022, p. 16).

O material utilizado no experimento foi o milho, “O milho foi escolhido como mídia de aprendizado porque no ambiente ao redor da criança havia muitos campos de milho e o pai comum do aluno era um agricultor de milho.” (Nisa, Ariyanto e Asyhar, 2019, p. 7). O milho foi usado para atividades de medição, pesagem, plantio e produção de alimentos, oque envolve os sentidos vários sentidos como a visão, audição, tato, olfato, entre outros sentidos (Nisa, Ariyanto e Asyhar, 2019). De acordo com Montessori (2023) o uso de materiais especializados no primeiro período sensível permite a independência física e a abstração, favorecendo o estímulo das habilidades de observação, comparação e classificação dos elementos.

A escolha do material que faz parte do ambiente do aluno foi um estímulo para prender a atenção. De acordo com Cosenza e Guerra (2011), para prender a atenção é necessário que o estímulo e a informação passada sejam relevantes, pois o cérebro só se motiva a aprender quando encontra relevância. O controle inibitório é fundamental para a atenção durante o processo de aprendizagem, o controle inibitório permite que a criança evite as distrações, assim ela não terá dificuldade em armazenar as informações na memória (Gonçalves, 2017, p. 51). Estes pontos podem justificar a melhora na compreensão de conceitos matemáticos.

O A09 apresenta o desempenho da mesma forma que o A07 e A08, no qual, corresponde aos resultados acadêmicos obtidos em teste padronizado de desvio padrão, esses resultados foram utilizados para examinar a eficácia da Educação Montessori. O autor do A09 afirma que “[...] houve evidências de que a educação

Montessori superou a Educação Tradicional em uma ampla variedade de resultados acadêmicos e não acadêmicos [...]" (Randolph et al, 2023, p.2).

Em minha percepção, a melhora no desempenho acadêmico, no A09 é influenciado pela Educação Montessori, pois os resultados desta pesquisa indicam que quanto maior for o tempo de contato com a Educação Montessori, melhor será o desempenho acadêmico em matemática, principalmente no ensino fundamental.

Acerca dos resultados não acadêmicos no A09, o estudo afirma que a Educação Montessori contribui para a criatividade, habilidades sociais, o melhor desenvolvimento das funções executivas.

Para Gonçalves (2017) a aprendizagem é influenciada pelas funções executivas, composta por controle inibitório, que é a capacidade de controlar comportamentos, pela memória de trabalho, que é a capacidade de conservar informações e fazer associações, pela flexibilidade cognitiva, que é a capacidade de adaptação e pelo autocontrole. Elas influenciam o desempenho em matemática e as habilidades sociais, pois favorece a capacidade de se adaptar a diferentes situações (Gonçalves, 2017). Portanto, as funções executivas possibilitam a interação com o ambiente e ajudam a organizar a mente, pois a capacidade de controlar comportamentos, a capacidade de conservar informações e fazer associações, a capacidade de adaptação e de autocontrole são utilizadas para atingir um objetivo, levando em consideração as experiências e conhecimentos armazenados (Cosenza e Guerra, 2011).

O público-alvo desta pesquisa são alunos da pré-escola até o ensino médio. Isto corresponde as idades entre zero (0) e dezessete (17) anos. De acordo com Montessori (2021), nesses períodos sensíveis as necessidades são de independência física, independência intelectual e independência Social e Econômica.

Para Cosenza e Guerra (2011) estas idades coincidem com os dois períodos críticos identificados nas neurociências, onde acontecem o ajuste na quantidade de neurônios, os processos de eliminação de sinapses e a mielinização das fibras nervosas, tornando a comunicação entre as sinapses, portanto, a aprendizagem, mais rápida e eficiente.

No A09, não foi informado qual o experimento e materiais utilizados nas pesquisas empíricas utilizadas para chegar aos resultados das pontuações médias e

das pontuações de desvio padrão. Os dados coletados são de 32 estudos experimentais publicados em 19 bancos de dados.

O A14 apresenta o desempenho através dos resultados acadêmicos como nos outros artigos A07, A08 e A09, porém é utilizado para verificar a eficácia do material especializado na Educação Tradicional e na Educação Montessori. Este estudo revela um melhor desempenho de alunos montessorianos quando comparado a alunos da Educação Tradicional, ainda, em particular, um melhor desempenho em matemática (Mix, *et al*., 2016).

Em minha percepção, o melhor desempenho acadêmico no A14, é influenciado pela Educação Montessori, pois os resultados indicam a vantagem dos alunos da Educação Montessori comparado aos alunos da Educação Tradicional, já que a utilização de materiais que contém o controle do erro pode melhorar a compreensão estrutural do valor posicional e o conhecimento geral de matemática. Algumas vantagens evidentes foram no cálculo de vários dígitos na interpretação de números, principalmente nos alunos da segunda série da Educação Montessori. O uso de materiais especializados a longo prazo favorece a abstração de conceitos matemáticos, levando ao desenvolvimento intelectual e social das crianças.

O público-alvo desta pesquisa são alunos do ensino fundamental em idade entre seis (6) e doze (12) anos de idade. Este é o segundo período sensível identificado pela Educação Montessori e corresponde a necessidade de Independência Intelectual (Montessori, 2021). Conforme os períodos críticos destacados por Cosenza e Guerra (2011) é possível afirmar que entre seis e doze anos é um período de estabilidade do sistema nervoso.

Os materiais utilizados no experimento foram o bloco de base 10 ou material dourado, o problema da venda na escola e a estimativa de linha numérica que consistia em marcar os locais corretos dos números de 0 a 1000. Estes materiais favorecem a independência intelectual, pois permite passar do nível sensorial para o abstrato, permite a interação com o ambiente e permite a abstração de conceitos matemáticos, que é importante para aprendizagem de matemática na visão de Montessori (2022). De acordo com Gonçalves (2017), a flexibilidade cognitiva ou capacidade de adaptação prevê o desempenho de aritmética em estudantes de 6º a 9º ano do Ensino Fundamental e possibilita explicar o desempenho em cálculos mais

complexos que exigem a escolha de procedimentos, regras e estratégias de solução de desafios matemáticos.

Nos dois artigos que mostram quais os materiais e atividades foram realizadas é possível identificar a melhora no desempenho acadêmico após o contato com a Educação Montessori, pois ela permite um ambiente que desenvolva as funções executivas como a atenção, o controle inibitório, a flexibilidade cognitiva, a memória de trabalho e o autocontrole e respeita as fases de desenvolvimento do cérebro. Conforme Bear, *et al* (2017) a aquisição de memória é identificada como aprendizado, causada pela entrada da informação sensorial. A memória de curta duração é “[...] encarregada de armazenar acontecimentos recentes[...]” (Cosenza e Guerra, 2011, p. 51). E indica a existência de “[...] conhecimentos adquiridos, lembrados e utilizados conscientemente [...]” (Cosenza e Guerra, 2011, p. 51).

Os quatro artigos têm por objeto de estudo verificar a eficácia da Educação Montessori em relação a Educação Tradicional na aprendizagem de Matemática, sendo que três deles são estudo experimental e um deles é uma meta-análise, ou seja, todos os dados encontrados são empíricos. Os pontos principais identificados nos quatro artigos dizem respeito ao público-alvo e o padrão cronológico relacionados as necessidades de independências para cada fase de desenvolvimento do cérebro. Ainda identificamos que as atividades dos experimentos devem permitir o desenvolvimento das funções executivas, pois, elas influenciam no processo de aprendizagem matemática e contribuem para a organização da mente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na perspectiva de enfrentar o problema de pesquisa – A Matemática de Montessori seria uma opção para auxiliar a superação das dificuldades de aprendizagem da matemática nas escolas? - estabeleci como objetivo geral: analisar os artigos científicos publicados na plataforma Web Of Science entre 2015 e 2025 que abordam a Matemática de Montessori; e como objetivos específicos: analisar a distribuição dos artigos científicos – distribuição por países, abordagem metodológica de estudo, população-alvo, entre outros aspectos; verificar possíveis impactos da Educação Montessori na aprendizagem matemática na perspectiva das neurociências e da educação e discutir a relação entre os métodos de ensino da matemática com a Educação Montessori.

Acerca da distribuição dos artigos (objetivo específico 1), constatei a existência de 61 artigos publicados nos últimos dez anos, de 2015 à 2025, na plataforma Web Of Science a partir de três combinações de descritores: Neurociência e Montessori, Neuropsicologia e Montessori e Matemática e por fim Educação e Montessori e Matemática. Com base em meu problema de pesquisa, foram selecionados quinze (15) artigos que constituem o *corpus* da pesquisa e fazem relação entre a matemática e a Educação Montessori.

Dos quinze (15) artigos, quatro (4) discutem a comparação entre a Educação Montessori e a Educação Tradicional, estes utilizaram dados empíricos, sendo três (3) estudos experimentais e uma (1) meta-análise. Destes quatro, dois (2) estudos foram realizados no Estados Unidos, um (1) na Itália e um (1) na Indonésia. O público-alvo destas pesquisas são estudantes da pré-escola ao ensino médio.

No que se refere aos impactos da Educação Montessori na aprendizagem matemática na concepção das neurociências e da educação (objetivo específico 2), constatei que a Educação Montessori auxilia na melhora do desempenho acadêmico (resultados de pontuações em pré-teste e pós-testes) de matemática. É um modelo educacional que considera os períodos sensíveis de desenvolvimento e leva em consideração o desenvolvimento do cérebro; e possibilita a criação de um ambiente adequado que estimula as funções executivas, as quais são importantes para a aprendizagem de matemática. Conforme Almeida e Bandeira (2024), a noção de espaço, a possibilidade de fazer relações, a abstração de conceitos matemáticos por

meio de materiais do ambiente, o manuseio do concreto e a análise das formas contribuem para a organização da mente. As subáreas da matemática como: topologia, lógica, álgebra e geometria estimulam o desenvolvimento do cérebro e a organização da mente.

No que tange as relações entre a Educação Montessori e outros modelos educacionais (objetivo específico 3), quinze artigos fazem esta relação, mas quatro artigos comparam a Educação Montessori com a Educação Tradicional, por meio de dados empíricos coletados experimentalmente.

Os resultados obtidos revelaram que a Educação Montessori é eficaz, pois é uma prática pedagógica baseada em princípios que levam em consideração como o cérebro funciona: a importância do ambiente preparado para a aprendizagem matemática; a importância de o professor estar preparado para reconhecer o estímulo adequado ao período de desenvolvimento do sistema nervoso, a importância de materiais especializados; e a influência das funções executivas — atenção, memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva — para a aprendizagem em matemática. Portanto, a Educação Montessori favorece o desenvolvimento das funções executivas.

A análise dos artigos evidenciou que a Educação Montessori demonstrou maior eficácia na promoção de um ambiente de aprendizagem que considera os períodos sensíveis, tornando o aprendizado duradouro, quando comparado a Educação Tradicional. Especialmente nos artigos que dizem respeito à comparação entre Educação Montessori e Educação Tradicional, os dados apontaram que alunos inseridos em contextos da Educação Montessori apresentaram maior autonomia, desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e melhores resultados acadêmicos, além de, e capacidade de concentração, o que contribui para o desenvolvimento das funções executivas, como atenção, memória de trabalho e controle inibitório — aspectos discutidos pelas neurociências.

Conclui-se, que a Matemática de Montessori pode ser uma opção para superar as dificuldades de aprendizagem matemática: falta de atenção, dificuldade em relacionar conteúdos e procedimentos da matemática, dificuldade de raciocínio lógico e dificuldade de abstração de conceitos matemático por meio da observação, comparação e classificação. Além disso, há evidências científicas da eficácia da Educação Montessori, como se nota em Silva (2021), que relaciona as ideias

pedagógicas de Maria Montessori e das neurociências, recorrendo as seguintes pesquisas: Serna (2020), Fabri e Fortuna (2020 *apud* Silva, 2021), Regni (2018 *apud* Silva, 2021), Valdivieso (2014 *apud* Silva, 2021) e Hughes (2009). Bem como se nota nos artigos A07, A08, A09 e A14 que comparam a Educação Montessori e a Educação Tradicional, nesta comparação eles recorrem aos aspectos importantes para a aprendizagem em matemática discutidos pelas neurociências e pelos pressupostos da área de educação.

Este estudo contribui com o campo da Educação Matemática ao abordar um modelo educacional que pode auxiliar nos objetivos e nas aspirações sociais ao considerar os períodos sensíveis de desenvolvimento que é confirmado por pesquisas atuais que envolvem aspectos das neurociências. Os períodos favoráveis ao desenvolvimento do cérebro que são comuns entre a Educação Montessori e as neurociências correspondem ao primeiro período sensível que ocorre entre 0 e 3 anos de idade e o terceiro período sensível que ocorre na adolescência, entre 12 e 18 anos de idade. A Educação Montessori é um caminho para formação intelectual e social de crianças, jovens e adultos.

Ao atingir os objetivos elencados neste trabalho posso dizer que a Educação Montessori pode ser uma opção para auxiliar na superação de dificuldades de aprendizagem da matemática nas escolas, na medida em que permite a criação de um ambiente que estimula o desenvolvimento das funções executivas (atenção, controle inibitório, flexibilidade cognitiva, memória de trabalho e autocontrole), importantes para a aprendizagem em matemática. Estes aspectos podem estar mais explícitos na formação inicial ou contínua dos professores de matemática, tendo em vista a sua preparação.

Por fim, destaco algumas sugestões para trabalhos futuros, tendo em vista que neste trabalho foi necessário fazer recortes, desenvolver uma análise comparativa da Educação Montessori com os outros métodos mencionados nos artigos verificados: Hejny, Plano Dalto, Modelo de Singapura e a abordagem de Vygotsky ou de Piaget. Além disto, sugiro a observação da prática de um professor montessoriano em sala de aula, a elaboração e aplicação de propostas didáticas para o ensino fundamental ou médio baseado nos princípios da Educação Montessori.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Talita; BANDEIRA, Claudia. **Montessori Essencial**: Caderno de Estudos. Educação dos 6 aos 12 anos. 1ª Edição; Campinas, SP: Kírion; Centro de Desenvolvimento Profissional e Tecnológico – CEDET. Agosto de 2024.

ALMEIDA, Manoel D.C.; JUSTINO, Edson J.R. **Como o Cérebro Processa a Matemática?** Ensinamentos da Neurociência para uma Pedagogia Renovada. Ano: 2020. Disponível em: <ComooCrebroProcessaaMatemticaVersoRGdefinitiva.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2024.

ALVES, Luiza D. **Alfabetização Matemática na Perspectiva Montessoriana.** Ano: 2019. Disponível em: < https://exatas.ufpr.br/ppgecm/wp-content/uploads/sites/27/2020/04/LUIZA-DESTEFANI-ALVES.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2025.

BEAR, Mark F. *et al*. **Neurociências:** Desvendando o Sistema Nervoso. Ano: 2017. 4ª Edição. Disponível em: < https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582714331/pageid/0>. Acesso em: 29 nov. 2024.

BOTELHO, Louise L. R.; CUNHA, Cristiano C. A.; MACEDO, Marcelo. **O Método da Revisão Integrativa nos Estudos Organizacionais.** Ano: 2011. Disponível em: https://ges.face.ufmg.br/index.php/gestaoesociedade/article/view/1220/906. Acesso em: 21 mar 2025.

CHOU, Mei J. **Board Games Play Matters:** A Rethinking on Children's Aesthetic Experience and Interpersonal Understanding. Ano: 2017. Disponível em: < https://www.ejmste.com/download/board-games-play-matters-a-rethinking-on-childrens-aesthetic-experience-and-interpersonal-4777.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2025.

CHYTRY, Vlastimil, *et al*. **Relation between Pupils' Mathematical Self-Efficacy and Mathematical Problem Solving in the Context of the Teachers' Preferred Pedagogies**. Ano: 2020. Disponível em: < https://www.mdpi.com/2071-1050/12/23/10215 >. Acesso em: 27 mar. 2024.

COSENZA, Ramon M. GUERRA, Leonor B. **Neurociência e Educação:** Como o cérebro aprende. Ano: 2011. Disponível em: < https://www.academia.edu/43410530/Ramon_M_Cosenza_e_Leonor_B_Guerra_Neuroci%C3%AAncia_e_Educa%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 15 out 2024.

FIORENTINI, Dário. LORENZATO, Sergio. **Investigação em Educação Matemática:** Percursos Teóricos e Metodológicos. Dário Fiorentini, Sergio Lorenzato. 3. Ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2012. (Coleção Formação de Professores)

GONÇALVES, Hosana A. *et al*. **Funções Executivas predizem o processamento de habilidades básicas de leitura escrita e matemática?** Ano: 2017. Disponível em: <https://www.neuropsicolatina.org/index.php/Neuropsicologia_Latinoamericana/article/view/393/223>. Acesso em: 31 out 2024.

GRZEÇA, Karina. **Sistema Montessoriano:** Uma Análise do Processo de Apropriação no Uso de Alguns Materiais para Aprendizagem de Matemática em uma Escola Montessoriana. Ano: 2020. Disponível em: < https://drive.google.com/drive/folders/19mmXaw4W_3j876yeKoyCfE6qsZAFZXND>. Acesso em: 30 jan 2025.

HUGHES, Steve. **Neuropsychology and Montessori.** Ano: 2009. Disponível em: https://irp.cdn-website.com/c5e47404/files/uploaded/Neuropsychology%20and%20Montessori.pdf. Acesso em: 31 out 2024.

LASKI, Elida V. *et al*. **What Makes Mathematics Manipulatives Effective?** Lessons From Cognitive Science and Montessori Education. Ano: 2015. Acesso em: https://journals-sagepub-com.ez96.periodicos.capes.gov.br/doi/epub/10.1177/2158244015589588. Acesso em: 15 jun. 2025.

LENT, Roberto. **Neurociência Da Mente e do Comportamento**. Ano: 2008. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan. Junho de 2025.

LITSTER, Kristy., PACKENHAM, Patricia S. M., REEDER, Rachel. **Base-10 Blocks:** a study of iPad virtual manipulative affordances across primary-grade levels. Ano: 2019. Disponível em: < https://link-springer-com.ez96.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s13394-019-00257-2>. Acesso em: 15 jun. 2025.

LIVSTRON, Illana C., SZOSTKOWSKI, Alaina H., ROEHRIG, Gillian H. **Integrated STEM in Practice:** Learning from Montessori Philosophies and Practices. Ano: 2019. Acesso em: < https://onlinelibrary-wiley-com.ez96.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1111/ssm.12331>. Acesso em: 15 jun. 2025.

LÜDKE, Menga. ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. 11ª Reimpressão, 2008. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA - EPU, 1986.

MACHADO, Silvia, D.A. **Educação Matemática:** Uma (nova) introdução. 3ª Edição. São Paulo: EDUC, 2012.

MATIC, Ljerka J. HORVAT, Sanela M. Bognar, Branko. **Usporedba Montessori i Singapurskog Modela Početne Nastave Matematike**. Ano: 2024. Disponível em: <https://hrcak.srce.hr/file/455388 >. Acesso em: 27 mar. 2024.

MIGUEL, Antonio. *et al.* **A Educação Matemática:** Breve Histórico, Ações Implementadas e Questões Sobre sua Disciplinarização. Ano: 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/qHNhYPrDsjNSbGwhWHKPywt>. Acesso em: 30 jan 2025.

MIX, Kelly S. *et al.* **Grounding the Symbols for Place Value:** Evidence From Training and Long-Term Exposure to Base-10 Models. Ano: 2017 Disponível em: < https://www-tandfonline-com.ez96.periodicos.capes.gov.br/doi/epdf/10.1080/15248372.2016.1180296?needAccess=true>. Acesso em: 27 mar. 2024.

MONTESSORI, Maria. **O Desenvolvimento Criativo da Criança:** A Abordagem Montessori. Tradução de Bruno Alexander. 1ª Edição. Campinas, SP: Kírion. Centro de Desenvolvimento Profissional e Tecnológico – CEDET. Junho de 2023.

MONTESSORI, Maria. **Da Infância à Adolescência.** Tradução de Paulo Bonafina 1ª Edição Campinas, SP: Kírion; Centro de Desenvolvimento Profissional e Tecnológico – CEDET. Julho de 2022.

MONTESSORI, Maria. **A Mente da Criança**: Mente Absorvente. Tradução de Jefferson Bombachim. 1ª Edição. Campinas, SP: Kírion. Centro de Desenvolvimento Profissional e Tecnológico – CEDET. Março de 2021.

MONTESSORI, Maria. **O Segredo da Infância**. Tradução de Jefferson Bombachim. 1ª Edição. Campinas, SP: Kírion. Centro de Desenvolvimento Profissional e Tecnológico – CEDET. Junho de 2019.

MONTESSORI, Maria. **A Formação do Homem**. Tradução de Sonia Maria Braga. 1ª Edição. Campinas, SP: Kírion. Centro de Desenvolvimento Profissional e Tecnológico – CEDET. Novembro de 2018.

MONTESSORI, Maria. **A Descoberta da Criança:** Pedagogia Cientifica. Tradução de Pe. Aury Maria Azélio Brunetti. 1ª Edição Campinas, SP: Kírion; Centro de Desenvolvimento Profissional e Tecnológico – CEDET. Setembro de 2017.

MORAES, Roque. GALIAZZI, Maria D.C. **Análise Textual discursiva.** 3. Ed. rev. e ampliada. Ijui: Ed Unijui, 2016. 264 p. (Coleção Educação em Ciências)

NAMUKASA, Immaculate K., ARYEE, Kinful L. **Pedagogical Knowledge for Teaching Mathematics in Montessori Schools.** Ano: 2021. Disponível em: https://www.iejme.com/download/pedagogical-knowledge-for-teaching-mathematics-in-montessori-schools-11005.pdf. Acesso em: 15 jun. 2025.

NETA, Olivia M.M. GUTIERRE, Liliane D.S. **The Teaching of Mathematics in the Thinking of Comenius, Pestalozzi and Montessori**. Ano: 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/VQ4vb8kzLy3r5DTwyXpqCmP/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 27 mar. 2024.

NISA, T.F. ARIYANTO, F.L.T. ASYHAR, A.H. **Aprendizagem Montessori:** Entendendo o Conceito de Matemática na Primeira Infância. Ano: 2019. Disponível

em: <https://www-webofscience-com.ez96.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/full-record/WOS:000481610900094>. Acesso em: 27 mar. 2024.

RAMOS, Pamela. J.B. **Mudança de Base e o Ensino das operações Elementares.** Ano: 2019. Disponível em: < https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4312/1/CT_PROFMAT_M_Ramos%2c%20Pamela%20J%c3%a9ssika%20Balotin_2019.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2025.

RANDOLPH, Justus J. *et al*. **Montessori Education's Impact on Academic and Nonacademic Outcomes:** A Systematic Review. Ano: 2023. Disponível em: < https://onlinelibrary-wiley-com.ez96.periodicos.capes.gov.br/doi/epdf/10.1002/cl2.1330>. Acesso em: 27 mar. 2024.

RICAN, Jaroslav. CHYTRY, Vlastimil. MEDOVA, Janka. **Aspects of self-regulated learning and their influence on the mathematics achievement of fifth graders in the context of four different proclaimed curricula**. Ano: 2022. Disponível em: < https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2022.963151/full>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SALOMÃO, Gabriel. **Períodos Sensíveis I:** Visão Geral. Site: Lar Montessori – A Educação Como uma Ajuda à Vida. Ano: 2013. Disponível em: < https://larmontessori.com/2013/05/20/periodos-sensiveis-i-visao-geral/>. Acesso em: 30 jan 2025.

SCIPPO, Stefano. **Montessori Primary Schools' effectiveness:** a quase-experimental study on schooling outcomes. Ano: 2024, VOL. 35, Nº 2, 193–213. Disponível em: < https://www-tandfonline-com.ez96.periodicos.capes.gov.br/doi/epdf/10.1080/09243453.2024.2349537?needAccess=true>. Acesso em: 15 jun. 2025.

SERNA, Juan M. **Aproximación a las Neuromatemáticas:** El Cerebro Matemático. Ano: 2020. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/339077258_Aproximacion_a_las_Neuromatematicas_el_Cerebro_Matematico/link/5ff06aa745851553a011b184/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19>. Acesso em: 10 nov 2024.

SOLOVIEVA, Yulia *et al*. **Possibilidades da Educação Matemática Pré-Escolar a Partir das Perspectivas da Psicologia, Pedagogia e Neuropsicologia**. Ano: 2021. Disponível em: <https://www-webofscience-com.ez96.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/full-record/WOS:000729310500004>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SILVA, Circe M.S. **Maria Montessori, Psico Geometria e Neurociência**. Ano 22 - 2021 - número 22 - v. 2–p. 135. Disponível em: <https://www.sbembrasil.org.br/periodicos/index.php/EMR-RS/article/view/2909/1981>. Acesso em: 29 out 2024.

TELLECHEA, Juliane D.S., MAGGIO, Deise P. **Matemática Montessori na Autopreparação de Professores de um Curso Normal.** Ano: 2024. Disponível em: https://ei.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/29774/etp1_resumo_expandido_29774.pdf>. Acesso em 15 jun. 2025.

TXABARRI, Javier G., ZUAZAGOITIA, Daniel. **The Sense of Patterns and Patterns in the Senses:** an approach to the sensory area of a Montessori preschool classroom. Ano: 2023. Disponível em: < https://www-tandfonline-com.ez96.periodicos.capes.gov.br/doi/epdf/10.1080/03004279.2022.2032786?needAccess=true>. Acesso em: 15 jun. 2025.

UZZI, Brian. **Clarivate: Web of Science**. Clarivate, 2020. Disponível em: <https://clarivate.com/webofsciencegroup/wp-content/uploads/sites/2/2020/12/WOS-Factsheet-Port-final.pdf>. Acesso em: 22/05/2024.