


cirkula

Matemática na Educação Infantil



Organizadoras:
Luciana Vellino Corso
Évelin Fulginiti de Assis
Camila Peres Nogueis

Copyright © Editora CirKula LTDA, 2023.

1º edição - 2023

Revisão: Mauro Meirelles

Preparação dos originais: Mauro Meirelles

Normatização, Edição: Mauro Meirelles

Diagramação: Luciana Hoppe

Capa: Luciana Hoppe

Tiragem: 1000 exemplares para distribuição digital.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO -CIP

M425 Matemática na Educação Infantil [recurso eletrônico] / Organizadoras: Luciana Vellinho Corso, Évelin Fulginiti de Assis, Camila Peres Nogueira; prefácio Beatriz Vargas Dorneles. – 1.ed. – Porto Alegre: CirKula, 2023.
260 p. : il.

ISBN: 978-85-7150-046-4

E-book

1. Matemática – Educação Infantil. 2. Aprendizagem matemática. 3. Competências matemáticas. 4. Prática docente. 5. Habilidades matemáticas. 6. Dificuldades de aprendizagem. 7. Formação de professores. 8. Intervenção pedagógica. 9. Currículo. I. Corso, Luciana Vellinho. II. Assis, Évelin Fulginiti de. III. Nogueira, Camila Peres. IV. Dorneles, Beatriz Vargas.

CDU: 51:373.2

Bibliotecária responsável: Jacira Gil Bernardes – CRB 10/463

Todos os direitos reservados à Editora CirKula LTDA. A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação de direitos autorais (Lei 9.610/98).

Editora CirKula

Av. Osvaldo Aranha, 522 - Bomfim

Porto Alegre - RS - CEP: 90035-190

e-mail: editora@circula.com.br

Loja Virtual: www.livrariacirkula.com.br

Este livro foi submetido à revisão por pares, conforme exigem as regras do Qualis Livros da CAPES.



Matemática na Educação Infantil

Organizadoras:

Luciana Vellinho Corso
Évelin Fulginiti de Assis
Camila Peres Nogueira

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de
Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)
- Código de Financiamento 001



cirkula

The logo for Cirkula features a stylized black 'V' shape above a horizontal line, which is positioned above the word 'cirkula' in a bold, lowercase, sans-serif font.

2023

Quais habilidades cognitivas podem impactar o desempenho matemático das crianças?

Ingrid da Silva Torma

Camila Peres Nogue

Fabiana de Miranda Rocha-Luna

Resumo: As habilidades cognitivas sejam de domínio geral, como funções executivas, ou de domínio específico, como a contagem, são consideradas fundamentais para a aprendizagem da matemática de forma a influenciar o desempenho posterior dos estudantes. Assim, a fragilidade nessas habilidades está subjacente à maioria das dificuldades de aprendizagem da matemática, bem como uma boa capacidade nessas habilidades pode favorecer a proficiência na referida área ao longo da trajetória escolar. Quando as crianças ingressam na escola, já possuem conhecimentos numéricos e habilidades cognitivas gerais em desenvolvimento que servirão de base para a aprendizagem da matemática formal. Além disso, diferenças nas competências numéricas, bem como em habilidades como memória de trabalho, já podem ser encontradas entre as crianças desde a Educação Infantil. Diante disso, este capítulo tem como objetivo aprofundar o conhecimento a respeito de algumas habilidades de domínio geral e específico, discutindo o seu papel para o desempenho matemático futuro dos alunos por meio de evidências que possam beneficiar a prática docente nas etapas iniciais da escolarização.

Palavras-Chave: Habilidades cognitivas de domínio geral. Habilidades cognitivas de domínio específico. Desempenho matemático.



Introdução

Como vimos nos capítulos anteriores, o ato de aprender é complexo e depende de diversos fatores associados ao aprendiz, podendo ser desde fatores externos, como o meio social em que convive o estudante e a qualidade de ensino, até fatores internos, como sua motivação para aprender e suas capacidades cognitivas (ROTTA, 2016; RODRIGUEZ, 2022). Neste capítulo, o foco está nos fatores internos do estudante, especificamente nas habilidades cognitivas que são subjacentes à aprendizagem da matemática.

As avaliações nacionais de desempenho escolar indicam que uma quantidade expressiva dos estudantes do Ensino Fundamental enfrenta dificuldades na matemática (BRASIL, 2018; 2021). Mesmo que eles avancem nos níveis de ensino e estejam em uma etapa escolar adequada para a sua idade, a sua proficiência na área ainda pode seguir abaixo do esperado. Esse fato é preocupante e gera a necessidade de avaliar as lacunas na aprendizagem matemática dos estudantes. Dessa forma, muitas pesquisas vêm sendo realizadas com a intenção de identificar em quais habilidades numéricas os estudantes apresentam fragilidade, visto que estas poderão gerar dificuldades no desenvolvimento do conhecimento matemático conforme progredirem os anos escolares.

Assim, grande parte das evidências de pesquisas indica que habilidades numéricas iniciais (a contagem, por exemplo) atuam como preditores do desempenho matemático futuro dos estudantes, ou seja, podem interferir no desenvolvimento matemático posterior. Essas habilidades são consideradas preditoras porque preveem o desempenho nessa disciplina, isto é, quando os alunos apresentam um desenvolvimento consistente dessas habilidades, desde os primeiros anos escolares, eles terão maiores chances de obterem um desempenho melhor nos anos escolares seguintes.

Atualmente, muito se tem avançado nas pesquisas que identificam as habilidades preditoras do desempenho mate-

mático e existe convergência nos resultados, indicando que o desenvolvimento das habilidades cognitivas, tanto de domínio geral quanto específico, desde os primeiros anos escolares terá influência direta na sua aprendizagem ao longo da escolarização. Essas evidências corroboram as discussões a respeito da importância da Educação Infantil para o desenvolvimento cognitivo, de modo geral, e para a aprendizagem escolar posterior dos estudantes, o que suscita algumas questões que debatemos neste capítulo: *Quais são as habilidades preditoras do desempenho matemático posterior? A linguagem e as funções executivas podem influenciar a competência matemática futura dos estudantes? E, dentre as habilidades preditoras, quais podem ser trabalhadas desde a Educação Infantil?* Portanto, ao longo das seções subsequentes trataremos de responder essas questões.

Os diferentes tipos de habilidades cognitivas envolvidas na aprendizagem matemática

A aprendizagem da matemática depende de que algumas habilidades iniciais como contagem, reconhecimento de números e compreensão de quantidades estejam bem desenvolvidas para servirem como base para a aquisição de conceitos matemáticos mais complexos (MARCELINO, SOUSA e LOPES, 2017; HORNUNG *et Al.*, 2014). Entretanto, não são somente essas habilidades cognitivas de domínio específico da matemática que estão envolvidas neste processo. Além dessas, também estão imbricadas habilidades cognitivas de domínio geral, que são aquelas demandadas em diversas outras áreas do conhecimento que não só para a matemática. Entre elas, podemos citar as funções executivas, que incluem memória de trabalho, flexibilidade cognitiva e atenção, além das habilidades de linguagem (ver capítulo 4).

Nas últimas décadas, muitos estudos estão sendo conduzidos para identificar quais as habilidades cognitivas que estão envolvidas na aprendizagem da matemática. Os pesquisadores

buscam avaliar essas habilidades em crianças da Educação Infantil a fim de verificar a sua influência no desempenho matemático desses alunos um ou dois anos depois (HABERMANN *et Al.*, 2020; MALONE, BURGOYNE e HULME, 2020; PASSOLUNGHI e LANFRANCHI, 2012; XENIDOU-DERVOU *et Al.*, 2018).

Recentemente, uma revisão sistemática sobre o assunto (NOGUES e DORNELES, 2021), conduzida por pesquisadoras brasileiras, reuniu evidências de 62 artigos, publicados internacionalmente até o início de 2020, com a intenção de identificar quais as habilidades cognitivas, tanto de domínio geral quanto de domínio específico, são indicadas com mais frequência como preditoras do desempenho matemático de estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Como principais resultados, as autoras apontam a predominância de estudos longitudinais com amostras consideradas inicialmente na Educação Infantil e com avaliação do desempenho matemático no intervalo de um ano após a primeira avaliação. Dentre as habilidades mais frequentemente indicadas como explicativas do desempenho matemático futuro dos alunos, aparecem a memória de trabalho e as habilidades numéricas iniciais (como reconhecimento e leitura de números, discriminação de quantidades, conhecimento da sequência numérica, contagem e a comparação de magnitudes), independentemente do ano escolar avaliado e do tipo de desempenho matemático considerado (NOGUES e DORNELES, 2021). A partir disso, podemos pensar nas habilidades cognitivas que exercem um papel importante na aprendizagem das crianças e que irão influenciar o seu desempenho a longo prazo, inclusive em anos escolares mais avançados. Portanto, conhecer as habilidades preditoras do desempenho matemático se faz necessário para qualificar as práticas de ensino e, com isso, atuar também na prevenção de dificuldades matemáticas que possam surgir futuramente na vida escolar dos estudantes.

Na sequência, serão apresentadas evidências para os conjuntos de habilidades de domínio geral e específico como importantes preditores para o desempenho matemático posterior dos alunos.

Evidências sobre a influência de habilidades de domínio geral no desempenho matemático

Nesta seção vamos apresentar algumas pesquisas nacionais e internacionais que investigam as relações preditivas entre as habilidades de domínio geral – como as funções executivas, a linguagem oral e as habilidades visuoespaciais – e o desempenho matemático posterior.

O desenvolvimento das funções executivas e das competências numéricas iniciais são fundamentais para as crianças pequenas, podendo ser consideradas como pré-requisitos ou suportes cognitivos para aprender e raciocinar sobre matemática (para mais detalhes sobre as competências iniciais, sugerimos a leitura do capítulo 1). Mais do que isso, pesquisas indicam que as funções executivas apoiam a aprendizagem em todas as áreas curriculares, sendo os primeiros anos da infância o período de maior potencial para o desenvolvimento dessas funções (CLEMENTS, SARAMA e GERMERTH, 2016). Podemos definir as funções executivas como habilidades cognitivas responsáveis por controlar nossas ações, pensamentos e emoções, sendo necessárias durante a execução de alguma tarefa para se alcançar um objetivo. Muitas são as habilidades cognitivas envolvidas, no entanto, elas podem ser agrupadas em três componentes principais: o controle inibitório, responsável por inibir informações irrelevantes; a memória de trabalho, que retém e manipula as informações; e a flexibilidade cognitiva, que é encarregada de alternar entre diferentes estratégias para resolver um problema (DIAMOND, 2013). Para mais detalhes a respeito das funções executivas e seus componentes, leia também o capítulo 4. A seguir, apresentaremos estudos sobre a influências dessas funções para o desempenho matemático das crianças.

O estudo de Chan e Scalise (2022), conduzido nos Estados Unidos, investigou a relação entre funções executivas e o desempenho matemático de alunos de Educação Infantil. Para isso, as crianças participantes foram separadas em dois gru-

pos de acordo com a faixa etária: o primeiro grupo foi composto por 140 crianças de 3 a 5 anos de idade; enquanto o segundo grupo foi formado por 109 crianças de 5 e 6 anos de idade. Dentre outras análises, os pesquisadores evidenciaram que, para os dois grupos, as funções executivas tiveram um impacto significativo nas habilidades matemáticas iniciais (contagem, identificação de números, comparação de números e estimativa na reta numérica) das crianças, mantendo seu efeito preditivo mesmo após três e cinco meses. Esse resultado endossa a afirmação de que as funções executivas exercem um papel fundamental para a aprendizagem matemática inicial.

Além das funções executivas, as habilidades visuoespaciais vêm recebendo mais atenção nos últimos anos, especificamente sobre sua relação com a aprendizagem matemática. Essas habilidades envolvem a capacidade de reconhecer e utilizar informações a respeito de formas, objetos e figuras para executar tarefas que exigem a coordenação olho-mão. Elas consistem em um tipo de processamento extremamente complexo, o qual exige da criança o controle de forma simultânea tanto da visão quanto das pistas visuais e da capacidade de observação (objeto, ambiente ou situação) para que o corpo responda adequadamente a um estímulo visual (SARTORI, 2022). As habilidades visuoespaciais (também chamadas de visuomotoras ou perceptomotoras) são recrutadas diariamente em nossas ações quando desviamos para não colidir com a quina de uma mesa, quando estacionamos o carro entre dois veículos, quando nos vestimos, quando escrevemos, entre tantas outras atividades rotineiras. Sartori (2022) alerta que a avaliação dessas habilidades na escola é fundamental, pois atrasos ou déficits no desenvolvimento visuomotor podem comprometer o aprendizado da matemática, da leitura e da escrita. Algumas atividades simples possuem um grande potencial no estímulo da coordenação visuoespacial, como: pintura, recorte, colagem, tangram, quebra-cabeças, jogar bola, empilhar objetos, abotoar, fazer bolhas de sabão etc.

A influência da habilidade visuoespacial para a aprendizagem matemática foi confirmada pelo estudo longitudinal de Kahl *et al* (2022), realizado com um grupo de 182 crianças suecas, que foram inicialmente avaliadas quando tinham entre 6 a 7 anos, e avaliadas novamente três anos depois. Além das habilidades visuoespaciais, foram consideradas as funções executivas e o desempenho matemático dessas crianças. Os pesquisadores encontraram os seguintes resultados: as habilidades visuoespaciais das crianças aos 6 e 7 anos de idade foram preditoras do seu desempenho matemático três anos mais tarde; as crianças com capacidade maior de memória de trabalho apresentaram ganhos significativos em sua competência matemática (quando o espaço de tempo entre as avaliações foi maior); e o desempenho matemático inicial também foi responsável por influenciar melhorias na memória de trabalho das crianças. Dessa forma, os resultados desse estudo reforçam evidências que indicam a importância das funções executivas para o desempenho matemático, destacando, ainda, a existência da relação bidirecional entre memória de trabalho e desempenho matemático. Isto significa uma relação recíproca entre essas duas habilidades, ou seja, uma maior capacidade de memória de trabalho irá beneficiar a aprendizagem da matemática, assim como aumentar o conhecimento matemático irá proporcionar maior capacidade de memória de trabalho.

Quanto à linguagem oral, trazemos uma pesquisa brasileira que evidencia sua relação com o desempenho matemático. Antes, vamos pensar um pouco sobre a linguagem e a sua importância para a vida e a aprendizagem. A linguagem (oral, escrita e de sinais) é fundamental para a comunicação e as relações entre os seres humanos na vida em sociedade (TREVISAN, HIPÓLITO e MARTONI, 2012). Caracteriza-se como um sistema representativo, que se dá através de signos construídos culturalmente, capazes de transformar as funções elementares e superiores, agindo decisivamente na estrutura do pensamento e na construção de conhecimentos (VYGOTSKY, 2010). Gerber (1996) define a linguagem oral como um sistema

finito de princípios e regras, permitindo que, ao falar, o significado seja codificado em sons e que, ao ouvir, os sons sejam decodificados em significado. Dias e Seabra (2012) indicam que atrasos ou déficits na área da linguagem podem afetar o desenvolvimento social e cognitivo das crianças, portanto sua avaliação é fundamental para identificação de possíveis alterações. Existem fortes evidências da relação preditiva entre habilidades de linguagem oral e o desempenho em leitura (TREVISAN, HIPÓLITO e MARTONI, 2012). Entretanto, com relação ao desempenho matemático, mais pesquisas são necessárias.

A pesquisa nacional a que nos referimos anteriormente é o estudo longitudinal de Pazeto *et al* (2019), o qual teve a duração de três anos e foi realizado em uma escola particular da cidade de São Paulo/SP, com 71 crianças entre 4 e 5 anos de idade. Os resultados revelaram que a consciência fonológica, o vocabulário, o conhecimento de letras e as habilidades preliminares de leitura e escrita de palavras, avaliados nos dois últimos anos da Educação Infantil, influenciaram de forma significativa a competência aritmética dessas crianças quando estavam no 1º Ano do Ensino Fundamental. Dentre os componentes das funções executivas, foram examinados a flexibilidade cognitiva e o controle inibitório, mas esses não apresentaram relação preditiva com a aritmética posterior, resultado que contraria o que geralmente é identificado em outros estudos. Isso pode ser explicado por diferenças nas tarefas utilizadas para avaliar as funções executivas e o desempenho matemático, bem como a idade das crianças avaliadas. Essa investigação revelou que diferentes habilidades de linguagem oral foram capazes de prever a matemática posterior.

A partir dos estudos citados, percebemos o interesse dos pesquisadores da área em compreender os processos cognitivos subjacentes à aprendizagem da matemática. Seus estudos reforçam a importância do desenvolvimento das competências de base, apresentando evidências das relações entre as habilidades de domínio geral e o desempenho matemático posterior. No entanto, é necessário que exista uma aproxima-

ção desses achados com as escolas, para que assim os educadores de Educação Infantil possam refletir sobre o currículo dessa etapa da escolarização. Convém mencionar que não estamos falando que essa etapa sirva como uma preparação para o 1º Ano do Ensino Fundamental, com as evidências destacadas, estamos salientando a importância das intervenções planejadas e de uma prática docente com intencionalidade para proporcionar uma aprendizagem eficiente e significativa para os alunos de Educação Infantil. Assim, um melhor desempenho no Ensino Fundamental será uma consequência positiva de um trabalho estruturado a partir de evidências.

Evidências sobre a influência de habilidades de domínio específico para o desempenho matemático

A presente seção abordará estudos preditivos, considerando a importância da identificação de habilidades cognitivas de domínio específico da matemática para o desenvolvimento nesta área do conhecimento em anos escolares posteriores. A aprendizagem da matemática requer que habilidades iniciais (por exemplo, contagem, reconhecimento de números e quantidades) estejam bem consolidadas para que seja possível o desenvolvimento de forma significativa de conceitos matemáticos mais complexos.

Nesse sentido, e baseados na premissa de que o senso numérico é de importância central para o aprendizado de matemática, Locuniak e Jordan (2008) realizaram um estudo longitudinal buscando verificar se o senso numérico é capaz de prever a fluência em cálculos. Para isso, os pesquisadores avaliaram a habilidade de senso numérico (mais informações sobre o constructo estão disponíveis no capítulo 1) de crianças do último ano de Educação Infantil e seu desempenho matemático dois anos depois, quando estavam no 2º Ano do Ensino Fundamental. O senso numérico foi avaliado considerando as habilidades de contagem, conhecimento numérico, cálculo não-verbal, histó-

rias matemáticas e combinações numéricas. Na contagem, as crianças precisavam enumerar conjuntos, contar até o número mais alto possível, identificar violações dos princípios de contagem (p. ex. o examinador faz uma sequência incorreta de contagem e a criança identifica o erro) e reconhecer números (p. ex. 2, 8, 9, 13). O conhecimento numérico requeria que respondessem, por exemplo, qual número vinha depois de determinado número ou qual número era maior em um par de números mencionados. No cálculo não-verbal realizado com fichas, as crianças deveriam informar quantas haviam, considerando que num primeiro momento o examinador apresentava uma quantidade inicial, depois cobria as fichas e então adicionava ou removia fichas sob a tampa utilizada para cobrir. As histórias matemáticas envolviam problemas de adição e subtração apresentados oralmente (p. ex. Luiz tem 5 reais. Joana deu a ele mais 2 reais. Quantos reais Luiz tem agora?). Para avaliar a habilidade de combinação numérica, as crianças deveriam responder a perguntas como “Quanto é 3 mais 2?” ou “Quanto é 5 menos 2?”. Os resultados desse estudo mostraram que o senso numérico de alunos de Educação Infantil (em média, aos 5 anos de idade) foi um preditor significativo da fluência em cálculos (de adição e subtração) dois anos depois, no 2º Ano do Ensino Fundamental.

De forma semelhante, Jordan, Glutting e Ramineni (2010) avaliaram o senso numérico de alunos de 1º Ano e posteriormente o seu desempenho matemático no 3º Ano. Os autores utilizaram o mesmo instrumento de senso numérico citado no estudo anterior e consideraram o desempenho matemático incluindo a habilidade em cálculos aritméticos e problemas matemáticos. Os achados confirmam a significativa influência do senso numérico para o desempenho matemático dos estudantes tanto no 1º quanto no 3º Anos, tendo para este último um efeito de predição ainda maior. Com isso, perceberemos a importância das habilidades numéricas iniciais, especificamente do senso numérico, para a aprendizagem da matemática, inclusive com efeitos que podem perdurar ao longo dos anos escolares. Mais do que isso, a avaliação do senso numérico dos estudantes, quando realizada

na Educação Infantil ou até o 1º Ano, é uma ferramenta eficaz para determinar quais as crianças que podem enfrentar dificuldades matemáticas posteriormente. A partir disso, pode-se intervir de forma direcionada ao desenvolvimento dessas habilidades para prevenir dificuldades de aprendizagem futuras.

Nguyen *et al* (2016) realizaram estudo também longitudinal com crianças majoritariamente de baixa renda e minorias étnicas para examinar até que ponto as competências matemáticas pré-escolares, especificamente a contagem básica (contagem verbal ou a contagem de dedos e outros objetos) e avançada (contagem com cardinalidade e a contagem progressiva e regressiva a partir de um determinado número), predizem o desempenho em matemática no 5º Ano. O estudo enfatiza a contagem como competência primordial, sendo a capacidade de reconhecer que os números representam quantidades e têm magnitudes, bem como o domínio da correspondência um-a-um (entendendo que cada elemento em um conjunto está relacionado a uma palavra numérica da sequência de contagem), da ordem estável (que os nomes dos números e os numerais estão em uma ordem fixa) e da cardinalidade (o último número dito nomeia o total de itens de um conjunto).

Assim, a habilidade de contagem pode ser considerada como um suporte natural para a aprendizagem de cálculos e da aritmética. No entanto, para a condução da pesquisa, os autores consideraram o conhecimento matemático como composto por alguns domínios mais amplos: contagem e cardinalidade; reconhecimento e formação de padrões; geometria; e dados e medidas. De acordo com os autores, o domínio de geometria dá suporte ao pensamento lógico e à resolução de problemas. A compreensão de medidas e o pensamento algébrico também seriam de extrema relevância para uma necessária abordagem que considerasse uma ampla variedade de competências matemáticas. Assim, o estudo procurou especificamente averiguar se os diferentes domínios do conhecimento matemático realmente preveem o desempenho subsequente em matemática para alunos de baixa renda e minorias étnicas.

Mais especificamente, procuraram avaliar o papel das competências iniciais, com ênfase particular na contagem básica (p. ex. “Comece a contar em 1 e vá até o número mais alto que puder”) e avançada (p. ex. “Conte até 10, começando em 4”), como precursores para o desempenho em matemática em etapas posteriores. Fizeram parte da amostra final 785 estudantes que foram avaliados no início e final do último ano da Educação Infantil (EI) e no final do 5º Ano do Ensino Fundamental (EF). Na etapa da EI foi utilizado um teste formal de pesquisa que avalia a habilidade das crianças em contagem e cardinalidade, reconhecimento de números, competências de adição e subtração, reconhecimento e formação de padrões, geometria, e dados e medidas.

No 5º Ano do EF, foi utilizado outro teste padronizado de desempenho, adequado para essa etapa escolar, incluindo conhecimentos matemáticos mais amplos, como frações, geometria, multiplicação, divisão e interpretação de dados. A partir dos resultados, Nguyen e colaboradores (2016) destacaram que são vários os domínios que se apresentam como significativamente preditivos para o desempenho matemático posterior. Esse achado indica que a aprendizagem matemática em anos escolares mais avançados depende de várias competências numéricas iniciais, por isso a importância de se trabalhar desde o início da escolarização com tarefas diversas que englobem uma ampla gama de conceitos matemáticos. Ademais, os resultados desse estudo mostram que especificamente as habilidades iniciais de geometria, reconhecimento e formação de padrões e medidas foram explicativas do desempenho matemático no 5º Ano. No entanto, as habilidades de contagem e cardinalidade, especialmente habilidades avançadas de contagem, foram ainda mais preditivas do desempenho matemático posterior. A partir disso, podemos reforçar a importância das habilidades numéricas iniciais para o desempenho matemático futuro dos estudantes. Dessa forma, destaca-se a importância de um ensino de qualidade desde a EI para o desempenho dos estudantes ao longo dos demais anos da escola.

Convergente a isso, três subdomínios da competência numérica inicial (número, relações numéricas e operações numé-

ricas) foram investigados no estudo de Devlin, Jordan e Klein (2022). Reforçando alguns aspectos já mencionados, esse estudo considera que as habilidades do subdomínio **número**, no penúltimo ano da Educação Infantil, incluem **subtizing** (identificação rápida do total de itens em pequenos conjuntos, sem a realização da contagem) e contagem (correspondência termo a termo, ordem estável e cardinalidade), etapa escolar na qual as crianças começam a reconhecer numerais de um dígito. Já nos anos escolares seguintes, especificamente no último ano da Educação Infantil e no início do 1º Ano do Ensino Fundamental, o subdomínio **número** inclui habilidades mais avançadas, como contar a partir de um determinado número, contar por dezenas e compreender conceitos básicos de valor posicional.

Já o subdomínio das **relações numéricas** requer raciocínio sobre as relações entre números, isto é, ser capaz de comparar a magnitude de conjuntos de objetos e símbolos numéricos, e representar quantidades na reta numérica. A manipulação de números e quantidades para somar e subtrair relaciona-se com o subdomínio das **operações numéricas**. Considerando os aspectos mencionados, o estudo explorou se a habilidade das crianças nesses três subdomínios é capaz de influenciar os seus desempenhos em matemática um ano depois. Para isso participaram da pesquisa 450 crianças, 150 alunos de cada ano escolar considerado (penúltimo ano da Educação Infantil, crianças com 4,5 anos de idade em média; último ano da Educação Infantil, média de idade de 5,6 anos; e 1º Ano do Ensino Fundamental, média de 6,5 anos de idade). No estudo foi utilizado o teste **Screenner for Early Number Sense** - SENS (JORDAN, KLEIN e HUANG, 2022) para avaliar as habilidades dos referidos subdomínios, com tarefas diferentes para cada ano escolar avaliado; e, como medida de desempenho matemático, foi considerado o teste padronizado **Test of Early Mathematics Ability** - TEMA-3 (GINSBURG e BAROODY, 2003). Mais detalhes sobre o teste, bem como exemplos de questões, podem ser verificados no capítulo 8. Como principais resultados, o estudo revelou que cada subdomínio apresentou contribuições significativas para o desempenho em matemáti-

ca das crianças quando avaliado um ano depois, isso em todos os níveis de ensino. Esse achado corrobora a importância da competência numérica inicial para o desempenho posterior em matemática, indicando a influência significativa que cada um dos subdomínios exerce de acordo com o nível de desempenho dos alunos. Por exemplo, crianças com um desempenho matemático inferior irão depender mais de suas habilidades nos subdomínios de número e relações numéricas para dar conta de resolver questões mais complexas; enquanto alunos com um desempenho mais alto em matemática utilizam mais os seus conhecimentos do subdomínio de operações numéricas. Esses resultados têm implicações diretas para a elaboração de práticas de ensino adequadas nos primeiros anos escolares, incluindo a Educação Infantil, pois, assim, pode-se pensar em atividades matemáticas que contemplem os três subdomínios da competência numérica inicial e que estejam de acordo com as capacidades de cada aluno, seguindo o seu nível de aprendizagem.

Os estudos aqui apresentados, mesmo não sendo realizados em um contexto brasileiro, evidenciam habilidades cognitivas de domínio específico fundamentais para o desempenho matemático posterior, o que inspira a pensar nas possibilidades de aproximação com a realidade brasileira. Ademais, os resultados dessas investigações destacam que as habilidades numéricas, quando bem consolidadas ao longo da aprendizagem inicial, podem oportunizar que as crianças tenham uma trajetória acadêmica de qualidade, favorecendo o desenvolvimento de competências matemáticas cada vez mais complexas ao longo dos anos seguintes de suas vivências, sejam elas escolares ou não.

A partir disso, quais são as implicações educacionais?

A partir da breve revisão dos estudos selecionados neste capítulo, é possível salientar o fato de diferentes habilidades estarem subjacentes ao desenvolvimento do conhecimen-

to matemático, mesmo quando levamos em consideração a aprendizagem inicial desde a Educação Infantil. Muitas habilidades cognitivas são demandadas em tarefas simples de matemática, como exemplo podemos pensar na seguinte situação-problema “Ana tinha dois livros e ganhou mais um de aniversário, quantos livros Ana tem agora?”. Uma criança pequena, mesmo que ainda não tenha recebido ensino formal para resolver tal situação, poderá chegar à solução por meio da representação, utilizando objetos de contagem, e contando a quantidade final ($2+1=3$). Durante o processo de resolução desse problema, a criança estará utilizando conhecimentos específicos da matemática, como a contagem, mas ao mesmo tempo suas habilidades cognitivas de memória de trabalho e de linguagem estarão em ação, especificamente no momento de “guardar na cabeça” os números ditos (“um, dois e três”), além de fazer a correspondência fonológica da sequência numérica, respectivamente. As evidências indicam que quanto melhor desenvolvidas essas habilidades estiverem, mais elas irão impactar o desempenho matemático das crianças em anos escolares posteriores (GEARY *et Al.*, 2017).

Conforme descrito pelos estudos apresentados, uma aprendizagem consistente das habilidades cognitivas de base, tanto de domínio geral quanto específico, permitirá benefícios no desenvolvimento do conhecimento matemático, em conceitos mais complexos, conforme o avanço das crianças ao longo da escolarização. A habilidade de linguagem, por exemplo, auxiliará no momento de reconhecer os números, permitindo a identificação do algarismo com o seu respectivo nome, e, mais adiante, com a habilidade de leitura consolidada, esta será fundamental para resolução de problemas matemáticos. Saber ler e escrever os números é crucial para o entendimento da composição do sistema numérico, o que, por sua vez, será necessário para realizar comparações numéricas e estimativas. Junto dessas habilidades, as crianças desenvolvem o conhecimento de contagem que é essencial para resolver cálculos aritméticos de adição e subtração, por exemplo.

As habilidades visuoespaciais, no entanto, favorecem a coordenação e a correta escrita dos algoritmos em um cálculo, correspondendo espacialmente as unidades e as dezenas (isto é, “unidade embaixo de unidade e dezena embaixo de dezena”). Ainda, destacamos, dentre as funções executivas, o controle inibitório para manter o foco somente nas informações relevantes de uma tarefa, assim como a memória de trabalho para reter tais informações e manipular as quantidades para se chegar a uma resposta. Essas são algumas habilidades que destacamos com base em evidências recentes sobre a aprendizagem na Educação Infantil, no entanto, é importante lembrar que essas habilidades não são determinantes do desempenho matemático, e que outros fatores, como motivação e interesse, também desempenham um papel importante. Mesmo assim, as habilidades descritas podem ser inseridas no planejamento em sala de aula, sugerindo um caminho para enriquecer o ensino em uma etapa da escolarização que é de fundamental importância para o desenvolvimento do conhecimento das crianças.

Outro aspecto que podemos destacar, a partir do exposto ao longo do capítulo, é o fato de que essas habilidades terão efeitos diferenciados de acordo com o ano escolar do aluno, bem como o seu nível de aprendizagem. Isto é, crianças nos primeiros anos escolares ou com baixo desempenho irão apoiar-se mais em seus conhecimentos numéricos iniciais, como reconhecimento de números e identificação de quantidades, habilidades que já estejam consolidadas; enquanto alunos de anos escolares mais avançados ou com alto desempenho poderão basear-se em seus conhecimentos de relações e operações numéricas, uma vez que tais aprendizagens estarão bem estabelecidas. De forma semelhante, podemos pensar em relação às habilidades de domínio geral: uma criança no início da escolarização terá maior demanda de suas funções cognitivas, por exemplo, exigindo maior capacidade da memória de trabalho para reter as informações e lembrar de procedimentos; porém, conforme os alunos obtêm proficiência na matemática, alguns procedimentos se tornam automatizados, portanto menos

demanda cognitiva será necessária, voltando a exigir mais da memória de trabalho somente em novas aprendizagens ou tarefas mais complexas.

Assim, percebemos que incluir no ensino atividades que trabalhem habilidades de domínio geral irá favorecer o conhecimento numérico, da mesma forma que intervir em habilidades numéricas iniciais irá favorecer não só o conhecimento matemático das crianças, como também terá parte responsável por aprimorar as capacidades das crianças nas demais habilidades cognitivas. Sendo assim, salienta-se a importância de se incluir no contexto escolar tarefas que levem em consideração as habilidades descritas para auxiliar no desenvolvimento do conhecimento matemático e prevenir possíveis dificuldades futuras nessa área. Para mais detalhes sobre possibilidades de atividades em sala de aula que envolvam as habilidades mencionadas, sugerimos a leitura dos capítulos 4 e 10, nos quais estão descritas intervenções eficazes para o ensino tanto de funções executivas quanto de habilidades matemáticas iniciais, respectivamente.

Ainda, ressalta-se o fato de que as habilidades descritas no decorrer deste capítulo podem ser avaliadas pelos próprios professores (ver capítulo 8 desse livro), além de oportunizar um acompanhamento mais detalhado das aprendizagens dos alunos ao longo do ano letivo. Ademais, saber quais são as habilidades cognitivas preditoras do desempenho matemático dos estudantes, permitirá uma atuação pedagógica adequada às necessidades das crianças, possibilitando desenvolver suas capacidades e potencializar suas aprendizagens na matemática, o que proporcionará benefícios para o desenvolvimento cognitivo dos alunos ao longo do tempo, exercendo influência também para os demais anos escolares.

Referências

BRASIL. **Relatório SAEB/ANA: panorama do Brasil e dos estados**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2018.

BRASIL. **Relatório de resultados do Saeb 2019: 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e séries finais do Ensino Médio**. [Volume 1]. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2021.

CHAN, J. Y.; SCALISE, N. R. Numeracy skills mediate the relation between executive function and mathematics achievement in early childhood. **Cognitive Development**, v. 62, pp. 1-17, 2022.

CLEMENTS, D. H.; SARAMA, J.; GERMERTH, C. Learning executive function and early mathematics: Directions of causal relations. **Early Childhood Research Quarterly**, v. 36, pp. 79-90, 2016.

DEVLIN, B. L.; JORDAN, N. C.; KLEIN, A. Predicting mathematics achievement from subdomains of early number competence: Differences by grade and achievement level. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 217, pp. 105354, 2022.

DIAMOND, A. Executive Functions. Executive functions. **Annual Review of Psychology**, v. 64, pp.135-168, 2013.

DIAS, N. M.; SEABRA, A. G. Relações entre linguagem oral e escrita na pré-escola e nas 1ª e 2ª séries do Ensino Fundamental: estudo longitudinal das habilidades linguísticas preditoras do reconhecimento de palavras e da compreensão de leitura. In: SEABRA, A. G.; DIAS, N. M. (Orgs.). **Avaliação Neuropsicológica Cognitiva: Linguagem Oral**. São Paulo: Memnon, 2012. Pp. 178-188.

GEARY, D. C.; NICHOLAS, A.; LI, Y.; SUN, J. Developmental change in the influence of domain-general abilities and domain-specific knowledge on mathematics achievement: An

eight-year longitudinal study. **Journal of Educational Psychology**, v. 109, n. 5, pp. 680–693, 2017.

GERBER, A. **Problemas de aprendizagem relacionados à linguagem**. São Paulo: Artes Médicas, 1996.

GINSBURG, H. P.; BAROODY, A. J. **Test of early mathematics ability**. Austin, TX: Pro-Ed, 2003.

HABERMANN, S.: *Et Al*. The critical role of Arabic numeral knowledge as a longitudinal predictor of arithmetic development. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 193, n. 2020, pp. 104794, 2020.

HOURNUNG, C.; SCHILTZ, C.; BRUNNER, M.; MARTIN, R. Predicting first-grade mathematics achievement: the contributions of domain-general cognitive abilities, nonverbal number sense, and early number competence. **Frontiers in Psychology**, v. 5, pp. 1–18, 2014.

JORDAN, N. C.; GLUTTING, J.; RAMINENI, C. The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. **Learning and Individual Differences**, v. 20, n. 2, pp. 82–88, 2010.

JORDAN, N. C.; KLEIN, A.; HUANG, C. H. **Screeners for Early Number Sense**. Hammill Institute on Disabilities, 2022.

KAHL, T.; SEGERER, R.; GROB, A.; MÖHRING, W. Bidirectional associations among executive functions, visual-spatial skills, and mathematical achievement in primary school students: insights from a longitudinal study. **Cognitive Development**, v. 62, pp. 101149, 2022.

LOCUNIAK, M. N.; JORDAN, N. C. Using Kindergarten Number Sense to Predict Calculation Fluency in Second Grade. **Journal of Learning Disabilities**, v. 41, n. 5, pp. 451–459, 2008.

MALONE, S, A.; BURGOYNE, K.; HULME, C. Number knowledge and the approximate number system are two critical foundations for early arithmetic development. **Journal of Educational Psychology**, v. 112, n. 6. p. 1167–1182, 2020.

MARCELINO, L.; SOUSA, O.; LOPES, A. Predictive relation between early numerical competencies and mathematics achievement in first grade Portuguese children. **Frontiers in Psychology**, v. 8, pp. 1-9, 2017.

NGUYEN, T.; *Et Al.* Which Preschool Mathematics Competencies Are Most Predictive of Fifth Grade Achievement? **Early Childhood Research Quarterly**, v 36, pp. 550-560, 2016.

NOGUES, C. P.; DORNELES, B. V. Systematic review on the precursors of initial mathematical performance. **International Journal of Educational Research Open**, v. 2, n. 2, pp. 1-17, 2021.

PASSOLUNGI, M. C.; LANFRANCHI, S. Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. **British Journal of Educational Psychology**, v. 82, n. 1, pp. 42-63, 2012.

PAZETO, T. C. B.; DIAS, N. M.; GOMES, C. M. A.; SEABRA, A. G. Prediction of arithmetic competence: role of cognitive abilities, socioeconomic variables and the perception of the teacher in Early Childhood Education. **Estudos de Psicologia**, v. 24, n. 3, pp. 225-236, 2019.

RODRIGUEZ, R. C. M. C. **Dimensões da aprendizagem e não aprendizagem: um olhar teórico e diferentes abordagens.** Caderno de Estudos. Módulo I. Curso de estratégias e práticas de ensino para educandos com transtorno de aprendizagem. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2022.

ROTTA, N. T. Dificuldades para aprendizagem. In: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. **Transtornos de aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar.** Porto Alegre: Artmed, 2016. Pp. 94-104.

SARTORI, R. F. Habilidade visuomotora. In: DIAS, N. M.; CARDOSO, C. O.; SARTORI, R. F.; ALMEIDA, R. P. (Orgs.). **Neuropsicologia para educadores: glossário dinâmico (on-line).** São Paulo: Memnom, 2022, [n.p.].

TREVISAN, B. T.; *Et Al.* Teoria e pesquisa para avaliação de aspectos da linguagem oral. In: SEABRA, A. G.; DIAS, N. M. (Orgs.). **Avaliação Neuropsicológica Cognitiva: Linguagem Oral**. São Paulo: Memnon, 2012. Pp. 14-23.

VYGOTSKY, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

XENIDOU-DERVOU, I.; *Et Al.* Cognitive predictors of children's development in mathematics achievement: A latent growth modeling approach. **Developmental Science**, v. 21, n. 6, pp. 1-14, 2018.