



QUAL O PAPEL DOS DEDOS NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA INICIAL?

Débora Mayer Nunes
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
deboramayernunes@gmail.com

Luciana Vellino Corso
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
luciana.corso@ufrgs.br

Resumo: As crianças utilizam os dedos para contar, mostrar e representar os números desde cedo no seu desenvolvimento. O ato de utilizar os dedos na contagem inicial é o centro de estudo de diferentes perspectivas teóricas, como a ciência neurocognitiva e a educação matemática. O trabalho objetiva discutir o papel dos dedos na aprendizagem da matemática inicial através de uma revisão teórica, tendo como base evidências de pesquisas nas áreas da neurocognição e educação matemática. Mesmo sem um consenso na literatura, a contagem nos dedos se mostra uma ferramenta potente para promover um melhor desenvolvimento das habilidades matemáticas iniciais. Estudos empíricos têm relatado as associações entre gnose digital e desempenho em aritmética desde a Educação Infantil. Implicações educacionais podem ser exploradas ao considerarmos os dedos como um andaime natural e estratégia potente para fazer matemática desde a Educação Infantil.

Palavras-chave: Uso dos dedos 1. Habilidades numéricas iniciais 2. Educação Infantil 3. Aprendizagem matemática 4.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem o objetivo de discutir o papel dos dedos na aprendizagem da matemática inicial, tendo como base evidências de pesquisas nas áreas da neurocognição e educação matemática. Serão apresentadas tais evidências com o propósito de revisar teoricamente o uso dos dedos para fazer matemática na Educação Infantil. Muitos estudos apontam o uso dos dedos como uma importante ferramenta cognitiva associada ao sucesso com a aprendizagem da matemática posterior (WASNER *et al.* 2016; VAN RINSVELD *et al.*, 2020; RINSVELD *et al.*, 2020), embora resultados de pesquisa que evidenciem tal associação, por vezes, sejam controversos (MOELLER *et al.*, 2011).

Frequentemente observa-se crianças pré-escolares utilizando os dedos como uma estratégia de contagem durante tarefas aritméticas, mesmo quando nenhuma instrução

explícita tenha sido dada. Assim entende-se que, em um estágio inicial do desenvolvimento, as crianças aprendem os princípios básicos de números e aritmética com o auxílio de representações externas de quantidades numéricas baseadas em dedos (BUTTERWORTH, 1999). Nesse sentido, pode-se compreender que tais configurações contribuem para a aquisição, construção e, em seguida, acesso à semântica dos números (DI LUCA; PESENTI, 2011).

Evidencia-se na literatura um debate, entre as áreas da educação matemática e neurocognição, acerca dos benefícios e prejuízos do uso de estratégias com base nos dedos para o desenvolvimento numérico (MOELLER et al., 2011). Grande parte da literatura neurocognitiva sugere uma interrelação funcional entre representações numéricas com os dedos e o desenvolvimento aritmético em termos de uma representação de numerosidade corporificada (DOMAHS *et al.*, 2010). Deste modo, os dedos não são considerados somente outro recurso externo para aprender a contar e calcular, como os manipuláveis, por exemplo. Em vez disso, para tal perspectiva os dedos permitem uma representação numérica natural, que é firmemente baseada na experiência corporal-sensorial e prevalece mesmo quando representações mais abstratas ou conceituais são construídas.

A partir da abordagem neurocognitiva, os dedos fornecem uma entrada multissensorial que, no sistema de contagem, transmite aspectos cardinais e ordinais dos números (FAYOL; SERON, 2005). Nesse sentido, o uso precoce de estratégias numéricas baseadas em dedos durante a infância pode ser o processo de desenvolvimento pelo qual as representações numéricas se associam com o sistema sensorio-motor (BARROCAS *et al.*, 2020). Estudos fornecem evidência para contribuições específicas da gnose de dedos (capacidade de representar mentalmente o número) e habilidades motoras finas para o desenvolvimento de competências numéricas – dados que indicam que crianças com boas representações numéricas baseadas em dedos mostram melhores habilidades aritméticas e que treinar a gnose dos dedos melhora as habilidades matemáticas (SUGGATE *et al.*, 2017; SOYLU *et al.*, 2018).

Os estudos sobre cognição numérica geralmente classificam os dedos como exercendo um papel funcional no desenvolvimento de um sistema de contagem maduro (GELMAN; GALLISTEL, 1978; FUSON et al., 1982; FUSON, 1988; BUTTERWORTH, 1999a, 1999b, 2005). Dessa maneira, os dedos contribuem não apenas para dar uma representação icônica dos números (FAYOL; SERON, 2005), mas também para acompanhar as palavras numéricas pronunciadas enquanto a sequência de contagem é verbalizada (FUSON *et al.*, 1982). Além disso, os dedos sustentam o princípio de correspondência um a um (ALIBALI; DIRUSSO,

1999) e a assimilação do princípio de ordem estável específica de cada cultura (WIESE, 2003 a, b). Ainda, os dedos auxiliam na compreensão do princípio de cardinalidade (FAYOL; SERON, 2005), levando as crianças a utilizarem o mesmo dedo ao contar até um número específico - tanto para compreensão do sistema de base 10, como realização de operações aritméticas básicas (GEARY, 1994; IFRAH, 2000). Nesse sentido, a contagem de dedos é considerada mediadora entre um significado interno de número aproximado e um conceito de número desenvolvido e simbolicamente representado (FAYOL; SERON, 2005; ANDRES et al., 2008).

A influência dos dedos na aquisição de números e conceitos numéricos também é indicada por fatores linguísticos e históricos. Segundo Butterworth (1999a), manipular numerosidades com as mãos melhorou as competências matemáticas humanas e, provavelmente, deu origem ao nosso sistema numérico de base 10. Também é importante explorar a relevância dos dedos para o desempenho em matemática. Alguns estudos obtiveram os resultados em tarefas de discriminação de dedos como melhor preditor de desempenho aritmético em crianças de 5 a 8 anos de idade (FAYOL et al., 1998; MARINTHE et al., 2001; NOËL, 2005). Nesse sentido, o ato de usar os dedos para representar os números parece bastante espontâneo e guia o aprendizado numérico inicial, podendo inclusive ser considerado a melhor representação empírica dos números, deduzida da experiência sensório-motora (MOELLER et al., 2012).

Já a perspectiva da educação matemática vê as estratégias de uso dos dedos para a contagem e cálculo como um ponto de partida que deve ser superado em favor de representações mais elaboradas e abstratas sobre as quais se supõe que a cognição numérica opere. (SCHIPPER, 2005). O objetivo da educação matemática é assegurar que as crianças compreendam seus cálculos e adquiram flexibilidade computacional com decomposições e composições de números adequadas (MOELLER *et al.*, 2011). Contudo, pesquisadores nessa linha recomendam a promoção de representações numéricas mentais, de modo a induzir as crianças a abandonarem a contagem dos dedos. Essa abordagem é adotada por consequência de algumas problemáticas que os próprios estudiosos da área exploram (PADBERG, 2011): a) mesmo a contagem sendo uma competência fundamental, o seu uso persistente pode levar a dificuldades em tarefas computacionais; b) crianças que não incorporam outras estratégias computacionais, tendem a obter menos resultados corretos na matemática. Assim, a orientação central da educação matemática recomenda usar primeiro a contagem de dedos, depois substituir por representações estruturadas concretas e, finalmente, representações mentais de números para realizar operações numéricas (KAUFMANN; WESSELOWSKI,

2006). Isso implica, depois de certo tempo, basear os cálculos em representações mentais abstratas de número, abandonando a estratégia inicial de contagem nos dedos (KAUFMANN; WESSELOWSKI, 2006).

De forma geral, o debate proposto pelas duas áreas é amplo para ser respondido definitivamente no momento. Porém, bastante evidenciado até então é o potencial das representações com os dedos de fornecer um valor de significado de número culturalmente compartilhado, não arbitrário, e com experiência própria baseada na representação sensório-motora (DI LUCA; PESENTI, 2011). Como bem lembram Moeller et al (2011), os postulados teóricos e as suposições decorrentes dos dois campos de investigação precisam ser discutidos com urgência, por meio de diálogo interdisciplinar entre as ciências neurocognitivas e a educação matemática.

A seguir, serão exploradas as características e as possíveis associações das configurações numéricas com os dedos e habilidades aritméticas iniciais, apresentando conceitos centrais para a pesquisa na área e dados empíricos que sustentam possíveis respostas para o entendimento do papel dos dedos para a matemática inicial. Será visto que a relação entre o uso dos dedos e as habilidades numéricas e aritméticas pode ser influenciada por mecanismos cognitivos específicos, como as gnosias digitais, como também pelos padrões canônicos dos dedos.

CONFIGURAÇÕES CANÔNICAS E NÃO CANÔNICAS DE DEDOS

Nos estudos exploratórios sobre as representações numéricas, as configurações canônicas significam arranjos de dedos ativados pelos hábitos culturais que consolidam uma ordem fixa em que os dedos são erguidos e determinam a ativação automática da semântica numérica - diferente das configurações não canônicas (FUSON, 1988). Embora ambos os tipos de configuração carreguem informações de magnitude, foi mostrado que as canônicas são reconhecidas mais rapidamente (DI LUCA; PESENTI, 2008). Através do constante uso de estratégias numéricas na primeira infância, padrões específicos - canônicos - de dedos parecem associar-se com a respectiva magnitude numérica que eles representam. Em crianças de cinco anos, por exemplo, tal argumento reflete em vantagens observadas no processamento de padrão canônico sobre os não-canônicos (DI LUCA; PESENTI., 2008; 2010).

O estudo de ROGGEMAN *et al.* (2007) mostrou que as configurações canônicas são processadas da mesma maneira que outras notações simbólicas, apoiando a ideia de que as configurações canônicas, embora não sejam suportadas por um sistema escrito, ativam as

representações com as mesmas propriedades que aquelas ativadas por algarismos verbais ou arábicos. A hipótese de que o conhecimento dos números naturais é baseado nas representações dos dedos também é apoiada por dados de neuroimagem que mostram uma ativação observada nos circuitos parietal e giro pré-central, classicamente associadas aos movimentos dos dedos (PESENTI *et al.*, 2000).

Há ainda outros estudos que também sugerem que o desempenho (canônico) do reconhecimento de padrões de dedos seja associado a habilidades aritméticas. Por exemplo, Kreilinger *et al.* (2021) indicaram que o reconhecimento dos dedos no padrão canônico, avaliado no final do último ano do jardim de infância (aproximadamente aos 6 anos de idade) e no início do 1º ano do Ensino Fundamental (entre 6 e 7 anos de idade), foi capaz de prever desempenho aritmético dos alunos longitudinalmente (quatro e oito meses depois, no 1º ano do EF). Além disso, o desempenho do reconhecimento de padrões canônicos em crianças de 6 anos de idade (último ano do jardim de infância) predisse seus rendimentos em tarefas de estimativa na linha numérica, cerca de nove meses depois, no início do primeiro ano, mesmo controlando a influência das habilidades de contagem iniciais (VAN RINSVELD *et al.*, 2020).

Também é de importante destaque os resultados das análises de Bahnmuller *et al.* (2021) que mostraram uma vantagem de canonicidade já para crianças em torno de quatro anos de idade e, ainda, discutiu que essa vantagem facilitava a execução das crianças nas tarefas numéricas, acelerando e sistematizando o processamento. Outras análises podem ser feitas sobre os padrões de configurações numéricas, como por exemplo em Sánchez (2019), em que as crianças de 3 anos que já haviam adquirido a cardinalidade eram capazes de reconhecer mais configurações numéricas canônicas de dedos. Nesse mesmo estudo, o reconhecimento de configurações numéricas com os dedos se relaciona tanto com habilidades de processamento numérico como com o desempenho matemático aos 3, 4 e 5 anos de idade (SÁNCHEZ *et al.*, 2019).

O uso dos dedos também é um exemplo potente para ilustrar como as características do corpo físico influenciam a maneira como os indivíduos processam os números. Resultados de estudos importantes (DOMAHS *et al.*, 2008; JORDAN *et al.*, 2009) indicam que o uso dos dedos fornece, inicialmente, uma estrutura de andaime natural para cálculos, mas depois os benefícios de usar os dedos desaparecem, provavelmente porque os dedos não operam efetivamente com toda a complexidade da matemática posterior. Essa literatura indica como partes de nossos corpos e processos de pensamento estão interligados. No entanto, também está evidente que essa relação não é simples e varia ao longo da vida (NEWMAN, 2016).

Portanto, embora o uso dos dedos possa não ser obrigatório para a aquisição de conceitos numéricos básicos (NICOLADIS et al., 2010; CROLLEN et al., 2011), as estratégias baseadas nos dedos constituem uma estrutura natural para o desenvolvimento de habilidades numéricas cruciais e podem ser altamente vantajosas para a maioria - senão para todas - as crianças nos estágios iniciais de seu desenvolvimento numérico.

De todo modo, são dados que convergem com a ideia central do papel positivo dos dedos para o desenvolvimento das habilidades numéricas iniciais. A seguir, daremos continuidade a discussão, com enfoque para a gnose digital e o desempenho aritmético das crianças pré-escolares.

GNOSIA DIGITAL E DESEMPENHO ARITMÉTICO

A capacidade de representar mentalmente, discriminar, exibir e localizar os dedos é mais comumente denominada gnose do dedo ou gnose digital (REEVE; HUMBERSTONE, 2011), atribuída como uma das competências fundamentais de apoio ao desenvolvimento de habilidades numéricas (BUTTERWORTH, 1999). A gnose do dedo é um preditor significativo de habilidades numéricas em crianças (FAYOL *et al.*, 1998; NOËL, 2005).

Reeve e Humberstone (2011) descobriram que a gnose do dedo de crianças pré-escolares estava relacionada ao uso ou não dos dedos durante a realização de cálculos, bem como ao seu desempenho em uma tarefa de cálculo. Em particular, crianças com a gnose digital pouco desenvolvida mal usavam os dedos e cometiam mais erros durante os cálculos. Além disso, Costa *et al.* (2011) observaram que crianças com discalculia tinham gnose digital significativamente mais pobre, embora sua capacidade cognitiva geral e memória de trabalho estivessem em níveis típicos.

Um estudo mais recente, de Rinsveld *et al.* (2020), relatou que o desempenho de crianças em idade pré-escolar em uma tarefa de reconhecimento de padrões digitais era um melhor preditor longitudinal de desempenho na estimativa da linha numérica, no início da primeira série, do que a gnose digital. Em particular, os autores observaram que, embora o reconhecimento do padrão do dedo estivesse simultaneamente correlacionado com a gnose do dedo, apenas o primeiro previu a estimativa da linha numérica posterior das crianças. Esses achados parecem corroborar a ideia de um papel bastante indireto da gnose do dedo para a aquisição de representações numéricas, na medida em que pode ser um *scaffold* para o surgimento de representações numéricas baseadas no dedo. Em suma, essa evidência apoia a suposição de que a associação entre dedos e números pode ser funcional e derivar do uso dos

dedos para tarefas numéricas. Nesse contexto, considerar a influência das habilidades motoras finas no desenvolvimento numérico pode ser importante para apoiar ou refutar uma explicação funcional desses achados.

Um estudo que vai nesta direção é o realizado por Suggate *et al.* (2017), que busca relações entre motricidade e habilidades numéricas. Compuseram a amostra 81 crianças pré-escolares na Alemanha, com idade média de 4 anos e 9 meses, e seus dados foram coletados correspondendo às medidas de habilidades motoras finas, vocabulário receptivo, conhecimento cognitivo e representações numéricas com os dedos. As análises indicaram que as habilidades motoras finas, independentemente da idade e do vocabulário receptivo, contribuem significativamente para todas as medidas de habilidades numéricas, mas que a relação mais forte seria com as habilidades numéricas baseadas nos dedos. Suggate *et al.* (2017) relatam que as habilidades motoras finas dos pré-escolares estavam mais fortemente relacionados ao desempenho em tarefas de contagem e aritmética, que envolviam o uso de estratégias baseadas nos dedos, do que às tarefas que foram resolvidas sem a ajuda dos dedos, mesmo depois de controlar a influência da idade, do vocabulário e da capacidade cognitiva geral. Além disso, a associação de habilidades motoras finas e tarefas numéricas não baseadas nos dedos foi inteiramente mediada por habilidades numéricas com base nos dedos, contribuindo com a ideia dessas estratégias funcionarem como um elo entre habilidades motoras finas e o desenvolvimento numérico.

Com um melhor controle das variáveis, Wasner *et al.* (2016) evidenciaram que a gnosia digital foi um preditor único para as habilidades iniciais de crianças pequenas, independentemente da idade, gênero ou habilidades de domínio-geral. Nesse sentido, sustenta-se mais uma vez que apoiar-se de maneira externa para representar quantidades, incluindo os dedos, ajuda as crianças a aprender o significado dos números (RAMANI *et al.*, 2019).

Esses e outros achados corroboram a hipótese de Alibali e Dirusso (1999), a qual propõe que o uso dos dedos funciona como mecanismo para descarregar a sobrecarga cognitiva de tarefas aritméticas com altas demandas de memória de trabalho. Portanto, as estratégias baseadas nos dedos constituem um estágio inicial e natural para o desenvolvimento das habilidades numéricas e pode ser vantajoso para as crianças nos estágios iniciais de seu desenvolvimento (BARROCAS *et al.*, 2020)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do que foi exposto, é possível evidenciar que o ato de utilizar os dedos para contar ou representar quantidades é um comportamento universal (DOMAHS *et al.*, 2010). Volta-se, então, a pergunta inicial “qual o papel dos dedos na aprendizagem matemática inicial?”. Entende-se que os dedos são ferramentas naturais e fornecem um *input* multissensorial que transmite informações dos aspectos cardinais e ordinais dos números, além de auxiliar na compreensão dos princípios da contagem e do sistema de base 10 (MOELLER *et al.*, 2011). Assim, sustenta-se que a representação utilizando os dedos é mais do que uma forma de representar mentalmente as magnitudes numéricas (DI LUCA; PESENTI, 2011). Os dedos influenciam na aquisição de números e conceitos numéricos, uma vez que sua utilização evidencia ganhos nas competências numéricas (BUTTERWORTH, 1999), e ainda têm impacto na aritmética (KREILINGER *et al.* 2021).

As atividades de contagem de dedos, especialmente se praticadas desde cedo, podem contribuir para uma compreensão rápida e profunda dos conceitos numéricos, que tem impacto durante todo o ciclo de vida e aprendizagem, fornecendo as raízes sensório-motoras sobre as quais o conceito numérico se estabelece (DI LUCA; PESENTI, 2011). De todo modo, o próprio ato de usar os dedos para representar numerosidades parece bastante espontâneo – o que é culturalmente determinado é a sequência em que os dedos são levantados – e pode orientar o aprendizado numérico precoce (DI LUCA; PESENTI, 2011).

Tem-se a expectativa de dar continuidade à investigação aprofundada da temática dedos e números. Para expandir o tópico para além da revisão teórica, algumas direções de pesquisa podem ser frutíferas, como estudos longitudinais e de intervenção analisando possíveis relações entre a gnose de dedos, a motricidade e estratégias numéricas baseadas em dedos e habilidades numéricas iniciais, controlando a influência de variáveis de domínio geral. Se fazem necessários mais estudos expandindo a faixa etária examinada para crianças mais jovens, a fim de capturar janelas de desenvolvimento nas quais os dedos podem influenciar mais diretamente na aquisição das habilidades numéricas (BARROCAS *et al.*, 2020). Além disso, estudos transculturais também se fazem importantes para possíveis análises adicionais à luz da neurociência.

As implicações educacionais dessa discussão correspondem na expectativa de repercutir os achados de pesquisa para a sala de aula. Nesse sentido, entende-se que as atividades que promovem o uso dos dedos na Educação Infantil podem ser empregadas para promover o desenvolvimento do conhecimento dos números, das relações entre eles e as operações numéricas. Apesar do papel dos dedos ainda ser objeto de estudo a ser explorado, acredita-se que uma prática intencional dos educadores acerca do uso espontâneo dos dedos

pelas crianças, para contar, mostrar e reconhecer os números, possa ser incentivada. Ou seja, um educador atento pode potencializar as práticas cotidianas das crianças, servindo de modelagem para explorar informações numéricas e trazer à tona reflexões sobre conceitos numéricos.

De maneira geral, os estudos, mesmo partindo de abordagens teóricas diferentes, se somam para trazer um melhor entendimento sobre as bases das habilidades matemáticas iniciais e sustentar melhores práticas e intervenções para beneficiar o desenvolvimento matemático inicial. Propor um ambiente de aprendizagem matematizador (OLKUN, 2022) que evidencie a fala matemática, os padrões e relações possíveis entre o mundo e a linguagem matemática é um fator para os educadores se atentarem. Atentar-se para a aprendizagem matemática desde a Educação Infantil é imprescindível, pois diferenças nas habilidades matemáticas já são visíveis em crianças desde antes da escolarização formal (AUNIO *et al.*, 2014). Incentivar a linguagem matemática, o uso dos dedos para pensar nas quantidades é um caminho promissor para potencializar o papel dos dedos na aprendizagem da matemática inicial.

REFERÊNCIAS

ALIBALI, M.; DIRUSSO, A. The function of gesture in learning to count: more than keeping track. **Cognitive Development**, v.14, p. 37–56, 1999.

ANDRES, M.; DI LUCA, S.; PESENTI, M. Finger counting: the missing too l? **Behavioral and Brain Sciences**, v. 31(6), p. 642–643, 2008.

AUNIO, P.; HEISKARI, P.; VAN LUIT, JE.; VUORIO, J. The development of early numeracy skills in kindergarten in low-, average- and high-performance groups. **Journal of Early Childhood Research**, v. 13, n.1, p. 3-16, 2014.

BARROCAS R.; ROESCH S.; GAWRILOW C.; MOELLER K. Putting a Finger on Numerical Development – Reviewing the Contributions of Kindergarten Finger Gnosis and Fine Motor Skills to Numerical Abilities. **Frontiers in Psychology**, v. 11, 2020.

BAHNMULLER, J.; BARROCAS, R.; MOELLER, K.; ROESCH, S. **The emerging association of canonical finger patterns and quantity-number linkage in early childhood**, 2021.

BUTTERWORTH, B. **The Mathematical Brain**. London: Macmillan, 1999a.

BUTTERWORTH, B. A head for figures. **Science**, v. 284, p. 928–929, 1999b.

CROLLEN, V.; MAHE, R.; COLLINGON, O.; SERON, X. The role of vision in the development of finger–number interactions: finger-counting and finger-montring in blind children. **Journal of Experimental Child Psychology**, v.109, p. 525–539, 2011.

COSTA, A. et al. A hand full of numbers: a role for offloading in arithmetics learning? **Frontiers Psychology**, v.2, ed. 368, 2011.

DI LUCA, S.; PESENTI, M. Masked priming effect with canonical finger numeral configurations. **Experimental Brain Research**, v. 185, p. 27–39, 2008.

DI LUCA, S.; PESENTI, M. Absence of low-level visual difference between canonical and non-canonical finger-numeral configurations. **Experimental Psychology**, v. 57, n. 3, p. 202-220, 2010.

DI LUCA, S.; PESENTI, M. Finger numeral representations: more than just another symbolic code. **Frontiers in Psychology**, v. 2, p-28-31, 2011.

DOMAHS, F.; KRINZINGER, H.; WILLMES, K. Mind the gap between both hands: evidence for internal finger-based number representations in children’s mental calculation. **Cortex**, v. 44, n.4, p. 359–367, 2008.

DOMAHS, F.; MOELLER, K.; HUBER, S.; WILLMES, K.; NUERK, H. C. Embodied numerosity: implicit hand-based representation influence symbolic number processing across cultures. **Cognition**, v. 116, n. 2, p. 251–266, 2010.

FAYOL, M.; BARROUILLET, P.; MARINTHE, C. Predicting arithmetical achievement from neuropsychological performance: a longitudinal study. **Cognition**, v. 68, p. 63–70, 1998.

FAYOL, M.; SERON, X. About numerical representations: insights from neuropsychological, experimental and developmental studies. *In*: Campbell, J. **Handbook of Mathematical Cognition**, New York: Psychology Press, p. 3–22, 2005.

FUSON, K. C. An analysis of the counting on-solution procedure in addition. *In*: CARPENTER, P.; MOSER, J.; ROMBERG, T. **Addition and Subtraction: A Cognitive Perspective**, Hillsdale: LEA, p. 67–81, 1982.

FUSON, K. C. **Children’s Counting and Concepts of Number**. New York: Springer-Verlag, 1988.

GEARY, D. C. Developing arithmetical skills. *In*: GEARY, D. C. **Children’s mathematical development: Research and Practical Applications**, Washington, DC: American Psychological Association, p. 37–93, 1994.

GELMAN, R.; GALLISTEL, C. R. **The Child’s Understanding of Number**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

IFRAH, G. **The Universal History of Numbers**. London: Harvill, 2000.

JORDAN, N. C.; KAPLAN, D.; RAMINENI, C.; LOCUNIAK, M. N. Early math matters: kindergarten number competence and later mathematics outcomes. **Developmental Psychology**, v. 45, p. 850–867, 2009.

KAUFMANN, S.; WESSELOWSKI, S. **Rechenstörungen – Diagnose und Förderbausteine** [Mathematics Disabilities – Diagnosis and Remediation Steps]. Seelze: Friedrich Verlag, 2006.

KREILINGER, I. L.; ROESCH, S.; MOELLER, K.; PIXNER, S. Mastery of structured quantities like finger or dice patterns predict arithmetic performance. **Cognitive Processing**, v.22, n.1, pg. 93-104, 2021.

MARINTHE, C.; FAYOL, M.; BARROUILLET, P. Gnosies digitales et développement des performances arithmétiques. In: VAN HOUT, A.; MELJAC, C.; FISCHER, J. P (Eds). **Troubles du Calcul et Dyscalculies chez l’Enfant**, Paris: Masson, p. 239– 254, 2001.

MOELLER, K.; MARTIGNON, L.; WESSOLOWSKI, S.; ENGEL, J.; NUERK, H.-C. Effects of finger counting on numerical development – the opposing views of neurocognition and mathematics education. **Frontiers in Psychology**, v.2, n. 328, 2011.

MOELLER, K. et al. Learning and development of embodied numerosity. **Cognitive processing**, v.13, n.1, p. 271-274, 2012.

NEWMAN, S. D. Does finger sense predict addition performance? **Cognitive Processing**, v. 17, n.2, p. 139–146, 2016

NICOLADIS, E.; PIKA, S.; MARENTETTE, P. Are number gestures easier than number words for preschoolers? **Cognitive Development**, v. 25, p. 247–261, 2010.

NOËL, M. P. Finger gnosia: a predictor of numerical abilities in children? **Child Neuropsychol**, v.11, p. 413–430, 2005.

OLKUN, S. How Do We Learn Mathematics? A Framework for a Theoretical and Practical Model. **International Electronic Journal of Elementary Education**, v. 14, n. 3, p. 295-302, 2022.

PADBERG, F. **Didaktik der Arithmetik für Lehrerbildung und Lehrerfortbildung**. Elsevier, Spektrum Akad. Verl., 2005.

PESENTI, M., et al. Neuroanatomical substrates of Arabic number processing, numerical comparison, and simple addition: a PET study. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v.12, p. 461–479, 2000.

RAMANI, G; DAUBERT, E.; SCALISE, N. Role of play and games in Building children’s foundational numerical knowledge. In: GEARY, D.; BECH, D.; KOEPKE, K. (Orgs). **Cognitive Foundations for Improving Mathematical Learning**. v. 5. Academic press: Elsevier, 2019.

REEVE, R.; HUMBERSTONE, J. Five- to 7-Year-Olds’ Finger Gnosia and Calculation Abilities. **Frontiers in Psychology**, v. 2, n. 359, 2011.

RINSVELD, A.; HORNUNG, C.; FAYOL, M. Finger rapid automatized naming (RAN) predicts the development of numerical representations better than finger gnosis. **Cognitive Development**, v. 53, 2020

SÁNCHEZ, M. **Representaciones numéricas con dedos y desarrollo aritmético temprano**. Universidad d Salamanca. Tese. Departamento de psicología evolutiva y de la educación, 2019.

SCHIPPER, W. Modul G 4: Lernschwierigkeiten erkennen – verständnisvolles Lernen fördern [Recognizing Learning Difficulties – Promoting Comprehensive Learning]. **Kiel: SINUS-Transfer Grundschule**, 2005.

SOYLU, F.; LESTER, F. K.; NEWMAN, S. D. You can count on your fingers: the role of fingers in early mathematical development. **Journal of Numerical Cognition**, v. 4, n. 1, p.107–135, 2018

ROGGEMAN, C.; VERGUTS, T.; FIAS, W. Priming reveals differential coding of symbolic and non-symbolic quantities. **Cognition**, v. 105, p. 380–394, 2007.

SUGGATE, S.; STOEGER, H.; FISCHER, U. Finger-based numerical skills link fine motor skills to numerical development in preschoolers. **Perceptual and Motor Skills**, v. 124, n. 6, p. 1085–1106, 2017.

VAN RINSVELD, A.; HORNUNG, C.; FAYOL, M. Finger rapid automatized naming (RAN) predicts the development of numerical representations better than finger gnosis. **Cognitive Development**, v. 53, p. 100842, 2020.

WASNER, M.; NUERK, H.-C.; MARTIGNON, L.; ROESCH, S.; MOELLER, K. Finger gnosis predicts a unique but small part of variance in initial arithmetic performance. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 146, pg. 1–16, 2016.

WIESE, H. Iconic and non-iconic stages in number development: the role of language. **Trends in Cognitive Science**, n. 7, p. 385–390, 2003a.

WIESE, H. **Numbers, Language, and the Human Mind**. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 2003b.