Luciana Piccoli
Luciana Vellinho Corso
Sandra dos Santos Andrade
Renata Sperrhake | Organizadoras

Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa

PNAIC UFRGS

práticas de alfabetização, aprendizagem da matemática e políticas públicas

OIKOS EDITORA

Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa PNAIC UFRGS

Práticas de alfabetização, aprendizagem da matemática e políticas públicas

Luciana Piccoli
Luciana Vellinho Corso
Sandra dos Santos Andrade
Renata Sperrhake
(Organizadoras)

Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa PNAIC UFRGS

Práticas de alfabetização, aprendizagem da matemática e políticas públicas

E-book
2ª edição

OIKOS EDITORA

2018

Editoração: Oikos
Capa: Juliana Nascimento
Revisão: Rui Bender
Arte-final: Jair de Oliveira Carlos

Editora Oikos Ltda.
Rua Paraná, 240 – B. Scharlau
93120-020 São Leopoldo/RS
Tel.: (51) 3568.2848 / 3568.7965
contato@oikoseditora.com.br
www.oikoseditora.com.br

P121 Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa PNAIC UFRGS: práticas de alfabetização, apredizagem da matemática e políticas públicas [e-book]. Organizadoras: Luciana Piccoli, Luciana Vellinho Corso, Sandra dos Santos Andrade e Renata Sperrhake – São Leopoldo: Oikos, 2018.

233 p.; il.; 14 x 21 cm.

ISBN 978-85-7843-773-2

1. Didática – Alfabetização. 2. Políticas públicas – Educação. 3. Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa. 4. Matemática – Aprendizagem. 5. Prática pedagógica. 6. Professor – Formação. I. Piccoli, Luciana. II. Corso, Luciana Vellinho. III. Andrade, Sandra dos Santos. IV. Sperrhake, Renata.

CDU 37.02

Catalogação na Publicação:
Bibliotecária Eliete Mari Doncato Brasil – CRB 10/1184

Reflexões acerca da aprendizagem inicial da matemática: contribuições de aspectos externos ao aluno[1]

Luciana Vellinho Corso
Évelin Fulginiti de Assis

Introdução

A aprendizagem da matemática pressupõe um conjunto de condições individuais, ambientais e escolares que agem de forma integrada. Existe, desse modo, uma gama de componentes ligados a aspectos internos e externos ao sujeito, que influenciam tal aprendizagem, caracterizando a complexidade dessa área de investigação. É importante destacar que, neste artigo, iremos nos deter nos aspectos externos ao sujeito, uma vez que abordaremos práticas de ensino e a importância do meio no sentido de ampliar as experiências de aprendizagem dos conceitos matemáticos iniciais.[2]

Sabemos que a matemática é uma das disciplinas mais temidas do currículo escolar, causando dificuldades para muitos alunos. Por que isso ocorre? A resposta para tal questão

[1] Adaptação da exposição oral "Bases Numéricas da Educação Matemática Inicial", proferida pela professora Luciana Vellinho Corso no III Seminário de Formação de Professores do Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (PNAIC), promovido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=BMGK9kxZWXI.

[2] Tais conceitos também serão abordados e aprofundados, neste livro, no capítulo de Dorneles, Lima e Nogues, no qual são discutidas competências de base e competências numéricas envolvidas na construção dos conhecimentos matemáticos.

sugere o levantamento de vários fatores. Iremos destacar, logo a seguir, alguns desses, mas sem esgotar os vários aspectos envolvidos na discussão dos processos de ensino, aprendizagem e de não-aprendizagem de qualquer área do conhecimento.

Estrutura hierárquica da matemática

A matemática apresenta uma estrutura hierárquica: novas habilidades são construídas em habilidades aprendidas previamente. Assim, os alunos que vão avançando nos conteúdos, sem alcançar a devida compreensão, enfrentarão problemas cada vez maiores (CASAS; CASTELAR, 2004). A competência matemática consiste em múltiplas habilidades, que são ensinadas e aprendidas de forma gradual. Portanto habilidades básicas do tipo contagem e comparação de quantidades são pré-requisitos para a realização de tarefas aritméticas (*e.g.*, 3+4=7), inicialmente por meio de procedimentos de contagem e, posteriormente, através da recuperação imediata de fatos aritméticos da memória de longo prazo (GEARY *et al.*, 2000).

As habilidades matemáticas mais complexas, como o cálculo de multidígito e a resolução de problemas são, por sua vez, facilitadas quando há o domínio de habilidades, tais como: operações aritméticas básicas, recuperação de fatos da memória, compreensão de conceitos, como valor posicional e sistema numérico de base 10, e princípios de cálculo (ANDERSSON, 2008). É por isso que problemas na matemática geralmente iniciam no Ensino Fundamental e continuam no Ensino Médio, perdurando até a idade adulta (MILLER; MERCER, 1997).

Desafios iniciais: contagem, princípios e estratégias de contagem e as operações aritméticas

Além de apresentar uma estrutura hierárquica, a matemática é uma área complexa que impõe uma série de desafios (domínio dos princípios de contagem, das estratégias e procedimentos de contagem, compreensão e utilização dos princípios aritméticos, aplicação da aritmética para a solução de problemas matemáticos, entre outros) que devem ser vencidos à medida que os alunos vão desenvolvendo habilidades progressivamente mais abrangentes e uma maior capacidade de representação em função das demandas do meio externo (DOWKER, 2004; DORNELES, 2006). Portanto essa complexidade a que as autoras se referem oferece desafios, em maior ou menor grau, para todas as crianças ao se depararem com novos conteúdos matemáticos. Passamos, a seguir, a especificar tais desafios.

Contagem

A contagem tem sido considerada uma ferramenta cognitiva não só para a compreensão de conteúdos matemáticos posteriores, como também para o desenvolvimento de habilidades numéricas mais elaboradas e significativas, ou seja, é preciso contar bem para desenvolver habilidades cognitivas mais complexas (NUNES; BRYANT, 1997). Para dar conta do processo de contagem, é necessário que o indivíduo observe alguns princípios básicos, conforme apontam Gelman e Gallistel (1978):

- *Correspondência um a um (termo a termo)* – para cada objeto tenho um nome de número.
- *Ordem constante* – a ordem da contagem dos números é sempre constante; portanto digo 1, 2, 3, 4, 5 e não 1, 3, 8, 9.
- *Cardinalidade* – o valor do último número contado na série representa a quantidade de itens da série.
- *Abstração* – objetos de qualquer tipo podem ser colecionados e contados, incluindo conjuntos homogêneos e heterogêneos.
- *Irrelevância da ordem* – os itens dentro de um determinado grupo podem ser contados em qualquer sequência.

Os princípios de correspondência um a um, ordem constante e cardinalidade definem as regras da contagem que, por sua vez, fornecem a estrutura para o conhecimento de contagem que emerge nas crianças. Gelman e Gallistel (1978) ainda destacam outros dois aspectos da contagem caracterizando-os como sendo pouco essenciais, mas que, pela óptica da criança, através das observações dos comportamentos de contagem, acabam se tornando fundamentais. Esses são: *direção-padrão* – a contagem deve iniciar de uma das pontas da série de objetos – e *adjacência* – a crença incorreta de que os itens devem ser contados consecutivamente de um item a outro, ou seja, pular durante a contagem resulta em uma resposta incorreta.

Por volta dos cinco anos de idade, a maior parte das crianças construiu os princípios fundamentais da contagem descritos por aqueles autores, no entanto também acredita que os princípios de direção-padrão e adjacência são características essenciais da contagem, quando de fato não o são. Esse tipo de crença indica que o conhecimento conceitual de contagem das crianças pequenas é rígido e imaturo, sendo influenciado pela observação de procedimentos-padrões de contagem (GEARY, 2004).

De fato, os princípios de contagem são a base para toda a construção numérica posterior (GEARY *et al.*, 1992, 2000). Dificuldades nessa construção acarretam problemas em vários outros processos presentes na aprendizagem matemática. Estudos mostram que muitas crianças com dificuldades nessa área apresentam um baixo conhecimento conceitual de contagem, que se reflete na compreensão tardia dos princípios (GEARY *et al.*, 1992, 2000). A compreensão imatura de alguns princípios de contagem parece contribuir para o desenvolvimento tardio de competências no uso de procedimentos de contagem para resolver problemas aritméticos (GEARY *et al.*, 1992).

Procedimentos de contagem

Por volta dos quatro anos, as crianças começam a calcular acuradamente somas com objetos concretos, utilizando o procedimento de *contar todos.* Por exemplo, quatro objetos em um grupo devem ser adicionados a três objetos mostrados em outro. Mesmo sabendo, por sua contagem anterior, que um conjunto contém quatro objetos e o outro três, a criança conta: "um, dois, três, quatro", "um, dois, três", para então contar "um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete".

Com a prática da contagem, as crianças passam a utilizar o procedimento de *contar a partir de (*contar a partir de uma das parcelas dadas). Por exemplo, diante do cálculo 3+4, a criança conta *a partir da primeira parcela dada*: "três... quatro, cinco, seis, sete". Aos poucos, ela percebe que é mais econômico começar a contagem *a partir da parcela maior*: "quatro... cinco, seis, sete", evidenciando um procedimento mais sofisticado do que o anterior.

O desenvolvimento e a compreensão tardia de determinados processos envolvidos na aprendizagem matemática, como os princípios e procedimentos de contagem, citados anteriormente, são indicativos de algumas diferenças no desempenho de alunos com e sem dificuldades na matemática (DM). Na resolução de problemas aritméticos simples (do tipo 3+4=7), por exemplo, aqueles com dificuldades cometem mais erros de contagem e utilizam os procedimentos iniciais ou primitivos de "contar todos" mais frequentemente do que os alunos sem dificuldades (GEARY *et al.*, 2000; ORRANTIA; MARTINEZ; MORÁN, 2002). Do mesmo modo, outros estudos mostram que alunos com dificuldades na matemática, ao realizarem problemas aritméticos, não demonstram uma mudança no uso de estratégias procedimentais para o uso de estratégias apoiadas na memória (armazenamento e recuperação de fatos), como ocorre com os alunos que apresentam um desenvolvimento típico naquela área (JORDAN; HANICH, 2000; ORRANTIA; MARTINEZ; MORÁN, 2002).

O uso tardio da estratégia de *contar a partir de* e os erros frequentes de contagem das crianças com dificuldades na matemática parecem estar relacionados, em parte, a seu conhecimento de contagem mais inicial. Conforme mencionado anteriormente, muitas crianças com DM que não compreendem o conceito de *irrelevância da ordem* ou que acreditam que *adjacência* é uma característica essencial da contagem, utilizam o procedimento de *contar todos*, enquanto resolvem problemas de adição simples, mais frequentemente do que outras crianças (GEARY *et al.*, 1992). É possível que a mudança no uso da estratégia *contar todos* para *contar a partir de* exija uma compreensão de que a contagem não necessita iniciar do 1 na ordem sequencial padrão (1, 2, 3, etc.). A persistência no uso de estratégias iniciais em idades avançadas pode contribuir também para os erros frequentes de contagem apresentados pelos alunos com DM e, em particular, para a dificuldade de esses alunos detectarem seus erros e, então, realizarem a autocorreção.

Estratégias de contagem e de recuperação da memória

As estratégias mais comumente utilizadas pelos alunos durante a contagem são: contar com o auxílio dos dedos, contar verbalmente (contar em voz alta ou movendo os lábios, com ou sem o auxílio dos dedos) e contar silenciosamente (contagem interna, "conta na cabeça"). Com a prática, a criança acaba desenvolvendo representações de fatos básicos na memória que darão suporte para a resolução de problemas que utilizam predominantemente a memória: recuperação direta e decomposição. Na *recuperação direta*, a criança diz uma resposta que está associada com o problema que lhe foi apresentado; na memória de longo prazo, por exemplo, fala "oito" quando tem que resolver o cálculo 5+3. A *decomposição* requer a reconstrução de respostas baseadas na recuperação de uma soma parcial. Assim, o problema 6+7 pode ser solucionado recuperando a resposta para o problema 6+6 e, então, adicionando 1 a essa soma parcial. Quando essa variedade de estratégias amadurece, os alunos resolvem problemas mais rapidamente porque usam as estratégias apoiadas na memória de forma mais eficiente.

Do mesmo modo, com a prática, a execução de cada estratégia requer menos tempo (GEARY, 2004). Pesquisas como as de Geary *et al*. (1999) e Geary *et al*. (2000) encontraram diferenças consistentes ao comparar as estratégias utilizadas para resolver problemas aritméticos simples (*e.g.*, 4+3) entre os alunos sem dificuldades e diferentes grupos de alunos que apresentam dificuldades: aqueles que apresentam dificuldades na leitura e na matemática (DLM), os que apresentam dificuldades somente na matemática (DM) e os que apresentam dificuldades de aprendizagem somente na leitura (DL). De acordo com aqueles estudos, no 1º e 2º anos, os alunos com DM e, especialmente, aqueles com DLM cometeram mais erros de contagem e utilizaram os procedimentos imaturos de "contar todos" mais frequentemente do que as crianças nos outros grupos. Além disso, os alunos que não apresentavam dificuldades demonstraram uma mudança no uso de estratégias, do 1º para o 2º ano, deixando de apoiar-se amplamente nas estratégias de contar nos dedos e passando a utilizar estratégias verbais e de recuperação. Os alunos participantes dos grupos DM e DLM não demonstraram esse tipo de mudança no uso de estratégias e, pelo contrário, apoiaram-se na contagem dos dedos em ambas as séries.

Ensino da matemática

Uma situação de crise permanente do ensino da matemática é apontada por vários autores (GINSBURG, 1997; VASCONCELOS, 2000; CASAS; CASTELAR, 2004; ORRAN-

TIA, 2006), que a justificam com base em diversos argumentos, dos quais destacamos: uso de métodos tradicionais que enfatizam a memorização e que não fazem sentido para o aluno, em outras palavras, um ensino que continua a enfatizar o cálculo ao invés da compreensão matemática; ensino baseado em práticas com limitadas oportunidades para que os alunos explorem verbalmente o seu raciocínio; uso de livros didáticos confusos; professores que não acreditam no seu próprio conhecimento de matemática; falhas na formação dos professores; salas de aula superlotadas; uma cultura que apresenta fobia à matemática; materiais didáticos de pouca qualidade; currículo empobrecido, extenso, pouco flexível e muito abstrato, o que torna natural o desinteresse dos alunos.

Tais aspectos, subjacentes à crise do ensino da matemática, contribuem para dificultar a aprendizagem das crianças. Os problemas enfrentados pelos indivíduos na aquisição de conhecimentos matemáticos são, em grande parte, causados pelo conjunto de fatores citados acima. Considerando tais fatores, pesquisadores da área buscaram desenvolver maneiras de ajudar as crianças, investigando a forma como as intervenções potentes, aquelas que promovem aprendizagens efetivas, podem ser realizadas (DOWKER, 2004; DOWKER; SIGLEY, 2000; DYSON; JORDAN; GLUTTING, 2011; FUCHS *et al.*, 2008; FUCHS *et al.*, 2010).

Os achados, provenientes de pesquisas de intervenção, são bons indicativos de como é possível potencializar o ensino de matemática nas salas de aula, servindo como norteadores para a prática pedagógica de professores. Dowker (2004) destaca que as intervenções podem obter sucesso em qualquer momento da trajetória da criança, porém é desejável que sejam realizadas no estágio inicial da aprendizagem, uma vez que podem ajudar na prevenção de dificuldades posteriores. Fuchs *et al*. (2010) descrevem princípios que podem ser adotados no momento de planejar uma intervenção, tais como valorização de uma instrução explícita que minimize o desafio de aprendizagem; promoção de prática do conteúdo ensinado; motivação aos estudantes para que se engajem nas propostas e regulem sua atenção para as atividades; uma boa base conceitual entre outros.

Tais evidências, embora encontradas a partir de pesquisas específicas sobre intervenções para crianças com dificuldades de aprendizagem na matemática, podem (e devem) servir como ponto de partida para o ensino de matemática a alunos com diferentes tipos de desempenhos. Um ensino que leve em consideração a heterogeneidade de sujeitos dentro da sala de aula – tal como também aponta o Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (PNAIC) – e que desenvolva situações de aprendizagem visando contemplá-los, acaba por se tornar a melhor forma de prevenir o surgimento das dificuldades de aprendizagem na matemática. Além disso, planejar estratégias de ensino relativas à matemática também deve levar em consideração os conhecimentos envolvidos nessa aprendizagem, os quais serão discutidos a seguir.

Desconexão entre a matemática informal e formal

Apesar de a matemática estar presente em várias situações do cotidiano, sendo necessária para resolver problemas diários, a forma como tem sido ensinada – mecânica e memorizada – torna-a sem sentido e descontextualizada (JUSTO, 2004; ORRANTIA, 2006). Sabe-se que a construção do conhecimento matemático é complexa, longa e contínua (NUNES *et al.*, 2005), requerendo que o aluno aja sobre os objetos, pense sobre possibilidades, estabeleça relações, compreenda os princípios subjacentes às operações e use estratégias para a resolução de problemas. Considerando essas necessidades, o professor também precisa ter um papel ativo, buscando observar, planejar e mediar a aprendizagem dos alunos.

Desenvolver práticas de ensino que contemplem as necessidades mencionadas é um processo complexo e difícil para muitos professores. A desconexão que muitas vezes existe no ensino da aritmética, entre o conhecimento informal, que os alunos desenvolvem espontaneamente, e os conhecimentos mais formais, que eles aprendem nas aulas, é apontada por pesquisadores (ORRANTIA, 2006) como uma fonte de dificuldades nessa área. Discutimos a seguir a matemática formal e a matemática informal.

Conhecimento matemático informal

O resultado quase inevitável do encontro da criança com o ambiente quantitativo é a construção de uma forma elementar de conhecimento matemático chamado "conhecimento informal", assim denominado, por um lado, por não ser expresso em termos formais como uma notação escrita e, por outro, por não ser adquirido através de um processo de instrução formal.

De acordo com Piaget (1990), as crianças têm uma propensão biológica para aprender. Elas acomodam as demandas do ambiente e assimilam o que o ambiente tem a oferecer. São aprendizes por natureza, são intrinsecamente motivadas. Elas aprendem porque suas mentes são biologicamente organizadas para desenvolver conceitos e formas de pensamento que sejam úteis para sua adaptação ao ambiente. As crianças não absorvem a informação do mundo; ao invés disso, elas constroem ativamente conceitos, estratégias e formas de pensamento. Portanto, para conhecer um objeto, isto é, para que o sujeito se aproprie dele, no sentido de compreendê-lo ou de aprendê-lo, é necessário agir sobre ele, modificá-lo, transformá-lo (PIAGET; GRÉCO, 1974).

Mesmo antes de entrar na escola, as crianças são naturalmente expostas a ambientes físicos e sociais que são ricos em oportunidades matemáticas. As crianças deparam-se com a noção de quantidade no mundo físico, com a contagem de números no mundo social e com ideias matemáticas no mundo da literatura.

Em um ambiente físico, que é rico em informação e eventos quantitativos, a criança encontra objetos pequenos que ela pode manipular, contar e com os quais pode fazer diferentes arranjos. Encontra também grupos de objetos que são mais numerosos do que outros. Depara-se com coisas mais largas e que têm maior volume do que outras. Em todas as culturas, as crianças dispõem de objetos para contar, adicionar e comparar. Esse fato fundamental parece ser universal do mundo físico.

A criança encontra, também, um mundo social que lhe oferece experiências matemáticas importantes. Ela ouve o adulto contar, observa-o usando dinheiro, observa os numerais nos ônibus, nas casas, nos telefones, nos programas de televisão. A linguagem humana contém meios para descrever eventos quantitativos. Entre as primeiras palavras do bebê aparecem "mais" e "outro" (GINSBURG, 1997).

A literatura infantil oferece estórias que envolvem a elaboração da noção de quantidade. Por exemplo, na estória "Os Três Ursos" aparecem três camas, três potes e três cadeiras, que variam de tamanho de acordo com a idade e o gênero dos ursos: *o bebê urso é pequeno, a mãe é maior e o pai é maior ainda. O bebê ganha o pote pequeno, a mãe ganha o maior e o pai ganha o maior de todos...*

A valorização do conhecimento informal do aluno vem ao encontro da necessidade de busca de sentido para aquilo que se aprende na escola, evitando, então, a conhecida dicotomia existente entre o que eu sei e aprendo para a vida e o que eu sei e aprendo para a escola. É a valorização do seu conhecimento informal que possibilita ao aluno sentir-se fazendo parte da construção do conhecimento formal (GINSBURG, 1997; SCOZ, 1994).

Conhecimento matemático formal

Sabemos que a matemática formal é um sistema científico – coerente, explícito, organizado e lógico. É um corpo de material escrito, codificado, convencionalmente definido. Naturalmente, a aprendizagem da matemática formal não pode ser compreendida de forma isolada de seu contexto de ensino – cultura, escola, professores e recursos, conforme já apontamos acima.

Como bem lembra Nunes (2011), a matemática no Ensino Fundamental não deveria ser vista como um conjunto de técnicas a serem aprendidas para lidar com a aritmética, a álgebra, as contas com frações, entre outras, mas como uma forma de representar o mundo para compreendê-lo melhor.

Vemos assim que o conhecimento formal da matemática precisa estar alicerçado sobre o conhecimento informal, pois, caso contrário, poderemos estar contribuindo para a formação de alunos que enfrentarão dificuldades de aprendizagem na área da matemática. Ginsburg (1997) é enfático ao afirmar que é de responsabilidade do professor ajudar a criança a avançar no seu conhecimento inicial, informal de matemática, auxiliando-a a "reinventar" a matemática formal. Mas como dar conta desse desafio?

Como podemos respeitar a construção da criança e ajudá-la a ir além dessa construção inicial?

Como mencionado anteriormente, a criança chega à escola com um conhecimento informal da matemática – ideias intuitivas que são úteis e acuradas de muitas formas, mas que exigem elaboração. Não resta dúvida de que o professor exerce um papel fundamental nesse processo.

Por não ser suficiente, o conhecimento informal do aluno necessita, então, ser expandido, reestruturado. Empson

(1999) descreve como esse processo se dá: compartilhando os conhecimentos informais com os colegas em uma situação de ensino que os incentive a experimentar e confrontar diversas experiências; usando ferramentas representacionais adequadas que servem para auxiliar na reflexão dos alunos; oferecendo aos alunos tarefas desafiadoras capazes de causar conflitos cognitivos que geram a necessidade do uso de estratégias para a resolução desses conflitos; mediando o processo de aprendizagem e fazendo com que as estratégias desenvolvidas possam levar os alunos a explicitar seus conhecimentos, a questionar, a preencher lacunas.

Não resta dúvida de que respeitar a construção inicial da criança e, ao mesmo tempo, ajudá-la a avançar na construção do conhecimento formal sugere a consideração de alguns pontos. Inicialmente, é fundamental conhecer a forma como as crianças pensam e aprendem os conhecimentos matemáticos. Em segundo lugar, é preciso repensar o modo como o ensino da matemática se dá. Esse ponto tem sido destacado por vários autores nacionais e internacionais (GINSBURG, 1997; AGRANIONIH *et al.*, 2003; NUNES *et al.*, 2005), que compartilham a ideia de que a matemática aprendida pelas crianças deve darlhes acesso a novos meios de pensar e deve aumentar seu poder para pensar matematicamente (NUNES; BRYANT, 1997). Tais pesquisadores enfatizam que o processo de ensino-aprendizado da matemática, deve apoiar-se *menos* em demonstrar os conceitos matemáticos, através de diferentes recursos representativos e *mais* em provocar relações ou abstrações nos sujeitos que com eles interagem (AGRANIONIH *et al.*, 2003). Portanto a criação de um ambiente social e de situações de ensino que incentivem os alunos a experimentar e confrontar diversas situações-problema são condições para que eles possam construir o conhecimento lógico-matemático através da abstração reflexiva (pensar sobre o agir), pois esse conhecimento não se dá através de exercícios mecânicos e padronizados.

Para dar conta da questão que está posta, acrescentamos, aos pontos destacados acima, a importância de conhecer as pesquisas sobre senso numérico e suas implicações para a prática de sala de aula, tópico que segue.

Senso numérico e suas implicações para a prática de sala de aula

Os pesquisadores da área da matemática que se dedicam a estudar o senso numérico têm evidenciado que esse campo é composto por muitas controvérsias que giram em torno da melhor forma de definir, avaliar e intervir. O consenso a que os estudiosos chegaram diz respeito ao papel fundamental que o desenvolvimento do senso numérico exerce para a competência em matemática.

O senso numérico, também chamado de sentido de número ou numeralização, de um modo geral se refere à facilidade e flexibilidade com os números e à compreensão do significado dos números e das ideias relacionadas a eles; dá vida aos números que usamos e às relações entre eles; leva ao uso automático da informação matemática e é ingrediente-chave para a habilidade de resolver cálculos aritméticos (GERSTEN; JORDAN; FLOJO, 2005); assemelha-se ao conceito de numeralização de Nunes e Bryant (1997, p. 31), que destacam que "ser numeralizado significa pensar matematicamente sobre as situações [...]".

Berch (2005) também chama atenção para algumas características presumíveis de compor tal conceito, tais como: consciência, intuição, reconhecimento, expectativa, estrutura conceitual, habilidade, desejo, sentimento, processo, linha numérica mental, entre outras. Nesse sentido, Spinillo (2014), no Caderno 2 de Alfabetização Matemática do PNAIC (sobre quantificações, registros e agrupamentos), destaca que o sentido numérico se refere a uma forma de pensar e não a uma unidade curricular ou a um conceito matemático que possa ser diretamente ensinado. A autora afirma que tal forma de pensar deve permear as situações de ensino, nos diferentes campos da matemática, em todos os níveis de escolarização, desde a Educação Infantil.

Para dar conta da dificuldade de conceituar esse termo, Spinillo (2014) sugere alguns indicadores, a partir dos quais o sentido numérico se manifesta. Realizar cálculo mental e flexível, como, por exemplo: saber que o número 534 pode ser decomposto em 500+30+4 (5 centenas, 3 dezenas e 4 unidades). Realizar estimativas e usar pontos de referência, como a base de 10, sabendo que 7+9=7+10-1. Fazer julgamentos quantitativos e inferências, como ao resolver cálculos e ser capaz de pensar matematicamente: a soma de 187+53 pode ser 200 ou não? Estabelecer relações matemáticas, como o conhecimento de que 3x4=4x3. Usar e reconhecer que um instrumento ou um suporte de representação pode ser mais útil ou apropriado do que outro, por exemplo para resolver a adição 10.893 + 5.789, é melhor usar a calculadora, os dedos ou lápis e papel?

Considerando os aspectos envolvidos na conceituação do senso numérico, é importante pensar sobre como ele pode ser desenvolvido. *É possível ensiná-lo às crianças?* A natureza do senso numérico é tanto inata quanto construída. Possuímos um aparato biológico que nos permite prestar atenção às numerosidades, mas também é necessário que tenhamos experiências sociais para que seja possível construir os conhecimentos matemáticos (SPINILLO, 2014). A maioria das crianças constrói o senso numérico informalmente, mas aquelas que o apresentam menos desenvolvido necessitam de ensino formal (GERSTEN; CHARD, 1999).

Sabendo que o senso numérico é construído pelas crianças, mas também pode ser ensinado a elas, é necessário pensar na possibilidade de verificar como está essa construção e, para isso, é preciso avaliá-la. Para tanto, destacaremos o Teste de

Conhecimento Numérico (OKAMOTO; CASE, 1996), apontado pela literatura como um bom instrumento para avaliar esse constructo. Por meio dele, pode-se investigar como as crianças estão desenvolvendo suas aprendizagens matemáticas e, consequentemente, seu senso numérico. O teste é composto por questões estruturadas, divididas em quatro níveis de complexidade, devendo ser aplicado individualmente[3]. Seus objetivos incluem a identificação de número, contagem, discriminação de quantidade, estimativa, cálculo aritmético simples e uso de estratégias. No artigo de Corso e Dorneles (2010), é possível ler o instrumento na íntegra, oportunizando a análise das questões que o compõem, dos materiais necessários para sua realização e das diferenças entre os níveis de complexidade.

Os pesquisadores que se dedicam ao estudo do senso numérico, além de buscar defini-lo e avaliá-lo, também investigam seu papel na aprendizagem matemática. Alguns estudos preditivos têm demonstrado que o senso numérico é um importante preditor da aprendizagem matemática. Locuniak e Jordan (2008) avaliaram o senso numérico na Educação Infantil e no 1º ano, e o resultado a que chegaram foi que esse foi preditivo da fluência em cálculo no 2º ano. Mazzocco e Thompson (2005), ao identificarem crianças com baixo senso numérico na Educação Infantil, puderam predizer dificuldades matemáticas no 3º ano. Jordan *et al*. (2010) evidenciaram que um bom senso numérico, identificado no 1º ano, prevê sucesso no desempenho matemático em avaliação nacional no 3º ano. Martin *et al*., (2014) mostraram que habilidades numéricas, envolvidas no senso numérico, avaliadas na Educação Infantil, são

---

[3] Cientes da dificuldade de conseguir momentos individuais com as crianças, enfrentada por muitos professores, sugerimos a possibilidade de pensar em atividades coletivas a partir do teste. Os quatro níveis de complexidade apresentam diversas situações numéricas que podem ser trabalhadas com a turma toda, como, por exemplo, comparação numérica, situações-problema, cálculos aritméticos.

preditoras de fluência em cálculos e em resolução de problemas no 1º ano.

Considerando o poder preditivo do senso numérico em relação ao desempenho matemático e sabendo, assim, da essencialidade de seu desenvolvimento e aprendizagem, é importante valorizar a possibilidade e a necessidade de planejar intervenções que potencializem o senso numérico e que visem prevenir as dificuldades de aprendizagem na matemática. Nesse sentido, Barbosa (2007) afirma que a qualidade do senso numérico, construído gradualmente pela criança, dependerá das experiências materiais, sociais e psicológicas que ela vivencia, e essas experiências, por sua vez, influenciam o desenvolvimento do senso numérico.

Os programas de intervenção em senso numérico, assim como muitos outros aspectos dessa área de estudo, apresentam diferenças e seguem por caminhos distintos. Dowker (2004) destaca que alguns focam na instrução individual e em um componente específico do senso numérico, enquanto outros envolvem o ensino em grupos e enfatizam vários aspectos das habilidades numéricas. O importante, segundo a autora, é planejar intervenções que atendam as necessidades dos indivíduos com dificuldades de aprendizagem em matemática e, se pensarmos na realidade brasileira, podemos também abranger crianças que apresentam um bom desempenho matemático, visando auxiliá-las na prevenção de dificuldades futuras. Entre alguns programas de intervenção[4] que têm obtido sucesso, podemos citar *Numeracy Recovery* (DOWKER; HANNINGTON; MAT-

[4] Embora existam muitos programas de intervenção em senso numérico no exterior, no Brasil ainda há pouca investigação nessa área. Luciana Corso, professora da linha de pesquisa Aprendizagem e Ensino, do PPGEDU/UFRGS, desenvolve uma pesquisa de intervenção em senso numérico com alunos do 2º ao 5º anos do Ensino Fundamental com dificuldades na aritmética. A mestranda Évelin Assis está realizando uma pesquisa de intervenção em princípios de contagem (aspecto subjacente ao senso numérico) com alunos do 1º ano do Ensino Fundamental.

THEW, 2000); *Number Race* (WILSON *et al.*, 2006); *The Road to Mathematics* (TOLL, 2013).

Considerando o que foi exposto até o momento, é possível pensar em algumas estratégias que favoreçam o desenvolvimento do senso numérico na sala de aula. A escola pode e deve atuar na reinvenção da matemática formal através da realização de algumas ações como: oferecer inúmeras oportunidades para que os alunos explorem seu raciocínio lógico-matemático; incentivar as crianças a compartilhar seus conhecimentos com os colegas através da proposição de situações de ensino que incentivem a experimentação e o confronto de diversas experiências; usar diversas ferramentas representacionais que sirvam para auxiliar a reflexão dos alunos; mediar o processo de aprendizagem e fazer com que as estratégias desenvolvidas possam levar os alunos a explicitar seus conhecimentos; propor tarefas que causem conflitos cognitivos e que gerem a necessidade do uso de estratégias para a resolução desses conflitos. Para desenvolver esses tipos de ações pedagógicas, o professor pode recorrer não apenas a seu conhecimento matemático, como também às evidências disponibilizadas por pesquisadores da área, conforme abordaremos a seguir.

Ensino baseado em evidências e não na intuição

Ainda tendo em mente a questão posta acima: "como podemos respeitar a construção da criança e ajudá-la a ir além dessa construção inicial?", destacamos a contribuição da obra de Nunes e colaboradores (2005): "Educação matemática: números e operações numéricas". Essa obra, organizada a partir da realidade brasileira, apresenta uma proposta de ensino da matemática inicial na perspectiva da educação baseada em evidências e não na intuição do professor.

Planejar o ensino com base em evidências requer a avaliação constante a respeito da compreensão que a criança tem sobre: número, sistema de numeração, raciocínio aditivo, raciocínio quantitativo, entre outros aspectos. O livro é uma rica fonte de consulta e apoio para o professor, apresenta inúmeras situações-problema que suscitam o uso de uma variedade de estratégias pela criança. O aluno é convidado a explicitar o seu raciocínio e mostrar as estratégias que utilizou, possibilitando, assim, o acompanhamento constante, pelo professor, do seu processo de aprendizagem. Esse acompanhamento oportuniza o planejamento das ações futuras e necessárias para sanar as dificuldades que se mostram evidentes, seja para um aluno individualmente ou para a turma como um todo. Desse modo, tal perspectiva contempla não só a aprendizagem do aluno, mas também o processo de aprendizagem do professor.

Outra fonte de consulta para professores são os cadernos de formação do PNAIC, em especial os Cadernos de Alfabetização Matemática (BRASIL, 2014), que destacam experiências pedagógicas realizadas por professoras, descrevendo os materiais necessários, as estratégias utilizadas e as reações das crianças frente às propostas. Especificamente em relação à matemática e, consequentemente, ao senso numérico, há bons exemplos de jogos e atividades que exploram os aspectos discutidos anteriormente, de modo a engajar as crianças no aprendizado.

Os dois exemplos citados demonstram que existem materiais de consulta de qualidade e relacionados à realidade brasileira, evidenciando que é possível planejar e basear o ensino em estratégias de qualidade e que favoreçam a aprendizagem significativa das crianças, concomitantemente à formação continuada dos professores.

Considerações finais

Neste artigo, procuramos apresentar e discutir alguns fatores envolvidos na aprendizagem matemática inicial das crianças. Tal aprendizagem pressupõe um conjunto de condições individuais, escolares e ambientais que necessitam atuar de forma integrada. Ao longo de nossa discussão, destacamos os aspectos externos ao sujeito, os quais, entre outros, contribuem para a complexidade dessa área de investigação.

Dentre tais aspectos, chamamos atenção para a estrutura hierárquica da matemática, a qual deve ser não apenas respeitada, mas, acima de tudo, compreendida. Descrevemos alguns exemplos de como esse processo funciona, como a necessidade de aprender a contar para, posteriormente, poder resolver cálculos aritméticos. Além disso, tal estrutura é importante porque permite identificar fontes primárias de conhecimento que devem ser exploradas em sala de aula para tentar evitar dificuldades no futuro.

Partindo desse ponto, apresentamos alguns desafios iniciais que são impostos às crianças: a aprendizagem da contagem e o domínio dos princípios e estratégias de contagem. Embora pareçam simples, esses fatores consistem na base da aprendizagem matemática: sem sua compreensão e domínio, os alunos poderão vivenciar problemas posteriormente. Nesse sentido, identificamos as complicações mais comuns referentes ao campo da contagem: persistência no uso de estratégias imaturas, produção de erros na contagem, falta de compreensão conceitual da contagem.

No que diz respeito ao ensino da matemática, procuramos chamar atenção para o fato de que esse problema é reconhecido por autores de diversos países, os quais destacam alguns argumentos que demonstram porque existem tantas dificuldades de ensino nessa área. Além disso, propusemos a discussão acerca da desconexão entre conhecimentos matemáticos formais e informais, o que também contribui para complicações no ensino. Expostos os obstáculos enfrentados, identificamos alguns caminhos que evidenciam como é possível contornar essa situação através do desenvolvimento de intervenções específicas sobre habilidades numéricas iniciais.

Seguindo os questionamentos apresentados, destacamos o senso numérico e os estudos de tal área como uma forma de responder como é possível respeitar as construções das crianças e auxiliá-las a ir além dessas construções iniciais. Discutindo a conceituação, avaliação e intervenções em senso numérico, destacamos estratégias e modos de compreender como esse conceito está envolvido na aprendizagem das crianças.

Por fim, expusemos algumas indicações e orientações para práticas de ensino, objetivando oportunizar a reflexão sobre como auxiliar as crianças na aquisição do conhecimento matemático. Acreditamos que o que foi exposto até então pode contribuir para o desenvolvimento de práticas pedagógicas qualificadas através da compreensão de conceitos matemáticos e de como podemos promover uma aprendizagem que favoreça as capacidades das crianças.

Referências

AGRANIONIH, N.; GOLBERT, C.; DORNELES, B. Algumas implicações educacionais para o ensino da matemática decorrentes do conceito de representação. **Perspectiva**, Erechim, v. 27, n. 98, p. 43-52, 2003.

ANDERSSON, U. Mathematical competencies in children with different types of learning disabilities. **Journal of Educational Psychology**, v. 100, n.1, p. 48-66, 2008.

BARBOSA, H. H. Sentido de número na infância: uma interconexão dinâmica entre conceitos e procedimentos. **Paidéia**, v.17, n. 37, p. 181-194, 2007.

BERCH, D. Making Sense of Number Sense: implications for children with mathematical disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, Chicago, v. 38, n. 4, p. 333-339, 2005.

BRASIL. Secretaria da Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa:** Cadernos de Formação de Alfabetização Matemática. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. Brasília: MEC, SEB, 2014.

CASAS, A. M.; CASTELLAR, R. G. Mathematics Education and Learning Disabilities in Spain. **Journal of Learning Disabilities**, Chicago, v. 37, n. 1, p. 62-73, 2004.

CORSO, L.V.; DORNELES, B.V. Senso numérico e dificuldades de aprendizagem na matemática. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, n. 83, p. 298-309, 2010.

DORNELES, Beatriz Vargas. Obstáculos cognitivos na aprendizagem matemática inicial: a contagem, as operações iniciais e os diferentes sentidos de número. In: MALUF, Maria Irene (Coord.). **Aprendizagem:** tramas do conhecimento, do saber e da subjetividade. São Paulo: Associação Brasileira de Psicopedagogia, 2006.

DOWKER, Ann. **What Works for Children with Mathematical Difficulties?** London: Department for Education and Skills, 2004. (Research Report, RR554).

DOWKER, Ann; HANNINGTON, Jill; MATTHEW, Sue. Numeracy Recovery: A Pilot Scheme: Early Intervention for Young Children with Numeracy Difficulties. In: **ESRC Teaching and Learning Research Programme**, First Annual Conference, 2000, University of Leicester.

DOWKER, Ann; SIGLEY, G. Target Interventions for Children with Arithmetical Difficulties. In: COWEN, Richard; SAXTON, Matthew; DOCKRELL, Julie. **Understanding Number Development and Difficulties**, p. 65-81, 2000.

DYSON, Nancy I.; JORDAN, Nancy C.; GLUTTING, Joseph. A Number Sense Intervention for Low-Income Kindergartners at Risk for Mathematics Difficulties. **Journal of Learning Disabilities**, v. 46, n. 2, p. 166-181, 2011.

EMPSON, S. Equal Sharing and Shared Meaning: the development of fraction concepts in a first-grade classroom. **Cognition and Instruction**, Mahwah, v. 17, n. 3, p. 283-342, 1999.

FUCHS, Lynn S.; FUCHS, Douglas; POWELL, Sarah R.; SEETHALER, Pamela M.; CIRINO, Paul T.; FLETCHER, Jack M. Intensive Intervention for Students with Mathematics Disabilities: Seven Principles of Effective Practice. **Learning Disabilities Quarterly**, v. 38, n. 2, p. 79-92, 2008.

FUCHS, Lynn S.; POWELL, Sarah R.; SEETHALER, Pamela M.; CIRINO, Paul T.; FLETCHER, Jack M.; FUCHS, Douglas; HAMLETT, Carol L. The Effects of Strategic Counting Instruction, with and without Deliberate Practice, on Number Combination Skill among Students with Mathematics Difficulties. **Learning Individual Differences**, v. 20, n. 2, p. 89-100, 2010.

GEARY, David C. Mathematics and Learning Disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, Chicago, v. 37, n. 1, p. 4-15, 2004.

GEARY, D. C.; WIDAMAN, K.F. Numerical Cognition: on the convergence of componential and psychometric models. **Intelligence**, v. 16, p. 47-80, 1992.

GEARY, D.C.; HORD, M.K.; HAMSON, C.O. Numerical and Arithmetical Cognition: patterns of functions and deficits in children at risk for mathematical disability. **Journal of Experimental Child Psychology**, San Diego, v. 74, p. 213-239, 1999.

GEARY, D.C.; HAMSON, C.O.; HOARD, M.K. Numerical and Arithmetical Cognition: a longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disabilities. **Journal of Experimental Child Psychology**, San Diego, v. 77, p. 236-263, 2000.

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

GERSTEN, R.; CHARD, D. Number Sense: rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. **Journal of Special Education**, New York, v. 33, n. 1, p. 18-28, 1999.

GERSTEN, Russel; JORDAN, Nancy C.; FLOJO, Jonathan R. Early Identification and Interventions for Students With Mathematics Difficulties. **Journal of Learning Disabilities**, v. 38, n. 4, p. 293-304, 2005.

GINSBURG, H. Mathematics Learning Disabilities: A View from Developmental Psychology. **Journal of Learning Disabilities**, Chicago, v. 30, n. 1, p. 20-33, 1997.

JORDAN, N.; HANICH, L. Mathematical Thinking in Second-Grade Children with Different Forms of LD. **Journal of Learning Disabilities**, Chicago, v. 33, n. 6, p. 567-578, 2000.

JORDAN, Nancy C.; GLUTTING, Joseph; RAMINENI, Cahitanya. The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. **Learning and Individual Differences**, v. 20, p. 82-88, 2010.

JUSTO, J. **Mais... ou menos?...:** a construção da operação de subtração no campo conceitual das estruturas aditivas. 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2004.

LOCUNIAK, M. N.; JORDAN, N. C. Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. **Journal of Learning Disabilities**, v. 41, p. 451-459, 2008.

MARTIN, Rebecca B.; CIRINO, Paul T.; SHARP, Carla; BARNES, Marcia. Number and counting skills in kindergarten as predictors of grade 1 mathematical skills. **Learning and Individual Differences**, v. 34, p. 12-23, 2014.

MAZZOCCO, M. M.; THOMPSON, R. E. Kindergarten predictors of math learning disability. **Learning Disabilities Research & Practice**, v. 20, p. 142–155, 2005.

MILLER, S.P.; MERCER, C.D. Educational Aspects of Mathematics Disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, Chicago, v. 30, n. 1, p. 47-56, jan./fev. 1997.

NUNES, Terezinha. A matemática na pré-escola. **Revista Pátio**, v. 29, out. 2011.

NUNES, Terezinha; BRYANT, Peter. **Crianças fazendo matemática.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

NUNES, T.; CAMPOS, T.; MAGINA, S. *et al*. **Educação Matemática**: números e operações numéricas. São Paulo: Cortez, 2005.

OKAMOTO, Y.; CASE, R. Exploring the Microstructure of Children's Central Conceptual Structures in the Domain of Number. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, Chicago, v. 61, p. 27-59, 1996.

ORRANTIA, J. Dificultades en el Aprendizaje de las Matemáticas: una perspectiva evolutiva. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 23, n. 71, p. 666-673, 2006.

ORRANTIA, J.; MARTINEZ, J.; MORÁN, M. *et al.* Dificultades en el Aprendizaje de la Aritmética: um analisis desde los modelos cronométricos. **Cognitiva**, Madrid, v. 14, n. 2, p. 183-201, 2002.

PIAGET, J. **Epistemologia genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

PIAGET, J.; GRÉCO, P. **Aprendizagem e conhecimento**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974.

SCOZ, B. **Psicopedagogia e realidade escolar**. Petrópolis: Vozes, 1994. 176 p.

SPINILLO, Alina Galvão. Usos e funções do número em situações do cotidiano. In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa:** Quantificações, registros e agrupamentos. (Caderno 2). Brasília: MEC/ SEB, 2014. p. 20-29.

TOLL, S. W. M. **A Journey Towards Mathematics:** effects of remedial education on early numeracy. Utrecht: Utrecht University Repository, 2013, 264 p. Dissertação.

VASCONCELLOS, C.C. Ensino-Aprendizagem da Matemática: velhos problemas, novos desafios. **Millenium On-Line**, n. 20, out. 2000. Disponível em: <www.ipv.pt/millenium/20_ect6.htm>. Acesso em: ago. 2008.

WILSON, A. J.; DEHAENE, S. **Number Sense and Developmental Diyscalculia**. Orsay: Service Hospitalier Frédéric Joliot, 2006.