CAPÍTULO 7
OS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Liana Nise Martins Albuquerque
Jair Lino Soares Júnior
Maria Euzimar Nunes Rodrigues

Introdução

Por que a matemática é tão fácil para algumas pessoas e tão difícil para outras? Que fatores estão associados ao processo de construção do pensamento matemático? Até que ponto o contexto cultural em que o indivíduo está inserido influencia esse processo? Qual o papel que a escola exerce na aquisição e na compreensão dos conceitos matemáticos? A partir destes questionamentos, este capítulo enfoca a construção do raciocínio matemático, abordando o processo de desenvolvimento do conceito de número, suas dificuldades e suas ambiguidades.

Fundamentado particularmente na teoria piagetiana, numa perspectiva cognitiva, estabelece uma relação entre o desenvolvimento cognitivo e a compreensão de conceitos matemáticos, como a noção de conservação, de reversibilidade, de seriação e de inclusão de classe, fundamentais para a aquisição do conceito de número e das habilidades matemáticas básicas. Grande relevância é atribuída ao contexto cultural dos usos da matemática, assim como os conhecimentos prévios e conceitos informais adquiridos na vida cotidiana.

Discute também a maneira tradicional utilizada pela escola para o ensino da matemática e as complicações inerentes a essa metodologia. Numa abordagem multidisciplinar, apresenta a relação entre o cérebro, o processamento numérico e o cálculo, ressaltando as bases neuropsicológicas das dificuldades em matemática. Define ainda a discalculia do desenvolvimento, discutindo suas dificuldades características, analisando de forma sucinta os fatores causais, os sinais de identificação e a avaliação. Analisa as implicações educacionais do transtorno, apresentando algumas intervenções apropriadas ao aprendente com discalculia.

Na avaliação do PISA (Programme for International Student Assessment) de 2012, o Brasil ocupou a 58ª posição em Matemática, entre os 65 países comparados (PRATES, 2014). Na prova de matemática, aplicada a estudantes de quinze anos sobre problemas matemáticos da vida real, observa-se que dois em cada três estudantes brasileiros não são capazes de interpretar situações que requerem apenas deduções diretas da informação oferecida na questão, além de apresentarem grande dificuldade na compreensão de percentuais, frações ou gráficos.

No mundo de hoje, cada vez mais competitivo, saber ler, escrever e fazer operações matemáticas constitui uma condição sem a qual é praticamente impossível conseguir um lugar no mercado de trabalho. Entretanto, a matemática costuma ser considerado, em geral, um conteúdo difícil e a sua compreensão, um privilégio de poucos. Para Bastos (2006, p. 195), "em países com grandes desníveis sociais como o Brasil, esse aprendizado é muito comprometido, sendo uma causa importante de retenção escolar".

Enquanto atividade humana, a matemática é uma forma particular de organizarmos os objetos e eventos do mundo, que podem ser contados, medidos, somados, multiplicados e divididos ou relacionados a outros objetos e eventos. Dentre os estudiosos da Psicologia, Jean Piaget foi quem mais contribuiu para o reconhecimento de que a lógica e a matemática podem ser tratadas como formas de organização da atividade intelectual humana. (CARRAHER et al, 2010). Para ele, o conhecimento lógico-matemático consiste na coordenação de relações, de maneira que "a criança progride na construção do conhecimento lógico-matemático pela coordenação das relações simples que anteriormente criou entre os objetos" (KAMII, 1998, p.15).

Entretanto, ainda de acordo com Kamii (1998), a visão de Piaget sobre a natureza lógico-matemática do número contrasta completamente com a visão dos professores de matemática. Assim, é inevitável indagar-se até que ponto as dificuldades apresentadas pelos alunos na aprendizagem da matemática se deve à dificuldade inerente à própria matemática ou à maneira como ela é ensinada?!

O desenvolvimento cognitivo e a compreensão da matemática

A teoria de Jean Piaget parte de uma concepção interacionista, que se fundamenta na ideia de interação entre o indivíduo e o meio em que ele está inserido e atribui grande relevância ao fator humano presente nesse ambiente. Assim, é por meio das interações que o bebê estabelece com outras pessoas, que ele constrói sua maneira de pensar, de sentir, de agir e seu conhecimento. Uma das grandes contribuições de Piaget para a compreensão do pensamento da criança foi conceber que a criança possui uma lógica de funcionamento mental que difere qualitativamente da lógica de funcionamento mental do adulto e que o desenvolvimento cognitivo ocorre em fases que se sucedem, servindo de base às seguintes.

Na fase que corresponde ao período de dois aos seis anos de idade, denominada por Piaget de Pré-Operatória, a criança não tem noção de conservação e o seu pensamento não é reversível, o que significa que ela ainda não é capaz de retornar, mentalmente, ao ponto de partida; o seu pensamento se baseia basicamente na percepção. Assim, se você apresentar duas fileiras de dez tampinhas a uma criança, e depois alongar uma delas, espaçando mais as tampinhas, ela vai achar que a fileira espaçada, mais longa, tem mais tampinhas, mesmo que ela constate pela contagem que ambas continuam com dez tampinhas!

Na fase seguinte, Operatória Concreta, o pensamento lógico predomina e se torna reversível, adquirindo características fundamentais para a construção do conceito de número.

O número, de acordo com Piaget, é uma síntese de dois tipos de relações que a criança elabora entre os objetos: ordem e inclusão hierárquica (KAMII, 1998). O princípio de inclusão se refere à capacidade de a criança compreender que uma classe total precisa ser tão grande ou maior que uma de suas subclasses. Entender, por exemplo, que a classe "Animais" inclui gatos, cães, vacas etc. A ordenação (ou seriação) envolve a capacidade de a criança coordenar, ao mesmo tempo, a relação "maior do que" e a "menor do que" (PIAGET, *apud* WADSWORTH, 1984, p. 71). Isso envolve, por exemplo, a compreensão de que o número 3 se encontra entre o 2 e o 4 por ser, ao mesmo tempo, maior que 2 e menor que 4.

A teoria piagetiana também é contrária à concepção de que os conceitos numéricos podem ser ensinados pela transmissão social. Segundo Kamii (1998), as pessoas que acreditam que os conceitos numéricos devem ser ensinados por meio da transmissão social falham por não fazerem a distinção fundamental entre o conhecimento social e o conhecimento lógico-matemático:

> No conhecimento lógico-matemático, a base fundamental do conhecimento é a própria criança, e absolutamente nada é arbitrário nesse domínio. Por exemplo, 2+3 dá o mesmo resultado em todas as culturas. [...] As palavras *um, dois, três, quatro* são exemplos de conhecimento social. Cada idioma tem um conjunto de palavras diferente que serve para o ato de contar. Contudo, a ideia subjacente de número pertence ao conhecimento lógico-matemático, o qual é universal (KAMII, 1998, p. 25).

Nesse sentido, podemos ensinar as crianças a darem a resposta correta para 2+3, mas não é possível ensinar-lhes as relações subjacentes a esta adição. As crianças precisam construí-las por meio de suas experiências, de suas ações sobre os objetos.

Inúmeras pesquisas apontam para o fato de que o meio ambiente pode favorecer ou retardar o desenvolvimento lógico-matemático; crianças de culturas mais industrializadas geralmente desenvolvem-se mais rapidamente, assim como, dentro de um mesmo país, as crianças oriundas de lares mais abastados e das zonas urbanas desenvolvem-se mais rapidamente que as de baixa renda ou das zonas rurais.

O trabalho de Carraheret al (2010), todavia, refuta essa ideia ao observar o sucesso de crianças das camadas populares ao lidar com problemas aritméticos no desempenho de funções ligadas ao setor informal da economia. Em estudos realizados em Recife, os autores constataram que,

> Embora os problemas aritméticos em seu estudo envolvessem os mesmos números e as mesmas operações, o índice de sucesso das crianças na rua, ao resolverem problemas enquanto trabalhavam, era igual a 98%, enquanto que nos exercícios de computação do tipo escolar, este índice caía para 37% (p. 46).

O que explica essa discrepância entre a matemática enquanto habilidade de sobrevivência e a matemática utilizada na escola?

O ensino escolar tradicional, além de impor a estrutura formal da matemática às crianças em vez de permitir que elas próprias construam o significado da matemática a partir de suas ações sobre o meio e sobre os objetos, também se dá, desde o início, de forma abstrata. Uma atividade corriqueira oferecida às crianças pequenas é a de ligar figuras de grupos de objetos a números. Ainda que para muitos professores esse tipo de atividade possa parecer uma experiência concreta, na realidade, constituem experiências essencialmente abstratas. "Ligar figuras a números é ligar símbolos a signos, sendo que ambas são formas abstratas de representação" (WADSWORTH, 1984, p.196).

Segundo Rivière (1995, p. 147), "a matemática exige, desde cedo, – muitas vezes, cedo demais – um esforço considerável de abstração e formalização por parte da criança". Essa exigência de abstração na matemática pode acabar sendo excessiva para muitos alunos, particularmente quando são utilizadas metodologias de ensino inadequadas, caracterizadas por "métodos excessivamente verbalistas, saltos bruscos de um conceito a outro, ausência de referenciais materiais intuitivos, organização de conteúdos curriculares em função unicamente da estrutura lógica da matemática e não das possibilidades evolutivas dos alunos etc..." (p. 149).

As dificuldades na aprendizagem da leitura e na aprendizagem da matemática são semelhantes no sentido de que ambas requerem a compreensão de signos arbitrários. A aprendizagem da matemática, entretanto, apresenta algumas dificuldades especiais; "a compreensão dos signos (números) pelas crianças como significadores arbitrários e a compreensão do que significam precisam ser mais completas na "leitura" da matemática do que na leitura de sua própria língua falada" (WADSWORTH, 1984, p. 200), haja vista que números são signos abstratos e não têm nenhuma significação.

Com base na teoria piagetiana, Dienes (*apud* WADSWORTH, 1984, p. 207-208) afirma existirem três estágios gerais na formação de qualquer conceito matemático:

> Ao primeiro estágio corresponde uma atividade não dirigida, que parece sem objetivo, o tipo de comportamento geralmente descrito como brinquedo. A fim de torná-lo possível, é necessário liberdade para experimentar. [...] O segundo estágio é mais dirigido e intencional, mas caracteriza-se pela falta de uma clara compreensão do que está sendo procurado. Neste estágio, é aconselhável certo grau de atividade estruturada. [...] O terceiro estágio precisa oferecer prática adequada para a *fixação e aplicação* dos conceitos que estão sendo formados.

As implicações educacionais são óbvias. O ensino tradicional que começa com números se revela uma abordagem equivocada, pois concebe os alunos como meros receptores de informação, levando-os à passividade. Os conceitos matemáticos só podem ser construídos por meio das ações da criança sobre os objetos, de maneira que a aprendizagem ativa deve constituir a base essencial do ensino da matemática nas etapas iniciais, até que o aprendente atinja o estágio Operatório Formal, que se inicia por volta dos 13 anos de idade, momento em que o pensamento se liberta das limitações da realidade concreta.

Assim, para facilitar a aprendizagem da matemática, o educador pode aproximar-se de um modelo didático que transforme a aprendizagem numa tarefa significativa e motivadora. Isso implica, primeiramente, uma atitude de respeito para com o aprendente, inclusive para com os erros cometidos, haja vista a importância de o educador utilizar o "erro" da criança como elemento de análise, com o objetivo de planejar novos estímulos com base nos aspectos analisados. Nesse contexto, especial relevância é atribuída ao processo de mediação, por meio do qual o educador constrói o conhecimento junto com o aprendente, em um diálogo constante entre suas ideias e as da criança, respeitando seu ritmo de aprendizagem e suas possibilidades e exigências cognitivas.

O cérebro matemático e a discalculia

Os cálculos sempre fizeram parte do cotidiano do homem e a aritmética é uma habilidade básica do cérebro humano. Do ponto de vista evolutivo, o sentido numérico e de quantidade é muito antigo, remontando provavelmente a dezenas ou centenas de milhões de anos. A capacidade de compreender e manipular quantidades são uma faculdade tão inata quanto a visão ou a audição, afirma Butterworth (*apud* CALLAWAY, 2015). Bebês de até seis meses estão aptos a perceber a diferença entre um e dois.

> Nos humanos, a representação interna para quantidades matemáticas se desenvolve no primeiro ano de vida, servindo de base, mais tarde, para a aquisição de habilidades para o aprendizado dos símbolos numéricos e a realização de cálculos (BASTOS, 2006, p.197).

Segundo Stanilas Dehaene (*apud* FARREL, 2008), diferentes sistemas neurais contribuem para a aprendizagem matemática, inclusive um sistema verbal, que parece armazenar fatores numéricos. Dehaene (*apud* SCHUMACHER, 2006) descobriu que as regiões cerebrais que, nos adultos, são responsáveis pelas contas matemáticas, tornam-se especialmente ativas nas crianças quando elas usam os dedos para contar; "no cérebro infantil, contar nos dedos exige a participação de regiões que realizam operações matemáticas complexas nos adultos" (p. 64).

Ao longo da evolução, o cérebro desenvolveu redes neurais específicas encarregadas de decifrar informações matemáticas: o sulco intraparietal trata das estimativas e é ativado por tarefas que envolvem comparações numéricas; o sulco temporal superior trata dos valores numéricos em sua forma abstrata. Regiões visoespaciais podem estar envolvidas em cálculos complexos, em que imagens mentais (visuais) são importantes. Já a área frontal média percebe quando os números parecem estar errados.

Quando confrontados com um erro numérico, o cérebro das crianças registra a modificação em uma área que estima a quantidade do que é visto. O cérebro dos adultos, por outro lado, envolve tanto essa região como outra, relacionada aos números abstratos, o que sugere que a "habilidade de "estimar" se desenvolve antes da capacidade de pensar em números abstratos, ainda que, à medida que se desenvolvem os talentos matemáticos, nosso cérebro lide com os números de forma diferente" (PINTO, 2009, p. 185).

Segundo Butterworth (*apud* CALLAWAY, 2015, p. 36), na discalculia, a genética e os acasos do desenvolvimento são responsáveis pela formação deficiente dessas redes. A síndrome alcoólica fetal tem sido associada a bebês que nascem com os lobos parietais subdesenvolvidos, uma região do cérebro localizada sobre os ouvidos. "Os lobos parietais são considerados importantes para a numeralização e seu subdesenvolvimento se manifesta em dificuldades posteriores de cognição matemática e processamento numérico" (FARREL, 2008, p. 74).

A quantidade de pessoas que têm dificuldades para resolver problemas matemáticos simples, do dia a dia, é consideravelmente grande. Estima-se que até 7% da população sofra com a discalculia em algum grau. As pessoas com essa condição podem apresentar sérias dificuldades para lidar com números, mesmo tendo inteligência normal ou até mesmo superior para as demais atividades cognitivas. Segundo a Academia Americana de Psiquiatria,

> Discalculia do desenvolvimento é uma dificuldade em aprender matemática, com falhas para adquirir proficiência adequada neste domínio cognitivo, a despeito de inteligência normal, oportunidade escolar, estabilidade emocional e motivação necessária (BASTOS, 2006, p. 202).

Entre as dificuldades que caracterizam a discalculia, incluem-se a dificuldade em realizar cálculos simples, como adição; dificuldade em saber como resolver problemas matemáticos; substituir um número por outro; inverter números (6 por 9); reverter números (2 por 5); alinhar mal os símbolos; nomear, ler e escrever incorretamente símbolos matemáticos. Um dos sinais claros de discalculia é a dificuldade de compreender o valor relativo dos dígitos em nosso sistema numérico.

Pessoas com discalculia são frequentemente propensas à dislexia, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) e, em alguns casos, até mesmo manifestações do espectro autista, o que pode tornar difícil chegar-se a um diagnóstico preciso. Pesquisadores e educadores ressaltam, entretanto, que com orientação e atividades adequadas, acompanhamento psicopedagógico, supervisão atenta de professores e demais profissionais da escola e colaboração dos pais, as crianças discalcúlicas podem ter um ótimo desenvolvimento.

Para Butterworth (*apud* CALLAWAY, 2015), as formas de discalculia associadas ao desenvolvimento são resultado de dificuldades básicas na compreensão dos números e não de outras faculdades cognitivas.

Há certas habilidades básicas que constituem preerequisito na matemática. Se elas não estiverem adequadamente desenvolvidas, a criança terá dificuldade para desenvolver habilidades e compreensão subsequentes. No estágio fundamental, os objetivos iniciais de aprendizagem requerem (DfEE/QCA *apud* FARRELL, 2008, p.75-76):

- Contar e usar os números até 10 em contextos familiares;
- Reconhecer números de 1 a 9;
- Falar a respeito e criar padrões simples;
- Começar a compreender a adição como a combinação de dois grupos de objetos e a subtração como retirada;
- Descrever o formato e o tamanho de formas sólidas e planas;
- Empregar palavras no cotidiano para descrever posição;
- Usar ideias matemáticas iniciais para resolver problemas práticos.

Implicações para o trabalho na escola

Considerando que significados matemáticos não são transmitidos, mas uma construção realizada por cada aprendente torna-se óbvia a necessidade de oferecer oportunidades de construir esse conhecimento de forma significativa. Aspectos gerais do bom ensino, assim como intervenções mais específicas, ajudam os alunos com discalculia. A metodologia de ensino baseada na realização de atividades e jogos em duplas e grupos favorece o desenvolvimento de habilidades matemáticas e cognitivas, em um contexto lúdico e acolhedor, sem o stress geralmente associado às atividades mais tipicamente escolares. Estudos em pequena escala (CALLAWAY, 2015) mostram que jogos são capazes de melhorar o desempenho das crianças em aritmética, inclusive jogos eletrônicos elaborados com essa finalidade.

Um fator essencial é tornar o trabalho com a matemática relevante e significativo, vinculando o conteúdo aos interesses e passatempos do aluno. De acordo com Schumacher (2006), o cérebro humano não possui nenhum módulo de aprendizado automático para técnicas culturais como a leitura, a escrita ou o cálculo, de maneira que sua aquisição depende mais essencialmente de conhecimentos já possuídos pelas crianças. Portanto, quanto mais organizada for a base de conhecimentos prévios, mais facilmente se dará o aprendizado. Nesse sentido, o trabalho realizado na Educação Infantil referente às noções matemáticas básicas, por meio de brincadeiras, jogos, cantigas, histórias e outras situações do dia a dia pode favorecer a vivência e a familiaridade com ideias lógico-matemáticas.

O uso de materiais concretos como o Material Dourado e o Cuisinaire auxilia na compreensão de muitos aspectos da matemática, haja vista que os aparelhos concretos "criam uma ponte entre a experiência concreta e o raciocínio abstrato, ao conduzir os aprendizes por experiências em níveis intermediários do semi concreto [...] ao semi -abstrato" (WESTWOOD, *apud* FARREL, 2008, p.80). É importante ter-se em mente também que o aluno com discalculia necessita de prática com o uso de itens concretos por mais tempo do que a maioria dos alunos; assim, o uso de lembretes concretos (palitos de fósforo, por exemplo) ao trabalhar com métodos mais abstratos favorece o aprendizado, garantindo mais autonomia e segurança ao aprendente.

As abordagens multissensoriais, em que são utilizados de maneira especial os estilos visuais, auditivos e cinestésicos, também podem facilitar a aprendizagem, particularmente quando o aluno apresenta um modo sensorial preferido de aprendizagem. Nesse caso, é necessário assegurar que esse seja um dos modos sensoriais estimulados pelo educador.

Para garantir um melhor aprendizado, o pedagogo precisa saber exatamente que conhecimentos prévios os alunos devem ter para que seus objetivos didáticos sejam atingidos e que conhecimentos ainda precisam ser construídos. Isso significa conhecer bem seus alunos, seus interesses e sua história de vida, estabelecendo laços que ultrapassam a relação professor/aluno tradicional.

Além do mais, como ressalta Wells (*apud* ALBUQUERQUE, 2008, p.174), o que os alunos aprendem daquilo que lhes é apresentado depende.

> Não apenas do que eles trazem para o encontro do aprendizado, na forma de seu repertório linguístico e do conhecimento associado ao mundo, mas também do conteúdo e da forma do que lhes é apresentado e – ainda mais importante – das oportunidades que recebem para entrar em negociação com o professor em relação ao significado e importância daquilo que supostamente eles devem aprender.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Liana Nise M. Construindo a Leitura: um estudo de caso de Dislexia. In: ONOFRE, Eduardo; SOUZA, M. Lindaci (orgs.). **Tecendo os Fios da Inclusão**: Caminhos do Saber e do Saber Fazer. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2008.

BASTOS, J. Alexandre. Discalculia: transtorno específico da habilidade em matemática. In: ROTTA, Newra; OHLWEILER, Lygia; RIESGO, Rudimar (orgs). **Transtornos da Aprendizagem. Abordagem Neurobiológica e Multidisciplinar**. P. Alegre: Artmed, 2006.

CALLAWAY, Números Traiçoeiros. **Mente&Cérebro, Ano XXI, nº 265,** São Paulo: Editora Segmento, fev. 2015.

CARRAHER, Terezinha, CARRAHER, David, SCHLIEMANN, Analúcia. **Na Vida Dez, Na Escola Zero**. (15ª ed.), São Paulo: Cortez, 2010.

FARRELL, Michael. **Dislexia e outras Dificuldades de Aprendizagem Específicas**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

KAMII, Constance. **A Criança e o Número. Implicações Educacionais da Teoria de Piaget para Atuação junto a escolares de 4 a 6 anos**. (25ª ed.). Campinas, SP: Papirus, 1998.

PINTO, Graziela. **O Livro do Cérebro, 3**: memória, pensamento e consciência. São Paulo: Editora Duetto, 2009.

PRATES, Marco. **Brasil é 38º – de 44 países – em teste de raciocínio do Pisa Revista Exame.** <www.exame.abril.com>, 1º de abril de 2014. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/brasil/noticias/brasilficaem38>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2016.

RIVIÈRE, Angel. Problemas e Dificuldades na Aprendizagem da Matemática: uma Perspectiva Cognitiva. In: COLL, César; PALACIOS, Jesús; MARCHESI, Álvaro (orgs). **Desenvolvimento Psicológico e Educação. Necessidades Educativas Especiais e Aprendizagem Escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995, v. 3.

SCHUMACHER, Ralph. Tudo Neuro por aí? **VIVER MENTE&CÉREBRO, ANO XIV, nº157**, São Paulo: Editora Duetto, fevereiro 2006.

WADSWORTH, Barry. **Piaget para o Professor da pré-escola e 1º Grau**. São Paulo: Pioneira, 1984.