



Desenvolvimento de Fatos Numéricos em Estudantes com Transtornos de Aprendizagem*

Development of Numerical Facts by Students with Learning Disorders

Adriana Corrêa Costa**

Luis Augusto Rohde***

Beatriz Vargas Dorneles****

Resumo

O presente estudo revisa o tema da representação dos fatos numéricos aditivos na memória de longo prazo em estudantes com transtornos de aprendizagem. A discussão de tais conceitos visa oferecer aos profissionais da área a possibilidade de revisão de práticas pedagógicas ligadas ao ensino. Trata-se de um exame abrangente da literatura que indica que as crianças com transtornos de aprendizagem na matemática distinguem-se de seus pares em duas habilidades acadêmicas: utilizam procedimentos de contagem já abandonados por seus iguais da mesma idade, e apresentam desenvolvimento tardio ou atípico na recuperação e/ou armazenamento dos fatos numéricos na memória. Como

* Esse artigo é uma adaptação de parte da tese de doutorado do primeiro autor.

** Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRG). Membro do Programa de Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (PRODAH), Porto Alegre, RS, Brasil. Endereço para correspondência: Faculdade de Educação - Prédio 12201. Programa de Pós-graduação em Educação, 7º andar, Sala 700-08, Av. Paulo Gama, s/n, CEP: 90046-900, Porto Alegre, RS, Brasil. *E-mail*: adri_costa@terra.com.br.

*** Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRG). Coordenador do Programa de Transtornos de Déficit de Atenção/Hiperatividade (PRODAH) do Serviço de Psiquiatria da Infância e Adolescência do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre, RS, Brasil. Programa de Déficit de Atenção/Hiperatividade. Endereço para correspondência: Hospital de Clínicas de Porto Alegre, sala 2201-A. Rua: Ramiro Barcelos, 2350, CEP: 90035-009, Porto Alegre, RS, Brasil. *E-mail*: lrohde@terra.com.br.

**** Doutora pela Faculdade de Educação Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FE/UFRS). Membro do Programa de Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (PRODAH), Porto Alegre, RS, Brasil. Endereço para correspondência: Faculdade de Educação - Prédio 12201. Programa de Pós-graduação em Educação 7º andar, Sala 700-08, Av. Paulo Gama, s/n, CEP: 90046-900, Porto Alegre, RS, Brasil. *E-mail*: bvdornel@terra.com.br.

conclusão, sugere-se a estimulação dessas habilidades, a fim de evitar o aumento de dificuldades.

Palavras-chave: Transtorno de Aprendizagem. Fatos Numéricos. Educação Matemática.

Abstract

This paper reviews the theme of representation of numerical additive facts in the long-term memory of students with learning disorders. These concepts have been addressed in the literature recently, and the discussion aims to offer education professionals the opportunity to review practices related to teaching the basic facts. This is a comprehensive review of the literature on the subject. This review indicates that children with learning problems in mathematics are distinguished from their peers who have no difficulties in two well-defined academic skills: counting procedures tend to be evolutionarily more immature than those of their peers, and immature or atypical development of access or storage of numerical facts in memory seems to underlie this immature use. We conclude by suggesting stimulation of such skills to avoid increasing such difficulties.

Keywords: Learning Disorder. Numerical Facts. Math Education.

1 Introdução

O desenvolvimento da recuperação automática e precisa dos fatos aritméticos básicos na memória de longo prazo é resultado de um complexo processo de aprendizagem, que envolve tanto o conhecimento conceitual de número e das relações que se estabelece entre eles quanto da prática contínua (BAROODY; BAJWA; EILAND, 2009; HOPKINS; EGEBERG, 2009). Esse desenvolvimento ocorre em um contínuo, predominando, em torno da 3ª série (CIRINO et al., 2007), em boa parte das crianças, a recuperação automática, da memória, do resultado de diferentes combinações numéricas. Tal recuperação, ou domínio de um fato básico (VAN DE WALLE, 2009) refere-se à habilidade de alcançar a resposta correta de forma rápida¹ e precisa, sem a necessidade de recorrer a expedientes auxiliares, como a contagem. Pesquisas recentes (BAROODY; BAJWA; EILAND, 2009; FUCHS et al., 2010; GEARY et al., 2009; HOPKINS; EGEBERG, 2009; HOPKINS; LAWSON, 2006a, 2006b) têm demonstrado que estudantes com transtornos de aprendizagem (TA) em

¹ A literatura (ANDERSSON, 2008; RUSSELL; GINSBURG, 1984) tem indicado que 3 segundos é uma boa medida.

matemática não avançam espontaneamente para o uso de processos de memória na recuperação de fatos básicos, o que leva à necessidade de promover situações de ensino direto e explícito, para que eles consigam atingir essa meta.

O presente artigo revisa a literatura recente sobre os processos cognitivos envolvidos na representação dos fatos básicos aditivos na memória de longo prazo, tanto em estudantes com desenvolvimento típico, como em estudantes com transtornos de aprendizagem. Trata-se de uma revisão não sistemática e abrangente da literatura. Acredita-se que essas informações auxiliarão o professor em sua atuação pedagógica e permitirão aos profissionais da área a possibilidade de conferir suas práticas para (re)formular eventuais estratégias de ensino aí implicadas.

2 Desenvolvimento típico dos procedimentos de contagem

Um conjunto de pesquisas (GEARY, 2006; GEARY; HOARD, 2005; HOPKINS; LAWSON, 2006a) têm fornecido dados de forma razoavelmente precisa acerca dos procedimentos e das estratégias, utilizadas por crianças para realizar cálculos simples, e de seu progresso até chegar ao desenvolvimento da confiança na recuperação dos fatos básicos (HOPKINS; LAWSON, 2006a). Os procedimentos de contagem, que envolvem a apuração das unidades, citados na literatura (GEARY, 2006; GEARY; HOARD, 2005; ORRANTIA, 2000), são os seguintes:

- a. *Contar todos*: a criança necessita representar todas as parcelas, assim, para $3 + 5$, usa os dedos de uma mão - *um, dois, três* - e, na outra - *um, dois, três, quatro, cinco* -, para então contar - *um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito*.
- b. *Contar a partir do primeiro*: nessa etapa, a criança percebe que não há necessidade de contar a primeira parcela. Em $2 + 4$, ela pode começar pelo primeiro número (2) e acrescentar a parcela seguinte; ou *contar a partir do maior*: em um momento mais avançado, a criança percebe que, se iniciar a contagem pela parcela maior, a conta torna-se mais rápida e menos propensa a erros. Então, em $2 + 4$, seleciona a parcela maior (4) e adiciona a parcela menor (2).

Esses procedimentos podem vir acompanhados de três diferentes estratégias (ANDERSSON, 2008):

- a. Uso de dedos ou material concreto.
- b. Contagem verbal.
- c. Contagem silenciosa.

Apesar de esses procedimentos evoluírem no decorrer do desenvolvimento infantil, as crianças, na prática, usam simultaneamente diversos deles, o que acaba resultando no desenvolvimento da representação desses fatos numéricos na memória de longo prazo. Uma vez formada, a representação permite o uso de processos de resolução baseados na memória. A Figura 1 ilustra tal desenvolvimento.

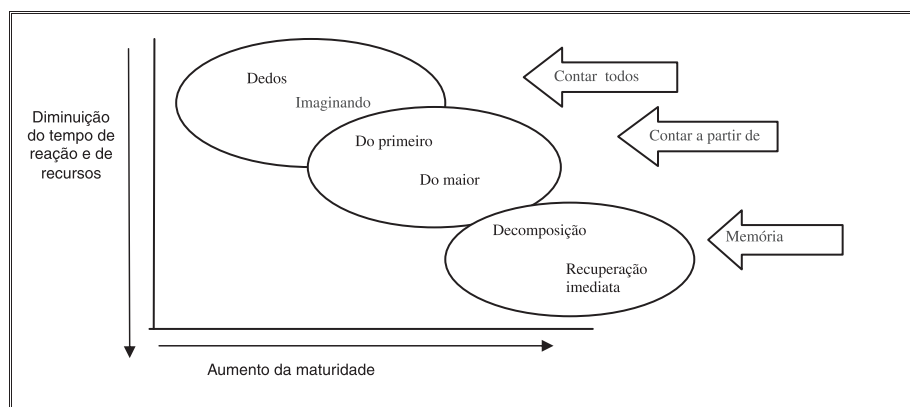


Figura 1- Desenvolvimento dos procedimentos de contagem até os processos de memória (GEARY; HOARD, 2005)

Os processos apoiados na memória mais citados na literatura (GEARY et al., 2004; GEARY; HOARD, 2005; HOPKINS; LAWSON, 2006a; ORRANTIA et al., 2002), são os seguintes:

- a. *Recuperação direta*: a criança busca a resposta automaticamente na memória de longo prazo.
- b. *Decomposição*: a criança desmembra uma das parcelas em um numeral de acesso automático, mais fácil, e depois acrescenta as unidades que faltam. Por exemplo, em $8 + 6$, decompõe o 8 em seis mais dois, agrupa o $6 + 6 = 12$ e acrescenta os 2.

Esses dois últimos processos são mais rápidos do que os procedimentos iniciais e reduzem, consideravelmente, a demanda da memória de trabalho, que, normalmente, acompanha os anteriores (GEARY et al., 2004). Assim, ao utilizar a recuperação na memória, a criança torna-se mais rápida e eficiente, embora ainda ocorram os outros procedimentos de contagem. De acordo com Geary (2003), o emprego de determinado procedimento também vai depender do objetivo que envolve o cálculo: se a criança quer ser rápida, a recuperação da

memória é mais usada; se a criança quer ser precisa, ela pode sentir-se mais confiante quando aplica procedimentos de contagem. Agranionih e Dorneles (2006), investigando os procedimentos de contagem usados na resolução de problemas aditivos por dezessete crianças brasileiras, confirmaram que tais procedimentos variam em função do problema apresentado e não do objetivo a ser alcançado. Resultados semelhantes foram encontrados por Hopkins e Lawson (2006a).

O progresso dos procedimentos de contagem para os processos de memória não ocorre em etapas (HOPKINS; LAWSON, 2002), um substituindo o outro, mas, sim, em ondas (*waves*), com a coexistência de vários procedimentos e processos. Hopkins e Lawson (2002) denominaram esse processo de *moving-on* (Figura 2). Ainda, segundo esses autores, três tipos de mudanças ocorrem:

- Procedimento menos eficiente é substituído por outro mais eficiente.
- Prática bem sucedida e contínua no uso de um procedimento mais eficiente produz a confiança na recuperação (para alguns problemas).
- Procedimentos eficientes são substituídos pela *decomposição*, e a prática bem sucedida, usando a *decomposição*, produz a confiança na recuperação (para outros problemas).

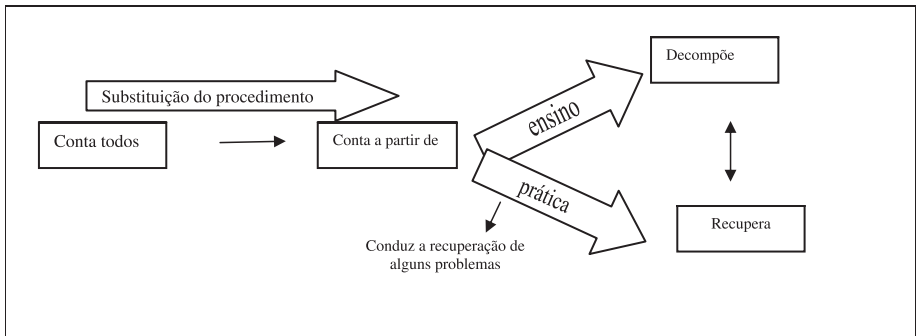


Figura 2 - Processo *Moving-on* adaptado de Hopkins e Lawson (2002)

Assim, a *decomposição* funciona como uma etapa mediadora entre o procedimento *a partir de* e a *recuperação automática* para alguns problemas.

Desde a década de 90, sabe-se que, para que seja construída, na memória de longo prazo, a representação que relaciona o problema e a resposta, é importante que ambos sejam ativados ao mesmo tempo na memória de trabalho (GEARY, 1993). Para Hopkins e Lawson (2006a), as crianças com desenvolvimento típico iniciam a recuperação de problemas com valores

pequenos, em que a menor parcela é inferior ou igual a 4, e usam esse conhecimento para, progressivamente, resolver os problemas com valores maiores. Assim, por exemplo, como não recuperam automaticamente o $7 + 5$, elas usam o fato conhecido ($3 + 2$) para derivar a resposta através da *decomposição*. Ao utilizarem a *decomposição*, fazem-no dentro dos limites da memória de trabalho e com velocidade de contagem adequada, o que, conseqüentemente, acaba por desenvolver a representação do fato com uma parcela maior. De acordo com os autores (GEARY, 1993; HOPKINS; LAWSON, 2006b), isso implica que os tipos de problemas para os quais uma estratégia *a partir de* é transformada em um processo de *recuperação automática* é diferente para crianças com desenvolvimento típico e para estudantes com velocidade de contagem lenta.

3 Desenvolvimento atípico

Antes de descrever como ocorre a confiança na recuperação imediata dos fatos básicos da memória em crianças com dificuldades, é importante fazer algumas observações a respeito da terminologia utilizada na área. A literatura tem adotado distintos termos para referir-se às dificuldades de aprendizagem numérica; por exemplo, dificuldades na aprendizagem da matemática (GEARY; HOARD; HAMSON, 1999), transtornos na matemática (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2003), discalculia (BUTTERWORTH, 2005; LANDERL; BEVAN; BUTTERWORTH, 2004; SHALEV et al., 2000), dificuldades específicas na aritmética (KOONTZ; BERCH, 1996) e dificuldades de aprendizagem da aritmética (DOWKER, 2005).

Na última década, pesquisadores (ELLIS, 2005; MAZZOCCO, 2007; MURPHY et al., 2007; VAN KRAAYENOORD; ELKINS, 2004) têm buscado uma uniformidade no uso dos termos, já que a falta de tal conformidade tem provocado barreiras para o avanço na área, tanto no que diz respeito à identificação, como à prevenção de dificuldades e ao ensino.

A primeira distinção importante a ser feita é entre dificuldades de aprendizagem (*learning difficulties*) e transtornos de aprendizagem (*learning disabilities*). Evidências (ELLIS, 2005; HOPKINS; LAWSON, 2006a; MOOJEN, 1996, 1999, 2004; VAN KRAAYENOORD; ELKINS, 2004) apontam que o primeiro grupo, mais numeroso, é constituído pelos estudantes que tiveram acesso limitado ao currículo escolar devido a problemas de diferentes naturezas em uma ou mais áreas da aprendizagem. Já os estudantes com

transtorno, que representam um grupo menor da população escolar, possuem problemas mais persistentes e necessitam de um suporte curricular mais intenso. Ambos os grupos apresentam um quociente de inteligência preservado.

Revisando a área das dificuldades na aprendizagem da matemática, Mazzocco (2007) e Murphy et al. (2007) sugerem que o termo *transtorno* (*disability*) refere-se a uma condição determinada biologicamente, mas definida de forma comportamental (baixo desempenho em matemática), caracterizada por déficits cognitivos específicos. Sendo assim, a autora sugere que *mathematical disability*, *mathematical learning disability* (MLD) e discalculia sejam usados comumente para referir-se à mesma situação. O termo *dificuldade em matemática* (*mathematical difficulties*) tem sido usado de forma mais ampla, e implica um baixo desempenho matemático determinado por um ponto de corte arbitrário. Geralmente as crianças diagnosticadas com TAM² têm DAM³; entretanto, nem todas com DAM têm TAM. Não havendo essa sobreposição, o baixo desempenho matemático é atribuído a causas socioculturais, ou outras, ambientais, ao invés de uma fragilidade inerente à cognição matemática (MAZZOCCO, 2007). Na presente revisão, adota-se a denominação dificuldades de aprendizagem em matemática (DAM), por se tratar de conhecimento específico nessa área.

Os problemas com números podem ocorrer de diferentes formas. Como o conhecimento matemático não é um construto único, é de se esperar a existência de prejuízos nos diferentes componentes (DOWKER, 2004), associados ou não. Os estudos realizados, principalmente nas duas últimas décadas, têm identificado três características principais nas crianças com DAM: (1) dificuldades no acesso de fatos básicos da memória de longo prazo; (2) uso de procedimentos imaturos (DOWKER, 2004; GEARY et al., 2004; ORRANTIA et al., 2002) e (3) dificuldades na representação viso-espacial da informação numérica (GEARY, 1993). Essas evidências se confirmam em estudos realizados nos Estados Unidos (GEARY; HOARD, 2001; GEARY et al., 2004); Inglaterra (OSTAD, 1997, 1999, 2000), Espanha (ORRANTIA et al., 2002) e Israel (GROSS-TSUR; MANOR; SHALEV, 1996), entre outros.

Na presente revisão, o foco é a primeira característica - dificuldades na recuperação de fatos básicos da memória de longo prazo -, por ser aquela que tem sido apontada como mais marcante em estudantes com DAM. Tal prejuízo se expressa através da permanência dessas crianças no uso de procedimentos

² Transtorno de aprendizagem da matemática.

³ Dificuldades de aprendizagem da matemática.

de contagem primitivos, e de lentidão para chegar a alcançar a recuperação de fatos da memória (JORDAN; MONTANI, 1997; HOPKINS; LAWSON, 2006a, 2006b; MAZZOCCO; DEVLIN; MCKENNEY, 2008; MAZZOCCO; MYERS, 2003).

Como referido anteriormente, as crianças com desenvolvimento típico demonstram uma mudança no emprego dos procedimentos: abandonam a estratégia *contar todos*, com a ajuda dos dedos, e passam a utilizar estratégias de contagem verbais (*a partir de*) e de memória. Estudos conduzidos por Geary, Hoard e Hamson (1999), Geary e Hoard (2001) e Geary et al. (2004) evidenciam que crianças com DAM e com DL⁴ e aquelas com DL apenas usam por mais tempo o *contar todos*, com ajuda dos dedos, do que seus pares sem dificuldade. Esse impedimento em utilizar os processos de memória tem sido justificado pela dificuldade em armazenar e/ou recuperar os fatos básicos da memória de longo prazo, pelo menos na primeira série (GEARY; HOARD; HAMSON, 1999; ORRANTIA et al., 2002), atividades estas mediadas pela memória de trabalho (GEARY, 1993; GEARY et al., 2004).

Embora já existam evidências de que as crianças com DAM apresentam prejuízos em recuperar os fatos básicos de forma rápida e precisa da memória de longo prazo, ainda não há consenso quanto às causas de tal fato. Também não há consenso quanto à existência ou não de um déficit cognitivo principal. Mesmo que as razões ainda não estejam bem estabelecidas, dois paradigmas teóricos diferentes apontam explicações, as quais estão descritas a seguir.

Alguns autores referem que um déficit no módulo numérico (BUTTERWORTH, 1999) ou um senso numérico pouco desenvolvido (DEHAENE, 1997) podem estar subjacentes aos prejuízos em recuperar os fatos aritméticos. O módulo numérico descrito por Butterworth (1999) é uma habilidade inata de entendimento e de manipulação de pequenas quantidades (no máximo 4). Segundo essa orientação, as crianças (geralmente com discalculia) apresentam um déficit inato nesse módulo, que traz repercussões para a aprendizagem posterior de outros conhecimentos matemáticos. Dehaene (1997) refere que um prejuízo inato no entendimento numérico pode justificar déficits posteriores, denominando tal dano de um *senso numérico* pouco desenvolvido (déficits em tarefas que envolvem comparação e reconhecimento de números). Dentro desse panorama, as dificuldades em recuperar os fatos estariam assentadas em déficits inatos, específicos, de entendimento numérico. Já outras linhas de investigação defendem a perspectiva de que o

⁴ Dificuldades de leitura.

desenvolvimento do senso numérico está relacionado a habilidades cognitivas mais gerais, de desenvolvimento (BAROODY; BAJWA; EILAND, 2009; GEARY, 1993).

Entre os diversos processos cognitivos que podem justificar as dificuldades matemáticas, há um conjunto de evidências empíricas que apontam a memória de trabalho como um fator importante. A memória de trabalho foi definida por Baddeley e Hitch (1974) como a habilidade de armazenar temporariamente uma informação, enquanto o sujeito simultaneamente se engaja em outra tarefa. Ela difere da memória de curta duração, pois essa última envolve somente o armazenamento temporário de uma informação, ao passo que a memória de trabalho requer outra ação simultânea (PASSOLUNGHY; SIEGEL, 2004). De acordo com Baddeley e Hitch (1974), esse tipo de memória não funciona como um sistema unitário e, sim, como um sistema tripartido, dotado de um controlador atencional, o executivo central (*central executive*), e de dois subsistemas especializados no processamento e na manipulação de quantidades limitadas de informações em domínios altamente específicos: o componente fonológico (*phonological loop*) e o viso-espacial (*visuospatial sketchpad*). Embora Baddeley (2002) tenha revisto esse modelo e proposto um quarto subsistema - o armazenador episódico (*episodic buffer*) -, a maior parte das pesquisas que examinam a memória de trabalho em crianças com dificuldades na aritmética ainda tem adotado o modelo tripartido.

O componente fonológico e o viso-espacial são responsáveis pelo armazenamento da informação verbal e visual, respectivamente. A importância desses dois subcomponentes nas tarefas aritméticas está menos definida (ANDERSSON; LYXELL, 2007; D'AMICO; GUARNERA, 2005). Há evidências (MCLEAN; HITCH, 1999; PASSOLUNGHY; SIEGEL, 2004; SWANSON; SACHSE-LEE, 2001) de que o componente fonológico esteja intimamente relacionado com os procedimentos de contagem (*contar todos, contar a partir de...*) e com a memorização numérica durante o cálculo (VAN DER SLUIS; VAN DER LEIJ; DE JONG, 2005). O componente viso-espacial, por sua vez, não parece interferir no desempenho aritmético inicial, mas, sim, na representação espacial dos números multidígitos (VAN DER SLUIS; VAN DER LEIJ; DE JONG, 2005) e nas tarefas de geometria (GEARY; HOARD, 2005).

O executivo central está mais diretamente relacionado à recuperação dos fatos básicos da memória de longo prazo. A Figura 3 descreve as funções desempenhadas pelo executivo central e sua relação com a recuperação dos fatos básicos.

<i>Funções do executivo geral (Andersson; Lyxell, 2007; D'amico; Guarnera, 2005)</i>	<i>Funções durante a recuperação aos fatos básicos (Hopkins; Lawson, 2006a)</i>
Atender prioritariamente a informação relevante e inibir a informação irrelevante.	Inibir uma resposta inadequada pode contribuir para que as crianças com dificuldades aritméticas não confiem na associação entre problema e resposta.
Optar por uma tarefa, estratégia ou operação.	Resistir em abandonar o uso de objetos concretos por uma estratégia mental, que pode ser justificada por uma dificuldade em mudar de estratégia.
Ativar e recuperar a informação da memória de longo prazo.	Ativar e recuperar os fatos da memória de longo prazo.

Figura 3 – Funções do executivo central no acesso de fatos básicos.

Geary (1993) sugere que a associação entre o problema e a resposta só será reforçada com a prática, se ambos (o problema e a resposta) forem ativados na memória de trabalho ao mesmo tempo. A não ativação dentro desse limite também pode ser explicada pela lentidão na contagem, que aumenta o intervalo para derivar as associações problema-resposta na memória de trabalho. Isto cria a possibilidade de que o esquecimento ocorra antes mesmo de a sequência de cálculo ser completada, sugerindo que a velocidade de processamento é um fator importante na associação entre o problema e a resposta na memória de longo prazo (HOPKINS; LAWSON, 2006b).

Assim, a velocidade de processamento destaca-se como outro processo cognitivo importante para a recuperação imediata dos fatos básicos. Alguns autores (GEARY; HOARD; HAMSON, 1999; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY et al., 2007; HOPKINS; LAWSON, 2006b) têm observado que estudantes com dificuldades aritméticas são mais lentos na contagem, processam a informação mais vagarosamente do que seus pares sem dificuldades (BULL; JOHNSTON, 1997; MURPHY et al., 2007; SWANSON; SACHSE-LEE, 2001) e/ou se perdem durante a contagem (HOPKINS; LAWSON, 2006b).

4 Implicações pedagógicas

Como visto, a automatização dos fatos básicos é um obstáculo importante a ser enfrentado por estudantes com DAM, o que remete diretamente ao sistema de ensino. Esse assunto não é novo em educação, ele já foi proposto em diferentes correntes pedagógicas, que ora o julgavam no centro da educação matemática dos estudantes, e ora o colocavam em desuso. Espera-se que a revisão da

literatura realizada possa servir para recolocar a discussão a respeito desse ensino na sala de aula.

Na realidade brasileira, percebe-se que, o ensino de fatos básicos aditivos, mais especificamente sua automatização, não tem recebido a devida importância. Infelizmente, o ensino continua a enfatizar a memorização, ao invés da compreensão matemática, o que pode acabar dificultando essa automatização, pelo menos para estudantes com DAM. Nesses casos, faz-se necessário um ensino mais direto e explícito dos fatos, já que pesquisas recentes (BAROODY; BAJWA; EILAND, 2009; HOPKINS; EGEBERG, 2009; HOPKINS; LAWSON, 2006a, 2006b) têm demonstrado que esse grupo de estudantes não avança espontaneamente para o uso de processos de memória, precisando, portanto, da intervenção escolar para atingir essa meta. Um caminho promissor de ensino poderia ser a busca pelos padrões numéricos e as relações entre os fatos (BAROODY, 2006). Miller e Mercer (1993) sugerem que o uso de objetos concretos (reta numérica, quadro de dezenas⁵) é um meio para promover o entendimento conceitual de cada fato. O desenvolvimento da confiança, na recuperação de fatos básicos aditivos, poderia ser incrementado através da prática de uma estratégia preliminar que, com o tempo, começa a ser substituída por outra mais avançada (HOPKINS; LAWSON, 2002, 2006a, 2006b; HOPKINS; EGEBERG, 2009). Nessa medida, o uso de processo de memória não depende apenas do conhecimento de alguns fatos básicos, mas, também, do entendimento conceitual das relações parte-todo (HOPKINS; LAWSON, 2006a), do entendimento dos princípios de comutatividade e de associatividade (BAROODY; BAJWA; EILAND, 2009), de um conjunto de habilidades conceituais e procedurais. Essa hipótese foi testada em um estudo brasileiro (COSTA, 2009) que apontou ser uma alternativa promissora. Sendo assim, é importante que educadores, sejam professores ou psicopedagogos, deem mais atenção ao desenvolvimento da contagem, pois cada etapa envolve diferentes níveis de conceituação que devem ser respeitados. A revisão da literatura indica que é necessário voltar a atenção para as crianças que, muito cedo, apresentem dificuldades para lembrar fatos básicos simples e iniciais, tais como $2+2$ e $3+3$, pois tal obstáculo pode indicar um impedimento ainda maior. Ao mesmo tempo, esse fato exige de educadores e professores, em geral, uma busca de novos recursos que facilitem a passagem de estratégias iniciais de contagem e de adição para a recuperação de fatos, recurso automático e eficiente, fundamental para as aprendizagens posteriores.

⁵ *Ten frames*. Recentemente (VAN DE WALLE, 2009), o termo foi traduzido como quadro de dezenas.

5 Conclusões

Neste artigo, foram revisados os estudos teóricos e experimentais realizados nas últimas décadas que buscam explicar como ocorre o desenvolvimento dos procedimentos e das estratégias utilizadas por crianças, com ou sem dificuldades de aprendizagem em matemática, para realizar cálculos simples, e seu progresso até chegar ao desenvolvimento da confiança na recuperação dos fatos básicos. A aprendizagem da aritmética, e, mais especificamente, dos fatos numéricos, é um processo longo e construtivo, no qual os conhecimentos vão-se integrando, parcial e gradualmente, até que se torne uma habilidade global. Como visto, há certo consenso na literatura de que o desenvolvimento aritmético ocorre em um contínuo, desde habilidades inerentes até aquelas especificamente culturais. As investigações revisadas indicam que as crianças com Dificuldades na Aritmética distinguem-se de seus pares sem dificuldades em duas habilidades acadêmicas. Em primeiro lugar, os procedimentos das crianças com DAM tendem a ser evolutivamente mais imaturos, isto é, as crianças adotam procedimentos de contagem utilizados preferencialmente por crianças mais jovens do que elas. Em segundo lugar, o uso desses procedimentos está relacionado, pelo menos em parte, ao desenvolvimento lento ou atípico do acesso aos fatos numéricos na memória (GEARY, 2006; ORRANTIA et al., 2002; ORRANTIA, 2006).

Fica claro que um aspecto crítico no desenvolvimento aritmético, nos primeiros anos de escolaridade formal, é a fluência na resolução de problemas aritméticos simples. A recuperação rápida dos fatos aritméticos tem sido apontada como um forte preditor do desempenho aritmético posterior (ROYER et al., 1999), indicando que a fluência nos fatos básicos é um componente fundamental da proficiência matemática (GERSTEN et al., 2009). Acredita-se que alguns aspectos da matemática, especialmente a recuperação dos fatos básicos, precisam ser trabalhados até o ponto de se tornarem automáticos. Se essa fluência não ocorre, o desenvolvimento de habilidades matemáticas consideradas de alto nível, como a adição e a subtração de multidígitos, cálculo mental, a divisão com diversos numerais e até mesmo o entendimento do número fracionário, poderá ser prejudicado. A matemática, mais do que qualquer disciplina, envolve uma progressão de conceitos, que parte dos mais simples e avança para os complexos. Isso não implica, contudo, voltar a decorar mecanicamente cada fato numérico, e, sim, realizar atividades e exercícios que promovam o seu entendimento conceitual e, conseqüentemente, a sua memorização.

Como visto nesta revisão, a dificuldade em recuperar de forma rápida e precisa os fatos básicos na memória de longo prazo é um dos achados mais consistentes nas pesquisas sobre estudantes com DAM. Semelhante constatação tem levado alguns autores (DOWKER, 2004; FUCHS et al., 2010; GEARY et al., 2004) a propor que este seja o indicador específico do Transtorno, tal como o reconhecimento de palavras é para a dislexia (FLETCHER et al., 2009). Conclui-se, com isso, que a automatização dos fatos básicos é um desafio importante a ser enfrentado por estudantes com DAM.

A proposição de que tal ensino nem sempre é contemplado pela escola traz uma importante contribuição para o entendimento das dificuldades aritméticas posteriores nesse grupo de estudantes. O importante é que o professor dos primeiros anos pode atuar positivamente para que as dificuldades não se arrastem ano a ano. A ideia de que a recuperação de fatos é uma das bases essenciais de toda a matemática posterior e seu ensino, mais especificamente sua automatização, talvez não tenha recebido a devida importância nos últimos anos. Este artigo tem, então, como função precípua, resgatar o assunto para o cenário da educação matemática.

Referências

- AGRANIONIH, N.; DORNELES, B.V. Estratégias de Contagem e Resolução de Problemas Aditivos. In: SEMINÁRIO PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 6., 2006, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM/PPGE, 2006, p.1-91. CD-ROM.
- AMERICAN PSYCHOLOGY ASSOCIATION. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais: DSM-IV- TR.** 4. ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- ANDERSSON, U.; LYXELL, B. Working Memory Deficit in Children with Mathematical Difficulties: A General or Specific Deficit? **Journal of Experimental Child Psychology**, New York, v. 96, n. 3, p. 197-228, Mar. 2007.
- ANDERSSON, U. Mathematical Competencies in Children With Different Types of Learning Difficulties. **Journal of Educational & Psychology**, Vallabh Vidyanagar, India, IN, v. 100, n. 1, p. 48-66, 2008.
- BADDELEY, A.D.; HITCH, G.J. Working Memory. In: BOWER, G.H. (Ed.). **The Psychology of Learning and Motivation**. London: Academic Press, 1974. v. 8, p. 47-91.
- BADDELEY, A. D. Is Working Memory Still Working? **European Psychologist**, London, GB, v. 7, n. 2, p. 85-97, Jun. 2002.

BAROODY, A. J. Why Children have Difficulties Mastering the Basic Number Combinations and How to Help Them. **Teaching Children Mathematics**, Reston, Va, US, v. 13, n. 1, p. 22-31, Aug. 2006.

BAROODY, A. J.; BAJWA, N. P.; EILAND, M. Why Can't Johnny Remember the Basic Facts? **Developmental Disabilities Research Reviews**, Hoboken, NJ, US, v. 1, n. 15, p. 69-79, Feb. 2009.

BULL, R.; JOHNSTON, R.S. Children's Arithmetical Difficulties: Contributions from Processing Speed, Item Identification, and Short-Term Memory. **Journal of Experimental Child Psychology**, San Diego, v. 65, n. 1, p. 1-24, Apr. 1997.

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

BUTTERWORTH, B. The Development of Arithmetical Abilities. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, New York, US, v. 46, n. 1, p. 3-18, Jan. 2005.

CIRINO, P. T.; FLETCHER, J. K.; EWING-COBBS, L.; BARNES, M. A.; FUCHS, L. S. Cognitive Arithmetic Differences in Learning Difficulty Groups and the Role of Behavioral Inattention. **Learning Disabilities Research & Practice**, Hillsdale, v. 22, n.1, p. 25-35, 2007.

COSTA, A. C. **Ensino de Fatos Básicos Aditivos para Crianças com Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH): possibilidades de intervenção pedagógica na aritmética**. 2009. 180f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

D'AMICO, A.; GUARNERA, M. Exploring Working Memory in Children with Low Arithmetical Achievement. **Learning and Individual Differences**, Columbus, v. 15, n. 3, p. 189-202, Jan. 2005.

DEHAENE, S. **The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics**. New York: Oxford University Press, 1997.

DOWKER, A.D. **What Works for Children with Mathematical Difficulties?** London: Department for Education and Skills, 2004. (Research report, RR554) Available at: <<http://www.dfes.gov.uk/research/data/uploadfiles/RR554.pdf>>. Accessed at: 13 Dec. 2004.

DOWKER, A.D. Early Identification and Intervention for Students with Mathematics Difficulties. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 38, n. 4, p. 324-332, July/Aug. 2005.

ELLIS, L.A. **Balancing Approaches**: Revisiting the Educational Psychology Research on Teaching Students with Learning Difficulties. Melbourne: ACER Press, 2005. (Australian Education Review, n. 48). Available at: <<http://www.acer.edu.au/library/libcat/index.html>>. Accessed at: 03 Nov. 2006.

FLETCHER, J. M.; LYONS, G. R.; FUCHS, L. S.; BARNES, M. A. **Transtornos de Aprendizagem**: Da Identificação à Prevenção. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FUCHS, L. S.; POWELL, S. R.; SEETHALER, P. M.; FUCHS, D.; HAMLETT, C. L.; CIRINO, P. T.; FLETCHER, J. M. A Framework for Remediating Number Combination Deficits. **Exceptional Children**, Arlington, v. 76, n. 2, p. 135-156, 2010.

GEARY, D.C. Mathematical Disabilities: Cognitive, Neuropsychological and Genetics Components. **Psychological Bulletin**, Washington, v. 114, n. 2, p. 345-362, Sept. 1993.

GEARY, D.C.; HOARD, M.K.; HAMSON, C. Numerical and Arithmetical Cognition: Patterns of Functions and Deficits in Children at Risk for a Mathematical Disability. **Journal of Experimental Child Psychology**, San Diego, v. 74, n. 3, p. 213-239, Nov. 1999.

GEARY, D.C.; HAMSON, C.; HOARD, M.K. Numerical and Arithmetical Cognition: A Longitudinal Study of Process and Concept Deficits in Children with Learning Disability. **Journal of Experimental Child Psychology**, San Diego, v. 77, n. 3, p. 236-263, Nov. 2000.

GEARY, D.C.; HOARD, M. K. Numerical and Arithmetical Deficits in Learning-disabled Children: Relation to Dyscalculia and Dyslexia. **Aphasiology**, London, v. 15, n. 7, p. 635-647, 2001.

GEARY, D.C. Learning Disabilities in Arithmetic: Problem-Solving Differences and Cognitive Deficits. In: SWANSON, L.; HARRIS, K.; GRAHAM, S. (Ed.). **Handbook of Learning Disabilities**. New York: The Guilford Press, 2003, p. 199-212.

GEARY, D. C.; HOARD, M. K.; BYRD-CRAVEN, J.; DESOTO, M. C. Strategy Choices in Simple and Complex Addition: Contributions of Working Memory and Counting Knowledge for Children with Mathematical Disability. **Journal Experimental Child Psychology**, New York, US, v. 88, n. 2, p. 121-151, June 2004.

GEARY, D. C.; HOARD, M. K. Learning disabilities in arithmetic and mathematics: Theoretical and empirical perspectives. In: CAMPBELL, J. I. D. (Ed.), **Handbook of mathematical cognition**. New York: Psychology Press, 2005, p. 253-267.

GEARY, D.C. Development of Mathematical Understanding. In: DAMON, W. (Ed.). **Handbook of Child Psychology**. 6. ed. New York: John Wiley e Sons, 2006. v. 2, p. 777-810. Cognition, perception, and language. Available at: <<http://web.missouri.edu/~gearyd/files/Geary%20ChildHandBk%20%5Bproof,%202006%20c18%5D.pdf>>. Accessed at: 18 Jan. 2006.

GEARY, D. C.; HOARD, M. K.; BYRD-CRAVEN, J.; NUGENT, L.; NUMTEE, C. Cognitive Mechanisms Underlying Achievement Deficits in Children with Mathematical Learning Disability. **Child Development**, Ann Arbor, v. 78, n. 4, p. 1343-1359, July/Aug. 2007.

GEARY, D. C.; BAILEY, D. H.; LITTLEFIELD, A.; WOOD, P.; HOARD, M. K.; NUGET, L. First-Grade Predictors of Mathematical Learning Disability: A Latent Class Trajectory Analysis. **Cogn Dev.**, Amsterdam, v. 24, n. 4, p. 411-429, Jan. 2009.

GERSTEN, R.; BECKMANN, S.; CLARKE, B.; FOEGEN, A.; MARSH, L.; STAR, J. R.; WITZEL, B. **Assisting students struggling with mathematics: Response to Intervention (RtI) for elementary and middle schools (NCEE 2009-4060)**. Washington, DC: National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. Available at: <<http://ies.ed.gov/ncee/www/publications/practiceguides/>>. Accessed at: 30 mai. 2009.

GROSS-TSUR, V.; MANOR, O.; SHALEV, R. Developmental Dyscalculia: Prevalence and Demographic Features. **Developmental Medicine and Child Neurology**, London, v. 38, n. 1, p. 25-33, Jan. 1996.

HOPKINS, S. L.; LAWSON, M. J. Explaining the Acquisition of a Complex Skill: Methodological and Theoretical Considerations Uncovered in the Study of Simple Addition and the Moving-On Process. **Educational Psychology Review**, New York, v. 14, n. 2, p. 121-154, 2002.

HOPKINS, S. L.; LAWSON, M. J. Mathematical Learning Difficulties: The Influence of Working Memory Limitations on Simple Addition Performance. **Trends in Educational Psychology Research**. A. M. Mitel. New York: Nova. 2006a.

HOPKINS, S. L.; LAWSON, M. J. The Effect Counting Speed has on Developing a Reliance on Retrieval in Basic Addition. **Contemporary Educational Psychology**, New York, v. 31, n. 2, p. 208-227, 2006b.

HOPKINS, S. L.; EGEBERG, H. Retrieval of Simple Addition Facts: Complexities Involved in Addressing a Commonly Identified Mathematical Learning Difficulty. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 42, n. 3, p. 215-229, May/June. 2009.

- JORDAN, N. C.; MONTANI, T.O. Cognitive Arithmetic and Problem Solving: A Comparison of Children with Specific and General Mathematics Difficulties. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 30, n. 6, p. 624-634, Nov./Dec. 1997.
- KOONTZ, K.L.; BERCH, D.B. Identifying Simple Numerical Stimuli: Processing Inefficiencies Exhibited by Arithmetic Learning Disabled Children. **Mathematical Cognition**, Hove, v. 2, n. 1, p. 1-23, 1996.
- LANDERL, K.; BEVAN, A.; BUTTERWORTH, B. Developmental Dyscalculia and Basic Numerical Capacities: A Study of 8–9-year-old Students. **Cognition**, Amsterdam, v. 93, n. 2, p. 99-125, Sept. 2004.
- MAZZOCCO, M. M. M.; MYERS, G. F. Complexities in Identifying and Defining Mathematics Learning Disability in the Primary School-age Years. **Annals of Dyslexia**, New York, Inserir número, v. 53, n. 1, p. 218-253, 2003.
- MAZZOCCO, M. M. M. Defining and Differentiating Mathematical Learning Disabilities and Difficulties. **Why is Math so Hard for Some Children?** The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities. In: BERCH, D. B.; MAZZOCCO, M. M. (Eds.). Baltimore: Maryland, Paul H. Brookes, 2007. p. 29-47.
- MAZZOCCO, M. M. M.; DEVLIN, K. T.; MCKENNEY, S. J. Is it a Fact? Timed Arithmetic Performance of Children with Mathematical Learning Disabilities (MLD) Varies as a Function of how MLD is Defined. **Developmental Neuropsychology**, London, v. 33, n. 3, p. 318-344, 2008.
- MCLEAN, J.F.; HITCH, G.J. Working Memory Impairments in Children with Specific Arithmetical Difficulties. **Journal of Experimental Child Psychology**, San Diego, v. 74, n. 3, p. 240-260, 1999.
- MILLER, S. P.; MERCER, C. Educational Aspects of Mathematics Disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 30, n. 1, p. 47-56, Jan./Feb. 1997.
- MOOJEN, S. Dificuldades na Aprendizagem Escolar. In: SUKIENNIK, P. B. (Org.). **O Aluno Problema: Transtornos Emocionais de Crianças e Adolescentes**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1996. p. 79-110.
- MOOJEN, S. Dificuldades ou Transtornos de Aprendizagem. In: RUBISNTEIN, E. (Org.). **Psicopedagogia: Uma Prática, Diferentes Estilos**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1999, p. 243-284.
- MOOJEN, S. Diagnósticos em Psicopedagogia. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 21, n. 66, p. 245-255, 2004.

MURPHY, M. M.; MAZZOCCO, M. M. M.; HANICH, L. B.; EARLY, M. C. Cognitive Characteristics of Children with Mathematics Learning Disability (MLD) Vary as a Function of the Cutoff Criterion Used to Define MLD. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 40, n. 5, p. 458-478, Sep./Oct. 2007.

ORRANTIA, J. Las dificultades en el aprendizaje del cálculo desde el punto de vista cognitivo. Premios **Nacionales de Investigación Educativa**, Madrid, n. 1, p. 75-102, 2000. Available at: <<http://www.mec.es/cide/publicaciones/textos/col150/col15003.pdf>>. Accessed at: 26 Aug. 2004.

ORRANTIA, J.; MARTÍNEZ, J.; MORÁN, M. C.; FERNÁNDEZ, J. C. Dificultades en el aprendizaje de la aritmética: um análisis desde los modelos cronométricos. **Cognitiva**, Madrid, v. 2, n. 14, p. 183-202, 2002.

ORRANTIA, J. Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva evolutiva. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 71, n. 23, p. 158-180, 2006.

OSTAD, S. Developmental Differences in Addition Strategies: A Comparison of Mathematically Disabled and Mathematically Normal Children. **British Journal of Educational Psychology**, Leicester, v. 67, n. 3, p. 345-357, 1997.

OSTAD, S. Developmental Progression of Subtraction Strategies: A Comparison of Mathematically Normal and Mathematically Disabled Children. **European Journal of Special Needs Education**, London, v. 14, n. 1, p. 21-36, 1999.

OSTAD, S. Cognitive Subtraction in a Developmental Perspective: Accuracy, Speed-of-Processing and Strategy-use Differences in Normal and Mathematically Disabled Children. **Focus on Learning Problems in Mathematics**, Framingham, v. 22, n. 2, p. 18-31, 2000.

PASSOLUNGHI, M.C.; SIEGEL, L.S. Working Memory and Access to Numerical Information in Children with Disability in Mathematics. **Journal of Experimental Child Psychology**, San Diego, v. 88, n. 4, p. 348-367, Aug. 2004.

ROYER, J.M.; TRONSKY, L.N.; CHAN, Y.; JACKSON, S.J.; MARCHANT, H. Math Fact Retrieval as the Cognitive Mechanism Underlying Gender Differences in Math Test Performance. **Contemporary Educational Psychology**, New York, v. 24, n. 3, p. 181-266, Jul. 1999.

RUSSELL, R.L.; GINSBURG, H.P. Cognitive Analysis of Children's Mathematics Difficulties. **Cognition and Instruction**, London, v. 1, n. 2, p. 217-244, 1984.

SHALEV, R. S.; AUERBACH, J.; MANOR, O.; GROSS-TSUR, V. Developmental Dyscalculia and Brain Laterality. **European Child and Adolescent Psychiatry**, London, v. 9, n. 2, p. 1158-1164, 2000.

SWANSON, H. L.; SACHSE-LEE, C. Mathematical Problem Solving and Working Memory in Children with Learning Disabilities: Both Executive and Phonological processing are Important. **Journal of Experimental Child Psychology**, San Diego, v. 79, n. 3, p. 294-321, July 2001.

VAN DE WALLE, J. A. **Matemática no ensino fundamental**: Formação de professores e aplicação em sala de aula. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VAN DER SLUIS, S.; VAN DER LEIJ, A.; DE JONG, P.F. Working Memory in Dutch Children with Reading- and Arithmetic-related LD. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 38, n. 2, p. 207-221, May 2005.

VAN KRAAYENOORD, C.; ELKINS, J. Learning Difficulties in Numeracy in Austrália. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 37, n. 1, p. 32-41, Jan. 2004.

Submetido em Junho de 2011.
Aprovado em Fevereiro de 2012.

ZETÉTKÉ



ISSN 0104-4877
