

## Artigo Especial

# Discalculia do Desenvolvimento

Ruth S. Shalev, MD

---

### ABSTRATO

A discalculia do desenvolvimento é uma deficiência de aprendizagem específica que afeta a aquisição normal de habilidades aritméticas. Evidências genéticas, neurobiológicas e epidemiológicas indicam que a discalculia, como outras dificuldades de aprendizagem, é um distúrbio baseado no cérebro. No entanto, o ensino deficiente e a privação ambiental também têm sido implicados em sua etiologia. Como a rede neural de ambos os hemisférios compreende o substrato das habilidades aritméticas normais, a discalculia pode resultar da disfunção de qualquer um dos hemisférios, embora a área parietotemporal esquerda seja de particular importância. A prevalência de discalculia do desenvolvimento é de 5 a 6% na população em idade escolar e é tão comum em meninas quanto em meninos. A discalculia pode ocorrer como consequência da prematuridade e baixo peso ao nascer e é frequentemente encontrada em uma variedade de distúrbios neurológicos, como transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), transtorno do desenvolvimento da linguagem, epilepsia e síndrome do X frágil. A discalculia do desenvolvimento provou ser uma deficiência de aprendizagem persistente, pelo menos a curto prazo, em cerca de metade dos alunos pré-adolescentes afetados. Intervenções educacionais para discalculia variam de aprendizagem mecânica de fatos aritméticos ao desenvolvimento de estratégias para resolver exercícios aritméticos. O prognóstico de longo prazo da discalculia e o papel da remediação em seu resultado ainda não foram determinados. (Intervenções educacionais para discalculia variam de aprendizagem mecânica de fatos aritméticos ao desenvolvimento de estratégias para resolver exercícios aritméticos. O prognóstico de longo prazo da discalculia e o papel da remediação em seu resultado ainda não foram determinados. (Intervenções educacionais para discalculia variam de aprendizagem mecânica de fatos aritméticos ao desenvolvimento de estratégias para resolver exercícios aritméticos. O prognóstico de longo prazo da discalculia e o papel da remediação em seu desfecho ainda não foram determinados. ( *J Child Neurol* 2004; 19: 765-771).

---

---

Recebido em 28 de dezembro de 2003. Aceito para publicação em 28 de dezembro de 2003.  
Da Unidade de Neuropediatria, Shaare Zedek Medical Center, Jerusalém, Israel.

Partes deste capítulo apareceram ou são semelhantes a outras revisões em Shalev RS, Gross-Tsur V: Developmental dyscalculia. *Neurol Pediatr* 2001; 24: 337-342 (reimpresso com permissão de Elsevier); Shalev RS: Discalculia do desenvolvimento, em Rapin I, Segalowitz S (eds): *Neuropsychologia Pediátrica*, vol 8 (parte II), *Handbook of Neuropsychology*. Amsterdam, Elsevier Press, 2003, 717-729 (reimpresso com permissão de Elsevier); Shalev RS: Discalculia do desenvolvimento. *Continuum Learn Disabil* 2002; 8: 60-73 (reimpresso com permissão de Lippincott Williams & Wilkins).

Endereço de correspondência para Dra. Ruth S. Shalev, Unidade de Neuropediatria, Shaare Zedek Medical Center, POB 3235, Jerusalém 91031, Israel. Tel: 972 2 6666141; fax: 972 2 6422481; e-mail: shalev@szmc.org.il.

A aritmética é de primordial importância na vida cotidiana, permitindo-nos compreender conceitos numéricos e realizar cálculos. Orçar nosso tempo e recursos monetários, ler calendários, localizar um endereço e até mesmo seguir uma receita são exemplos de nossa dependência de habilidades aritméticas elementares. No entanto, o estudo dos vários aspectos do desenvolvimento normal e anormal da aritmética não recebeu a mesma atenção que outras dificuldades de aprendizagem.<sup>1</sup>

No caso da dislexia, sua neurobiologia foi demonstrada de forma convincente, e opções corretivas eficazes foram introduzidas e implementadas.<sup>2</sup> Mas, para a discalculia, essas questões foram relativamente negligenciadas e só recentemente se tornaram assunto de interesse científico. Nesta revisão, descrevo os aspectos clínicos, biológicos e genéticos da discalculia e o papel do médico e do educador em seu diagnóstico e tratamento.

## DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES ARITMÉTICAS

A discalculia do desenvolvimento é definida como uma deficiência de aprendizagem específica que afeta a aquisição normal de habilidades aritméticas, apesar da inteligência normal, estabilidade emocional, oportunidade escolar e motivação.<sup>3</sup> Ao contrário da leitura, que precisa ser ensinada, as crianças têm uma propensão de base biológica para adquirir habilidades aritméticas (por exemplo, contar, somar, comparar e compreender quantidades) sem escolaridade formal.<sup>4</sup> Curiosamente, a base conceitual para habilidades numéricas não é exclusiva para *homo sapiens* e também foi demonstrado em macacos.<sup>5</sup> Em humanos, a expressão do potencial da aritmética se manifesta desde a infância, pela capacidade dos bebês de discriminar entre pequenos números e realizar cálculos numéricos.<sup>6</sup> Embora Piaget argumentasse que as crianças pequenas contam em grande parte por memorização e não possuem uma compreensão conceitual das atividades relacionadas com os números,<sup>7</sup> crianças em idade pré-escolar compreendem relações matemáticas simples suficientes para calcular adição e subtração para números até 3.<sup>8</sup> Aos 3 a 4 anos, eles podem contar até quatro itens e, cerca de um ano depois, podem contar até 15 e compreender o conceito que os números representam. Crianças de oitenta anos podem escrever números de três dígitos, reconhecer símbolos aritméticos e realizar exercícios elementares de adição e subtração. A proficiência adicional com multiplicação e divisão é adquirida entre os 9 e 12 anos de idade.<sup>9-11</sup>

## CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

As manifestações da discalculia do desenvolvimento estão relacionadas à idade e ao grau. Os alunos da primeira série apresentam problemas na recuperação de fatos aritméticos básicos e na computação de exercícios aritméticos, fenômenos que presumivelmente refletem habilidades imaturas de contagem.<sup>12</sup> Crianças mais velhas (9-10 anos) têm sérias dificuldades em aprender tabelas aritméticas e compreender algoritmos de adição, subtração, multiplicação e divisão. No entanto, ao longo dos anos, eles adquiriram conceitos básicos de números e podem escrever, ler ou correlacionar a palavra numérica ao seu numeral. Para crianças com discalculia, a solução de problemas numéricos, como 13 9 ou 7 6, não é evidente. Outra fonte de erros é seu conhecimento processual incompleto de algoritmos, como pode ser visto pelo uso indevido do sinal aritmético, esquecimento de transportar, colocação incorreta de dígitos ou realização do exercício na direção errada.<sup>13,14</sup> Em um estudo de caso, uma dissociação entre o conhecimento de fatos numéricos e procedimentos aritméticos foi documentada, ilustrando o paradoxo entre a habilidade de dominar fatos numéricos e a incapacidade de resolver um exercício aritmético complexo.<sup>15</sup>

## PREVALÊNCIA E EPIDEMIOLOGIA

Estudos populacionais em países tão diversos como Estados Unidos, Alemanha, Índia e Israel demonstram que a prevalência de discalculia do desenvolvimento varia de 3 a 6,5%.<sup>13,16-19</sup> Esta informação baseada em evidências ainda deve ser incorporada ao *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais-IV*, que afirma que a discalculia do desenvolvimento é rara, com prevalência de apenas 1%.<sup>3</sup> O número de meninas com discalculia equivale ao de meninos, um achado inesperado considerando que as dificuldades de aprendizagem geralmente são mais prevalentes em meninos. Em geral, a discalculia aparece como uma deficiência de aprendizagem isolada e específica; no entanto, cerca de um quarto tem

bididade para transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) e dislexia.<sup>13,19</sup> Em comparação com crianças com discalculia de desenvolvimento isolada ou com discalculia e TDAH, crianças com discalculia em combinação com dislexia são mais profundamente prejudicadas.<sup>14</sup>

## PROGNÓSTICO

Há poucas informações sobre o acompanhamento de curto prazo da discalculia do desenvolvimento e praticamente nenhum dado está disponível a respeito de seu desfecho em longo prazo. Deve-se enfatizar, entretanto, que, como a aprendizagem ocorre em um espectro variável de tempo, nem todo atraso na aquisição de uma habilidade cognitiva indica uma deficiência de aprendizagem. Na verdade, as dificuldades aritméticas nas primeiras séries do ensino fundamental podem refletir essa variabilidade de desenvolvimento. Não é de surpreender que crianças com discalculia na primeira e segunda séries mostrem uma melhora considerável em sua habilidade de dominar os procedimentos de contagem em um curto período de tempo.<sup>12</sup> No entanto, quando meninos e meninas da quinta série com discalculia de desenvolvimento foram acompanhados prospectivamente e reexaminados 3 anos depois, seu prognóstico não foi favorável: 95% alcançaram pontuações no quartil inferior de sua classe escolar e 47% no menor 5º percentil. Assim, a forma grave de discalculia, cujos critérios são compatíveis com o diagnóstico de uma deficiência específica de aprendizagem em aritmética, persiste em até 50% dos filhos adolescentes.<sup>20</sup> Os fatores associados à persistência da discalculia foram a gravidade do distúrbio aritmético no momento do diagnóstico inicial e a presença de problemas aritméticos nos irmãos. Os fatores não associados à persistência da discalculia do desenvolvimento foram nível socioeconômico, gênero, coocorrência de outra deficiência de aprendizagem e a extensão ou tipos de intervenções educacionais recebidas.<sup>20</sup>

## ETIOLOGIA E NEUROBIOLOGIA

A etiologia da discalculia do desenvolvimento é provavelmente multifatorial, incluindo predisposição genética, privação ambiental, ensino deficiente, diversidade de sala de aula, currículos não testados, ansiedade matemática e déficits neurológicos. O papel da genética foi demonstrado de forma convincente em um paradigma de estudo de gêmeos, que mostrou que cotwins monozigóticos e dizigóticos de probandos discalculicos eram 12 e 8 vezes, respectivamente, mais propensos a ter discalculia do que a população normal.<sup>21</sup> Além disso, em um estudo com 33 famílias, aproximadamente metade de todos os irmãos de probandos com discalculia eram discalculicos, com um risco estimado de 5 a 10 vezes maior do que o esperado.<sup>22</sup> Esses estudos destacam o papel da hereditariedade na etiopatogenia da discalculia, postulada por Kosci há cerca de 25 anos.<sup>23</sup>

É importante perceber que as crianças têm uma capacidade inerente de aprender alguma aritmética por conta própria, mas, na maioria das vezes, essa habilidade é adquirida na escola. Portanto, avaliar a adequação da instrução é relevante no diagnóstico de crianças cujo desempenho aritmético está abaixo do esperado para a idade e série. Além disso, muitos currículos de aritmética são empíricos, muitas vezes escolhidos por educadores sem evidências suficientes quanto à sua eficácia.<sup>24</sup> Além disso, os professores podem passar para um novo material antes de verificar a competência em conceitos ensinados anteriormente.<sup>25</sup> As desvantagens agravantes são salas de aula superlotadas, a diversidade do corpo discente e uma tendência de integração.<sup>24</sup>

A ansiedade matemática pode ser tanto a causa quanto a sintomatologia da discalculia. Crianças com ansiedade matemática tendem a sacrificar a precisão pela velocidade, tendo um desempenho ruim mesmo nos exercícios aritméticos mais básicos.<sup>26</sup> Felizmente, a intervenção psicológica para ansiedade matemática pode melhorar a competência em aritmética.<sup>27</sup> Se a farmacoterapia nesta condição é útil, aguarda documentação.

A aplicação de sofisticados estudos eletrofisiológicos e técnicas de neuroimagem rendeu informações valiosas sobre a base neuroanatômica da aritmética. Usando potenciais relacionados a eventos, Kiefer e Dehaene descobriram que exercícios de multiplicação simples são processados pelo córtex parietal esquerdo, enquanto exercícios complexos são executados em ambas as áreas centroparietais, embora mais à esquerda.<sup>28</sup> A neuroimagem por imagem de ressonância magnética funcional (fMRI) em indivíduos normais envolvidos em aritmética mostra ativação bilateral dos córtices pré-frontal e parietal inferior.<sup>29</sup>

Quando a tarefa aritmética é um cálculo exato e dependente do idioma (por exemplo, “Sete vezes cinco é ...”), uma grande área no lobo frontal inferior esquerdo é ativada. Por outro lado, tarefas de aproximação de número (por exemplo, “Qual é maior, 5 ou 7?”) Ativam ambos os lobos parietais.<sup>30</sup> Experimentos elegantemente executados indicam que existem duas regiões vizinhas dentro do sulco intraparietal esquerdo que são ativadas durante a subtração. Sua porção média é ativada exclusivamente durante a subtração, enquanto a região mais posterior é ativada por tarefas fonêmicas e de subtração. Essa dualidade é consistente com a teoria de que o processamento de números depende da representação verbal e não verbal dos números.<sup>31</sup>

A neuroimagem funcional na discalculia só recentemente começou a surgir. Em um adulto jovem com discalculia e sem anormalidades estruturais conhecidas, a espectroscopia de ressonância magnética demonstrou um defeito em forma de cunha na área parietotemporal esquerda.<sup>32</sup> Em outro paciente com discalculia secundária a hemorragia do lobo temporal direito sofrida na infância, a ativação funcional da ressonância magnética foi localizada predominantemente nas regiões frontal e parietal do hemisfério esquerdo intacto.<sup>33</sup> Realizamos ressonância magnética funcional em quatro adultos jovens com discalculia do desenvolvimento que, ao ser mostrado um exercício aritmético, foram solicitados a estimar se a resposta sugerida estava próxima ou distante da resposta correta. Descobrimos que as áreas cerebrais ativadas pelos pacientes discalculic foram o sulco intraparietal direito e o giro frontal médio esquerdo. Os controles, por outro lado, ativaram o sulco intraparietal bilateralmente com ativação mínima do giro frontal esquerdo.<sup>34</sup> A ressonância magnética funcional em dois conjuntos de gêmeos, dos quais apenas um cotwin tinha discalculia, demonstrou que os gêmeos discalculic ativaram grandes áreas do cérebro, incluindo as áreas frontal, pré-central e parietal dorsal. No entanto, seus gêmeos, como crianças normais, ativaram predominantemente as áreas frontal e temporoparietal esquerdas.<sup>35</sup> Em um elaborado estudo funcional de ressonância magnética em 14 mulheres com síndrome de Turner e discalculia, a ativação esperada das áreas parietais durante os cálculos aritméticos não ocorreu. As análises morfológicas das áreas parietais mostraram desorganização anatômica do sulco intraparietal direito, área já identificada como crítica para o funcionamento aritmético.<sup>36</sup> Embora preliminares, esses dados sugerem que indivíduos com discalculia podem ativar áreas cerebrais alternativas. É intrigante teorizar que crianças e adultos jovens com discalculia são incapazes de ativar regiões que normalmente operam durante exercícios aritméticos porque essas áreas são

disfuncional ou dismórfica, como no caso da síndrome de Turner. Em seu esforço para compensar a deficiência, os indivíduos com discalculia recrutam outras regiões do cérebro, empregando estratégias cognitivas substitutas, mas, infelizmente, ineficientes.

## MODELOS TEÓRICOS

Em 1925, Henschen cunhou o termo “acalculia” para denotar a perda de habilidades aritméticas previamente adquiridas. Ele postulou a existência de uma rede cortical distinta e autônoma para aritmética e acalculia percebida como uma manifestação de um déficit neurocognitivo específico.<sup>37</sup> Pouco tempo depois, Berger demonstrou que a acalculia também pode ocorrer no contexto de um declínio cognitivo geral.<sup>38</sup>

Hecae et al atribuíram a discalculia a três deficiências neurocomportamentais: agraphia e alexia para números, discalculia espacial e anaritmética.<sup>39</sup> Benson e Denckla posteriormente descreveram um quarto mecanismo neurocomportamental potencial, denominado “parafasia numérica”.<sup>40</sup>

Esses e outros déficits neuropsicológicos constituíram a base conceitual para os fundamentos da discalculia do desenvolvimento. Rourke, por exemplo, propôs que a discalculia é secundária à disfunção visuoespacial ou verbal e perceptivo-auditiva, ambas podendo culminar em múltiplas manifestações cognitivas, incluindo discalculia.<sup>41</sup> Memória operacional deficiente, incluindo memória operacional espacial, também foi proposta como discalculia de desenvolvimento subjacente.<sup>42,43</sup> Na verdade, Geary et al atribuíram o fracasso das crianças em desenvolver representações de memória de longo prazo de fatos numéricos a déficits de memória de trabalho.<sup>44</sup> Mecanismos inibitórios defeituosos também podem interagir com a memória de trabalho; especificamente, se a memória de trabalho for modulada de maneira inadequada, informações irrelevantes ou estratégias aritméticas inadequadas não são inibidas em favor de escolhas mais adequadas.<sup>45</sup> A velocidade de processamento de déficits também foi implicada, levando a uma falta de automaticidade dos fatos aritméticos básicos.<sup>46</sup>

Temple e Sherwood desafiaram a noção de que a disfunção de um processo neuropsicológico subjacente é responsável por problemas aritméticos.<sup>47</sup> Eles demonstraram que a recuperação de fatos aritméticos é uma função especializada, não ligada à memória de curto prazo ou deficiências em outros domínios cognitivos. Seus dados são consistentes com outras evidências experimentais de que as habilidades aritméticas são inerentes, presentes desde a infância, permitindo aos bebês identificar e distinguir pequenas quantidades de números e objetos.<sup>6,48,49</sup> Essas observações implicam que o processamento aritmético é dependente de um mecanismo cognitivo especializado, e não um produto de processos neuropsicológicos “gerais”.<sup>6,47</sup>

Outra abordagem para as complexidades da aritmética são os modelos neurocognitivos que tentam explicar o processamento aritmético normal e a discalculia.<sup>50,51</sup> Assim, o modelo desenvolvido por McCloskey et al divide as habilidades aritméticas em três grupos principais: compreensão de conceitos de números, produção de números e cálculo. Ele fornece uma base teórica para explicar déficits isolados em um domínio específico da aritmética, enquanto outras facetas da aritmética permanecem intactas.<sup>50</sup> Tal dissociação foi relatada por Temple, que descreveu um menino com discalculia do desenvolvimento cujo déficit se restringia ao processamento de números lexicais.<sup>52</sup> Embora este menino não tivesse dificuldade em ler palavras simples ou desconhecidas, ele foi incapaz de atribuir a palavra precisa

valor para um dígito. Assim, quando chamado a ler o número "9172", ele leu como "seis mil seiscentos e setenta e dois". A magnitude de cada dígito foi identificada corretamente, embora numerais individuais tenham sido lidos. Suporte adicional para este modelo é derivado de crianças com discalculia e déficits isolados no aprendizado de tabelas aritméticas ou incapacidade de executar procedimentos aritméticos.<sup>15</sup>

O "modelo de código triplo" proposto por Dehaene e Cohen tem três componentes: verbal, visual e magnitude.<sup>51</sup> Consequentemente, operações aritméticas relativamente simples são processadas pelo sistema verbal dentro do hemisfério esquerdo, enquanto procedimentos aritméticos complexos - que requerem estimativa de magnitude e representações visuais - são bilateralmente localizados. Este modelo é suportado por neuroimagem de indivíduos normais e por estudos de caso de pacientes com lesões cerebrais focais. Portanto, quando indivíduos normais realizam exercícios aritméticos superaprendidos, que são presumivelmente dependentes da linguagem, a ressonância magnética funcional mostra a lobatização frontal esquerda. A resolução de cálculos complexos, que requerem representações de magnitude visual e numérica combinadas, ativa ambos os lobos parietais.<sup>29,30</sup> Num estudo de caso clínico, Grafman e cols. Descreveram um paciente com lesão no hemisfério esquerdo que não conseguia mais se lembrar mecanicamente, superaprendeu fatos aritméticos, mas demonstrou conhecimento intacto da magnitude dos números.<sup>53</sup> Com base nesses dados, Dehaene et al propôs que a rede neural aritmética é composta de dois circuitos neurais distintos, lingüístico e visoespacial, e concluiu que é necessário para o processamento aritmético.<sup>30</sup> Dependendo da extensão e da gravidade do déficit para as redes neurais adjacentes, a discalculia do desenvolvimento pode aparecer como uma deficiência de aprendizagem isolada ou em conjunto com outros problemas neurológicos e de aprendizagem, como dislexia, disgrafia e epilepsia.<sup>13,54</sup>

## DIAGNÓSTICO

Embora as evidências epidemiológicas, neurobiológicas e genéticas indiquem que as bases das dificuldades de aprendizagem são baseadas no cérebro,<sup>2,55</sup> seu diagnóstico ainda é baseado na avaliação de habilidades acadêmicas. Na verdade, os exames médicos e neurológicos convencionais geralmente adicionam apenas marginalmente ao processo de diagnóstico. Quando há suspeita de discalculia, o primeiro passo é avaliar as habilidades aritméticas da criança. O diagnóstico é fundamentado se houver uma discrepância significativa entre o potencial intelectual da criança e seu desempenho aritmético ou por uma discrepância de pelo menos 2 anos entre o grau cronológico e o nível de desempenho da criança.<sup>56</sup> No entanto, existem ressalvas em ambas as definições. Este último tem utilidade limitada nos casos em que uma discrepância de 2 anos não é significativa, ou seja, nas primeiras séries da escola ou para aqueles que concluem o ensino médio. A ressalva quanto à definição do potencial de desempenho é que crianças superdotadas cujo desempenho ainda está dentro da faixa normal, embora significativamente abaixo do esperado, serão identificadas como deficientes de aprendizagem.

Os testes aritméticos padronizados são o método aceitável para avaliar as habilidades aritméticas em crianças. Os subtestes aritméticos do Wide Range Achievement Test — Revised e do Young's Group Mathematics Test são testes cronometrados que enfatizam o desempenho.<sup>57,58</sup> Recentemente, uma bateria de testes aritméticos denominada Bateria de Testes Neuropsicológicos para Processamento e Cálculo de Números em Crianças (NUCALC) foi projetada para avaliar conceitos numéricos, fatos numéricos e procedimentos aritméticos e

foi validado para Suíça e França.<sup>59-61</sup> Desenvolvemos e validamos um teste de aritmética para alunos do ensino fundamental e médio. O teste, baseado no modelo neurocognitivo de McCloskey et al,<sup>50</sup> avalia conceitos de número e procedimentos aritméticos e é útil para fins de pesquisa.<sup>11,20,22</sup>

Os médicos que prestam cuidados abrangentes devem estar cientes de que a discalculia não é apenas uma deficiência de aprendizagem muito comum, mas também o problema cognitivo mais frequentemente encontrado em uma variedade de condições médicas. Crianças nascidas prematuras com pesos de nascimento baixos e muito baixos apresentam alto risco de desenvolver discalculia.<sup>62,63</sup>

Este também é o caso de crianças com epilepsia<sup>64</sup> ou doenças genéticas do cromossomo X (ou seja, síndrome de Turner)<sup>65</sup> e meninas com síndrome do X frágil.<sup>66</sup> Também pode ocorrer no contexto de outros transtornos cognitivos do desenvolvimento, como disfasia do desenvolvimento, TDAH, síndrome de Gerstmann e dislexia do desenvolvimento.<sup>67,68</sup> Na verdade, crianças do jardim de infância com transtornos do desenvolvimento da linguagem freqüentemente manifestam habilidades aritméticas prejudicadas, e mais de 20% dos meninos com TDAH têm discalculia.<sup>69,70</sup> Eles cometem vários erros em aritmética, possivelmente devido à memória prejudicada, erros descuidados, desatenção aos detalhes e lentidão geral.<sup>71</sup>

Aconselhamos, portanto, que antes de dar a uma criança com TDAH o diagnóstico de discalculia, o TDAH deve ser tratado adequadamente e as habilidades aritméticas subsequentemente reavaliadas.

## TRATAMENTO

Crianças com dificuldades de aprendizagem são vulneráveis a vários riscos, incluindo persistência da deficiência de aprendizagem, abandono escolar e instabilidade emocional; crianças com discalculia aparentemente enfrentam desafios semelhantes.<sup>20,72</sup> Portanto, o tratamento da discalculia deve abordar as múltiplas facetas do transtorno, ao mesmo tempo em que se concentra em intervenções educacionais para melhorar as habilidades de estudo em geral e fortalecer a percepção do número e os conceitos aritméticos em particular. A pesquisa neste domínio indica que os alunos com dificuldades de aprendizagem podem melhorar suas habilidades gerais de estudo e se beneficiar de técnicas específicas para seu problema individual.<sup>72,73</sup> Habilidades não acadêmicas que foram denominadas "habilidades de sobrevivência em sala de aula" são essenciais para todos os alunos, especialmente aqueles com dificuldades de aprendizagem. Aquisição de habilidades de sobrevivência, exemplos das quais assumir responsabilidade pelo próprio comportamento, chegar preparado para as aulas, cumprir prazos, comportamento escolar apropriado, seguir instruções e completar tarefas de casa, torna-se indispensável com o aumento da idade e responsabilidades crescentes. Os programas de intervenção, projetados para aprimorar essas habilidades, têm efeitos benéficos de longo prazo.<sup>73</sup>

Uma variedade de técnicas educacionais para crianças com deficiência aritmética tem sido proposta. Para aqueles que não conseguem decifrar os elementos sintáticos dos números, foi desenvolvido um programa de treinamento para transcrever os números em seus dígitos correspondentes. Assim, para o número "60.349", o aluno pratica a sintaxe do número aprendendo que o "6" se relaciona a dezenas de milhares, o "0" a milhares, o "3" a centenas e assim por diante.<sup>74</sup> A capacidade de internalizar o conceito de "linha numérica" pode ser ensinada por adições repetitivas, por exemplo, usando 10, ou seja,  $4 + 10 = 14$ ,  $14 + 10 = 24$ ,  $24 + 10 = 34$ , etc.<sup>75</sup> Rourke e Conway sugeriram que o foco da remediação no problema neuropsicológico subjacente à discalculia, seja perceptual e visual-espacial ou verbal e auditiva.

perceptivo.<sup>76</sup> Essa abordagem enfatiza a verbalização de conceitos aritméticos, procedimentos e operações.

A importância da aprendizagem interativa em aritmética é exemplificada pelo programa MASTER (Treinamento em Estratégia Matemática para Remediação Educacional) desenvolvido para o ensino de multiplicação e divisão. Ele transmite o princípio dessas duas operações aritméticas (por exemplo, que a multiplicação é adição repetida) enquanto aprende como escolher estratégias apropriadas (por exemplo, 7 6 poderia ser resolvido adicionando 7 seis vezes ou adicionando os 6 sete vezes).<sup>77</sup> O autor deste programa sugere que as crianças com discalculia podem aprender aritmética quando fornecidas com conceitos numéricos e estratégias de resolução de problemas.<sup>77,78</sup>

Crianças que entendem de conceitos numéricos, mas têm dificuldade em computação, podem ficar sobrecarregadas com os procedimentos necessários para resolver um exercício aritmético. Portanto, o aprimoramento da recuperação automática para fatos numéricos por perfuração também pode ser útil. A base teórica para a importância da automaticidade provém de evidências de que crianças com habilidades matemáticas fracas apresentam déficits na velocidade de processamento e na inibição.<sup>45</sup> Portanto, a implementação de programas que promovem o aprendizado mecânico de fatos aritméticos precisa ser reconsiderada.<sup>25</sup>

Gersten e Chard argumentaram que internalizar os conceitos de “sentido numérico”, isto é, o conhecimento intuitivo de números e procedimentos necessários para operações numéricas, é crucial na remediação da discalculia.<sup>1</sup> Conseqüentemente, as crianças devem ser instruídas em conceitos básicos de números, em vez de na memorização mecânica de fatos numéricos. Eles sugerem o uso de sistemas representacionais para facilitar o aprendizado, um exemplo disso é um termômetro para o conceito de reta numérica. Outro método para promover a compreensão do conceito é encorajar os alunos a verbalizar sua percepção do procedimento aritmético enquanto o professor fornece feedback. Da mesma forma, o aprimoramento das habilidades de planejamento específicas para a aritmética tem se mostrado benéfico para instruir crianças com discalculia.<sup>78,79</sup>

A tecnologia assistiva também deve estar disponível para a criança discalculica. O software para matemática que enfatiza o exercício tem o potencial de auxiliar no aprendizado de fatos numéricos. Programas de disco de vídeo interativo para adquirir conceitos matemáticos e habilidades de resolução de problemas, bem como para fornecer instruções para situações cotidianas que dependem do pensamento matemático, agora estão disponíveis.<sup>80</sup> Calculadoras de bolso são úteis quando a memória deficiente de fatos numéricos impede a capacidade de completar corretamente um problema aritmético.<sup>4</sup> Calendários, programas de gerenciamento de tempo e relógios digitais e falantes também devem ser recomendados.

Quando tudo mais falhar, a opção de um período de “time-out” deve ser considerada com a antecipação de que ocorrerá uma mudança de desenvolvimento, permitindo uma melhor compreensão dos conceitos aritméticos. Na ausência dessa maturação, como costuma ser visto em adolescentes com discalculia, é imperativo verificar se o conhecimento dos conceitos aritméticos necessários para a vida diária (por exemplo, endereço, calendários, dinheiro e cheques) foi aprendido de forma adequada.

O papel do médico no tratamento da discalculia começa na fase de diagnóstico, estabelecendo se a dificuldade de aprendizado é uma entidade primária, sintomática ou comórbida. Os médicos, com sua autoridade inerente, muitas vezes são o membro apropriado dentro da equipe multidisciplinar para discutir com os pais a natureza e as ramificações da deficiência cognitiva que afeta seus filhos. Eles podem guiar a criança e os pais através do labirinto de avaliações de especialistas e inúmeras opções terapêuticas enquanto

fornecendo explicações sobre as bases neurológicas do transtorno e suas implicações genéticas familiares.

## DIREÇÕES FUTURAS

A pesquisa em discalculia ainda está em seu estágio emergente, ficando para trás em relação a outras dificuldades de aprendizagem. Embora as teorias sejam abundantes, o processo neuropsicológico subjacente ou déficit (s) de discalculia permanece indefinido. A neuroimagem funcional e a genotipagem de indivíduos com discalculia e suas famílias podem fornecer pistas para finalmente identificar sua biologia estrutural, genética e molecular. O impacto do ambiente na gravidade da discalculia e sua cronicidade e comorbidade também aguardam investigações adicionais.

## RELATÓRIOS DE CASO

### Caso 1

Um menino de 14 anos na 9ª série foi encaminhado para a unidade de neuropediatria por causa de TDAH e incapacidade de aprender conceitos básicos de aritmética. Seu histórico familiar era positivo para uma irmã mais velha com discalculia. O diagnóstico de TDAH já estava determinado na segunda série, e ele respondeu à terapia farmacológica com psicoestimulantes. Ele conseguiu aprender a ler e escrever, mas ficou atrás de seus colegas em aritmética de tal forma que, na terceira série, ainda usava os dedos para somar ou subtrair. A remediação intensiva foi iniciada e ele acabou dominando a adição e a subtração complexas, sem compreender ou automatizar adequadamente os procedimentos de multiplicação. Para resolver 7

5, ele adicionaria repetidamente 7 cinco vezes, mas não conseguia compreender os conceitos necessários para a divisão. Seus exames físico e neurológico eram normais, assim como seu QI Wechsler Verbal (107) e QI de Desempenho (110).

Este caso demonstra a ocorrência de discalculia do desenvolvimento e TDAH, uma situação de comorbidade encontrada em um quarto das crianças com discalculia. A presença de um irmão com discalculia aponta para a natureza genético-familiar desse transtorno. Embora nosso paciente não tivesse problemas significativos com leitura e escrita, sua aritmética permaneceu problemática, apesar das intervenções educacionais e do tratamento eficaz do TDAH.

### Caso 2

Uma menina de 11 anos de idade na 5ª série foi encaminhada para a unidade de neuropediatria por causa de uma incapacidade de aprender a tabuada e os procedimentos aritméticos necessários para multiplicação e divisão. Não havia histórico familiar de dificuldades de aprendizagem ou TDAH, e seu desenvolvimento pré-natal, natal e psicomotor era normal. Sua integração inicial na estrutura escolar foi tranquila e ela adquiriu habilidades de leitura e escrita conforme o esperado. No entanto, na 3ª série, um declínio acentuado em seu comportamento geral e funcionamento escolar foi observado e atribuído a uma reação de ansiedade após uma breve separação de seus pais. Ela respondia de forma irregular a pequenas mudanças em sua programação diária, evitava situações desconhecidas, exigia a presença dos pais na hora de dormir e se recusava a ver os colegas de classe. Seus professores relataram que suas habilidades aritméticas eram muito fracas, tanto em termos absolutos quanto em relação às suas habilidades verbais. Embora ela tivesse dominado a adição e a subtração, ela não tinha ideia de como proceder nos exercícios de multiplicação ou divisão e não tinha dominado a tabuada. As intervenções psicológicas e educacionais produziram uma melhora mínima.

Os exames físico e neurológico eram normais, assim como seu QI Wechsler Verbal (110) e QI de Desempenho (119). Embora suas habilidades de leitura fossem adequadas à idade, ela tinha dificuldade em compreensão de leitura e habilidades organizacionais fracas, mas sem sinais evidentes de desatenção. As pontuações no Questionário de Comportamento Infantil estavam na faixa clínica para as escalas de ansiedade / depressão, abstinência e transtorno de pensamento.<sup>81</sup> Os resultados em uma tarefa de desempenho contínuo estavam dentro dos limites normais. O diagnóstico de trabalho foi comorbidade para discalculia do desenvolvimento e ansiedade, embora não fosse aparente se a discalculia era sintomática para o transtorno de ansiedade ou vice-versa. O psiquiatra consultor aconselhou tratamento



com fluvoxamina para o transtorno de ansiedade; tutoria de aritmética também foi iniciado. Em 6 meses, ocorreu uma melhora dramática nos sintomas de ansiedade e ela rapidamente superou a lacuna na aritmética. Este caso demonstra que a discalculia pode ser sintomática para um transtorno de ansiedade e pode responder a uma terapia específica.

## Referências

- Gersten R, Chard D: Sentido numérico: Repensando a instrução aritmética para alunos com deficiências matemáticas. *J Spec Educ* 1999; 33: 18–28.
- Shaywitz S: Conceitos atuais: Dislexia. *NEngl J Med* 1998; 338: 307–312.
- American Psychiatric Association: *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, IV*. Washington, DC, American Psychiatric Press, 1994.
- Ginsburg HP: Dificuldades de aprendizagem em matemática: uma visão da psicologia do desenvolvimento. *J Learn Disabil* 1997; 30: 20–33.
- Nieder A, Freedman DJ, Miller EK: Representação da quantidade de itens visuais no córtex pré-frontal dos primatas. *Ciência* 2002; 297: 1708–1711.
- Wynn K: Fundamentos psicológicos do número: competência numérica em bebês humanos. *Trends Cogn Sci* 1998; 2: 296–303.
- Piaget J: *A percepção do número pela criança*. Nova York, Norton, 1965.
- Bryant P: Crianças e aritmética. *J Child Psychol Psychiatry* 1995; 36: 3–32.
- Dehaene S: *O senso numérico*. Oxford, Reino Unido, Oxford University Press, 1997.
- O'Hare AE: disgrafia e discalculia, em Whitmore K, Hart H, Willems G (eds): *Clínicas em Medicina do Desenvolvimento*, não. 145. London, Mac Keith Press, 1999, 96–118.
- Shalev RS, Manor O, Amir N, Gross-Tsur V: Aquisição de aritmética em crianças normais: Avaliação por um modelo cognitivo de discalculia. *Dev Med Child Neurol* 1993; 35: 593–601.
- Geary DC: *Desenvolvimento Matemático Infantil*. Washington DC, American Psychological Association, 1994.
- Gross-Tsur V, Manor O, Shalev RS: Discalculia de desenvolvimento: Prevalência e características demográficas. *Dev Med Child Neurol* 1996; 38: 25–33.
- Shalev RS, Manor O, Gross-Tsur V: aspectos neuropsicológicos da discalculia do desenvolvimento. *Math Cogn* 1997; 3: 105–120.
- Temple CM: A neuropsicologia cognitiva das discalculias do desenvolvimento. *Curr Psychol Cogn* 1994; 13: 351–370.
- Badian NA: Aprendizagem aritmética e não verbal, em Myklebust HR (ed): *Progresso nas dificuldades de aprendizagem*. New York, Grune e Stratton, 1983, 5, 235–264.
- Lewis C, Hitch GJ, Walker P: A prevalência de dificuldades aritméticas específicas e dificuldades específicas de leitura em meninos de 9 a 10 anos de idade e garotas. *J Child Psychol Psychiatry* 1994; 35: 283–292.
- Hein J, Bzofka MW, Neumärker KJ: A desordem específica das habilidades aritméticas. Estudo de prevalência em amostra populacional rural e urbana e sua validação clínico-neuropsicológica. *Eur criança-adolescente psiquiatria* 2000; 9 (Suplemento 2): 87–101.
- Ramaa S, Gowramma IP: Um procedimento sistemático para identificar e classificar crianças com discalculia entre crianças de escolas primárias na Índia. *Dislexia* 2002; 8: 67–85.
- Shalev RS, Manor O, Auerbach J, Gross-Tsur V: Persistência de discalculia do desenvolvimento: O que conta? Resultados de um estudo de acompanhamento prospectivo de três anos. *Pediatrics* 1998; 133: 358–362.
- Alarcon M, Defries JC, Gillis Light J, Pennington BF: Um estudo gêmeo da deficiência matemática. *J Learn Disabil* 1997; 30: 617–623.
- Shalev RS, Manor O, Kerem B, et al: A discalculia do desenvolvimento é uma deficiência de aprendizagem familiar. *J Learn Disabil* 2001; 34: 59–65.
- Kosc L: Discalculia do desenvolvimento. *J Learn Disabil* 1974; 7: 46–59.
- Miller SP, Mercer CD: Aspectos educacionais das deficiências matemáticas. *J Learn Disabil* 1997; 30: 47–56.
- Cumming JJ, Elkins J: Falta de automatidade nos fatos de adição básicos como uma característica de problemas de aprendizagem aritmética e necessidades instrucionais. *Math Cogn* 1999; 5: 149–180.
- Ashcraft MH: Psicologia cognitiva e aritmética simples: uma revisão e um resumo de novas direções. *Math Cogn* 1995; 1: 3–34.
- Faust MW, Ashcraft MH, Fleck DE: efeitos de ansiedade matemática em adição simples e complexa. *Math Cogn* 1996; 2: 25–62.
- Kiefer M, Dehaene S: O curso de tempo da ativação parietal na multiplicação de um dígito: Evidência de potenciais relacionados a eventos. *Math Cogn* 1997; 3: 1–30.
- Rueckert L, Lange N, Partiot A, et al: Visualização da ativação cortical durante o cálculo mental com ressonância magnética funcional. *Neuroimage* 1996; 3: 97–103.
- Dehaene S, Spelke E, Pinel P, et al: Fontes de pensamento matemático: Evidência comportamental e de imagem cerebral. *Ciência* 1999; 284: 970–974.
- Simon O, Mangin JF, Cohen L, et al: Layout topográfico da mão, olho, cálculo e áreas relacionadas à linguagem no lobo parietal humano. *Neurônio* 2002; 33: 475–487.
- Levy LM, Levy Reis I, Grafman J: Anormalidades metabólicas detectadas por <sup>1</sup>H-MRS em discalculia e disgrafia. *Neurologia* 1999; 53: 639–641.
- Levin HS, Scheller J, Rickard T, et al: Dyscalculia and dislexia after the right hemisphere is in baby. *Arch Neurol* 1996; 53: 88–96.
- Morocz IA, Gross-Tsur V, von Aster M, et al: Ressonância magnética funcional em discalculia: observações preliminares. *Ann Neurol* 2003; 54 (Suplemento 7): S145.
- Kucian K, Loenneker T, Dietrich T, et al: Desenvolvimento de vias cerebrais para cálculo: Um estudo de fMRI em crianças e adultos. *Neuroimage* 2003; 19: 2.
- Molko N, Cachia A, Riviere D, et al: Alterações funcionais e estruturais do sulco intraparietal em uma discalculia de desenvolvimento de origem genética. *Neurônio* 2003; 40: 847–858.
- Henschen SE: Contribuições clínicas e anatômicas em patologia cerebral. *Arch Neurol Psychiatry* 1925; 13: 226–249.
- Berger H: Sobre distúrbios aritméticos em doenças de pastores no cérebro. *Arch Psychiatr Nervenkrankh* 1926; 78: 238–263, citado em Bolter F, Grafman J: Acalculia: Historical development and current meaning. *Brain Cogn* 1983; 2: 205–223.
- Hecaen H, Angelergues R, Houilliers S: variedades clínicas de acalculia em lesões Rolandic: abordagem estatística para o problema. *Rev Neurol (Paris)* 1961; 105: 85–103.
- Benson DF, Denckla MB: A parafasia verbal como fonte de distúrbio de cálculo. *Arch Neurol* 1969; 21: 96–102.
- Rourke BP: Deficiências aritméticas, específicas e outras: Uma perspectiva neuropsicológica. *J Learn Disabil* 1993; 26: 214–226.
- Koontz KL, Berch DB: Identificando estímulos numéricos simples: ineficiências de processamento exibidas por crianças com dificuldades de aprendizagem aritmética. *Math Cogn* 1996; 2: 1–23.
- McLean JF, Hitch GJ: Problemas de memória de trabalho em crianças com dificuldades específicas de aprendizagem aritmética. *J Exp Child Psychol* 1999; 74: 240–260.
- Geary DC, Brown SC, Samaranayake VA: Adição cognitiva: Um breve estudo longitudinal da escolha da estratégia e da velocidade de processamento das diferenças em crianças superdotadas, normais e com deficiência matemática. *Dev Psychol* 1991; 27: 787–797.
- Bull R, Scerif G: Funcionamento executivo como um preditor da habilidade matemática das crianças: memória de inibição, troca e trabalho. *Dev Neuropsychol* 2001; 19: 273–293.
- Bull R, Johnston RS: Dificuldades aritméticas das crianças: Contribuições da velocidade de processamento, identificação de itens e memória de curto prazo. *J Exp Child Psychol* 1997; 65: 1–24.
- Temple CM, Sherwood S: Representação e recuperação de fatos aritméticos: Dificuldades de desenvolvimento. *Q J Exp Psychol* 2002; 55A: 733–752.
- Antell S, Keating DP: Percepção de invariância numérica em neonatos. *Child Dev* 1983; 54: 695–701.
- Wynn K: Adição e subtração por bebês humanos. *Natureza* 1992; 358: 749–750.
- McCloskey M, Caramazza A, Basili A: Mecanismos cognitivos no processamento e cálculo de números: Evidência de discalculia. *Brain Cogn* 1985; 4: 171–196.
- Dehaene S, Cohen L: Rumo a um modelo anatômico e funcional de processamento de números. *Math Cogn* 1995; 1: 83–120.
- Temple CM: Dígito dislexia: Um transtorno de categoria específica na discalculia do desenvolvimento. *Cogn Neuropsychol* 1989; 6: 93–116.

- 53 Grafman J, Kampen D, Rosenberg J, et al: habilidades de cálculo em um paciente com uma hemisferectomia esquerda virtual. *Behav Neurol* 1989; 2: 183-194.
- 54 Gross-Tsur V, Manor O, Shalev RS: Discalculia de desenvolvimento, gênero e o cérebro. *Arch Dis Child* 1993; 68: 510-512.
- 55 Ernst M, Liebenauer LL, King AC, et al: Reduced brain metabolism in hyperactive girls. *J Am Acad Criança Adolescente Psiquiatria* 1994; 33: 858-868.
- 56 Hammill DD: Sobre a definição de deficiências de aprendizagem: um consenso emergente. *J Learn Disabil* 1990; 23: 74-84.
- 57 Jastak S, Wilkinson GS: *Teste de desempenho de ampla gama - Revisado: Manual de administração*. Wilmington, DE, Jastak Associates, 1984.
- 58 Jovem D: *Teste de Matemática em Grupo*. Sevenoaks, Inglaterra, Hodder e Stoughton, 1971.
- 59 de Aster MG: ZAREKI -Bateria de testes neuropsicológicos para processamento de números e aritmética em crianças. Lisse, Holanda, Swets Test Services, 2001.
- 60 von Aster MG, Deloche G, Dellatolas G, Meier M: Processamento e cálculo de números em crianças de 2ª e 3ª séries: Um estudo comparativo de crianças francófonas e alemãs. *Revista Psicologia do desenvolvimento Psicologia pedagógica* 1997; 24: 151-166.
- 61 Deloche G, von Aster MG, Dellatolas G, et al: Processamento de números e cálculo em CE1 e CE 2, alguns dados e princípios de elaboração de uma bateria. *Abordagem do neuropsicol infantil* 1995; 230: 42-52.
- 62 Anderson P, Doyle LW e o Victorian Infant Collaborative Study Group: Resultados neurocomportamentais de crianças em idade escolar nascidas com peso extremamente baixo ou muito prematuro na década de 1990. *JAMA* 2003; 289: 3264-3272.
- 63 Johnson EO, Breslau N: Aumento do risco de dificuldades de aprendizagem em meninos com baixo peso ao nascer aos 11 anos. *Biol Psychiatry* 2000; 47: 490-500.
- 64 Shalev RS, Gross-Tsur V, Masar D: Cognição, comportamento e desempenho acadêmico em crianças com epilepsia, em Shinnar S, Amir N, Branski D (eds): *Apreensões na infância*. Basel, Switzerland, Karger, 1995, 6: 170-178.
- 65 Temple CM, Carney RA: O funcionamento intelectual de crianças com síndrome de Turner: Uma comparação de fenótipos comportamentais. *Dev Med Child Neurol* 1993; 35: 361-369.
- 66 Hagerman RJ, Jackson C, Amiri K, et al: Meninas com síndrome do X frágil: status físico e neurocognitivo e resultado. *Pediatrics* 1992; 89: 395-400.
- 67 Shalev RS, Gross-Tsur V: discalculia de desenvolvimento e avaliação médica. *J Learn Disabil* 1993; 26: 134-137.
- 68 Shalev R: discalculia do desenvolvimento, em Perat MV (ed): *Novos desenvolvimentos em neurologia infantil*. Bolonha, Itália, Monduzzi Editore, 1998, 635-641.
- 69 Manor O, Shalev RS, Joseph A, Gross-Tsur V: Habilidades aritméticas em crianças do jardim de infância com distúrbios de desenvolvimento da linguagem. *Eur J Neurol Pediátrico* 2001; 5: 71-77.
- 70 Faraone SV, Biederman J, Lehman BK, et al: Desempenho intelectual e fracasso escolar em crianças com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade e em seus irmãos. *J Abnorm Psychol* 1993; 102: 616-623.
- 71 Lindsay RL, Tomazic T, Levine MD, Accardo PJ: Impacto da disfunção atencional na discalculia. *Dev Med Child Neurol* 1999; 41: 639-642.
- 72 Lamminmaki T, Ahonen T, Todd de Barra H, et al: Tratamento de grupo de dois anos para crianças com dificuldades de aprendizagem: Avaliação dos efeitos da duração do tratamento e características pré-tratamento. *J Learn Disabil* 1997; 30: 354-364.
- 73 Snyder MC, Bambara LM: Ensinando alunos do ensino médio com dificuldades de aprendizagem a autogerenciar habilidades de sobrevivência em sala de aula. *J Learn Disabil* 1997; 30: 534-543.
- 74 Sullivan KS, Macaruso P, Sokol SM: Remediação do processamento de numerais arábicos em um caso de discalculia do desenvolvimento. *Neuropsychol Rehabil* 1996; 6: 27-53.
- 75 Neibert M: Dez é a chave. *Acad Ther* 1985; 20: 593-598.
- 76 Rourke BP, Conway JA: Deficiências de raciocínio aritmético e matemático: Perspectivas de neurologia e neuropsicologia. *J Learn Disabil* 1997; 30: 34-46.
- 77 Van Luit JEH, Naglieri JA: Eficácia do programa MASTER para o ensino de multiplicação e divisão de crianças especiais. *J Learn Disabil* 1999; 32: 98-107.
- 78 Naglieri JA, Gottling SH: Ensino de matemática e processos cognitivos PASS: Um estudo de intervenção. *J Learn Disabil* 1997; 30: 513-520.
- 79 Naglieri JA, Johnson D: Eficácia de uma intervenção de estratégia cognitiva na melhoria da computação aritmética com base na teoria PASS. *J Learn Disabil* 2000; 33: 591-597.
- 80 Lewis RB: Tecnologia assistiva e dificuldades de aprendizagem: as realidades de hoje e as promessas de amanhã. *J Learn Disabil* 1998; 31: 16-26, 54.
81. Achenbach TM: *Manual para Lista de Verificação de Comportamento Infantil / 4-18 e 1991 Profile*. Burlington, VT, Departamento de Psiquiatria, Universidade de Vermont, 1991.