

Desenvolvimento das Habilidades Aritméticas e Composição Fatorial da Prova de Aritmética em Estudantes do Ensino Fundamental

Alessandra Gotuzo Seabra¹

Natália Martins Dias

Elizeu Coutinho de Macedo

Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo

Resumo

A habilidade aritmética inclui processamento numérico e cálculo, aspectos relativamente independentes entre si. Este estudo investigou o desenvolvimento desta habilidade em estudantes do ensino fundamental e a composição fatorial da Prova de Aritmética (PA). Participaram 587 estudantes da 1ª à 8ª série, com idade entre 6 e 16 anos, avaliados na PA. Anova revelou efeito significativo da série sobre os desempenhos na PA. Análise fatorial, considerando a amostra conjuntamente, retornou um fator único. O mesmo foi encontrado no grupo de 1ª à 4ª série. No grupo de 5ª à 8ª, evidenciou-se uma solução de dois fatores: processamento numérico e cálculo. Hipotetiza-se que, nos estudantes mais velhos, estas habilidades estejam mais consolidadas, sendo possível identificar os dois fatores subjacentes a seu desempenho, conforme previsto teoricamente.

Palavras-chave: Aritmética; Avaliação psicológica; Análise fatorial.

Arithmetic Skills Development and Factorial Composition of the Arithmetic's Test in Students of Elementary School

Abstract

The arithmetical skill includes numerical processing and calculation, aspects relatively independents. This study investigated the development of this skill in students of the elementary education, and the factorial composition of the Arithmetic Test (AT). The participants were 587 students of the 1st to the 8th grades, with age between 6 and 16 years, evaluated in the AT. Anova revealed significant grade effects in the AT scores. Factorial analysis, considering the whole sample and the group of 1st to the 4th grades, returned an unique factor. In the 5th to the 8th group showed up a two factors solution: numerical processing and calculation. It probably occurred because, in the older students, these abilities are more consolidated, being possible to identify the two factors underlying to the arithmetical performance, like it was predicted theoretically.

Keywords: Arithmetic; Psychological assessment; Factorial analysis.

A palavra “aritmética” deriva do grego *arithmós* significando “quantidade” ou “número”. Sua finalidade é estudar as propriedades dos números e as operações que podem ser realizadas com eles. Segundo Butterworth (2005), dominar a competência aritmética ao longo do desenvolvimento requer o domínio prévio do conceito de numerosidade (*numerosity*), que se refere ao número ou quantidade de elementos de um conjunto. Esse conceito inclui diferentes aspectos, tais como o princípio de correspondência um a um, a compreensão de que os elementos podem ser abstratos e não necessariamente visíveis, a capacidade de reconhecer pequenas numerosidades sem necessidade de contagem verbal, e a com-

preensão de que manipulações em um conjunto ou entre conjuntos podem alterar a numerosidade, tais como somas, divisões ou outras.

Uma das habilidades fundamentais para o desenvolvimento da competência aritmética é a contagem. Assim, além do conceito de numerosidade, é necessário o conceito de sequenciamento. O domínio dos fatos básicos também é importante para a aritmética, pois permite resgatar da memória o resultado de operações com números pequenos, tais como $3 + 5$ ou 2×4 , dispensando a necessidade de manipular os números para chegar ao resultado. Portanto, o conceito de numerosidade, juntamente com outras habilidade de memória de trabalho, cognição espacial e certas habilidades linguísticas servirão como base para a aquisição das habilidades aritméticas (Butterworth, 2005).

McCloskey, Caramazza e Basili (1985) propuseram um modelo dos elementos envolvidos na competência aritmética, diferenciando duas dimensões fundamentais:

¹ Endereço para correspondência: Universidade Presbiteriana Mackenzie, Reitoria, Programa de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento, Rua da Consolação, 930, Térreo, Prédio 38, Campus São Paulo, Centro, São Paulo, SP, Brasil, CEP 01302-907. E-mail: alessandra.seabra@mackenzie.br

(a) o processamento numérico, que se refere tanto à compreensão quanto à produção numérica, ou seja, envolve aspectos tais como compreensão/conhecimento dos símbolos numéricos e de suas quantidades, leitura, escrita e contagem de números; e (b) o cálculo, que abarca aspectos relacionados ao processamento dos símbolos matemáticos operacionais e à execução de cálculos aritméticos propriamente ditos.

Outro modelo teórico das representações numéricas é o proposto por Novick e Arnold (1988), em que há um componente verbal adicional em relação ao modelo de McCloskey et al. (1985). Assim, segundo esse modelo, tal competência inclui três principais habilidades: (a) compreensão e contagem dos números, (b) habilidade de calcular e (c) habilidade de resolver problemas aritméticos apresentados verbalmente.

O modelo cognitivista descrito por Grégorie (2000) inclui, como os modelos anteriormente citados, um componente de cálculo e um componente de compre-

ensão dos números, porém é sugerida uma divisão entre esse componente e um sistema de produção de números, além de um componente de representação semântica. O modelo de Grégorie (2000) procura descrever como os indivíduos processam a informação aritmética, incluindo a articulação de conhecimentos matemáticos, lingüísticos e factuais; a memória e a automatização de procedimentos. Por exemplo, para a situação de execução de um cálculo, o autor propõe o fluxograma representado na Figura 1. Assim, por exemplo, para executar o cálculo $5 + 6$ seriam necessárias três etapas: (a) inicialmente, no sistema de compreensão, os números 5 e 6 são analisados como quantidades abstratas pelo sistema de números árabes; (b) no sistema de cálculo, o processador de símbolos identifica o operador da adição; o resultado é então procurado no estoque de fatos aritméticos; e (c) no sistema de produção, a representação do resultado é transformada em sua forma apropriada (números ou palavra).

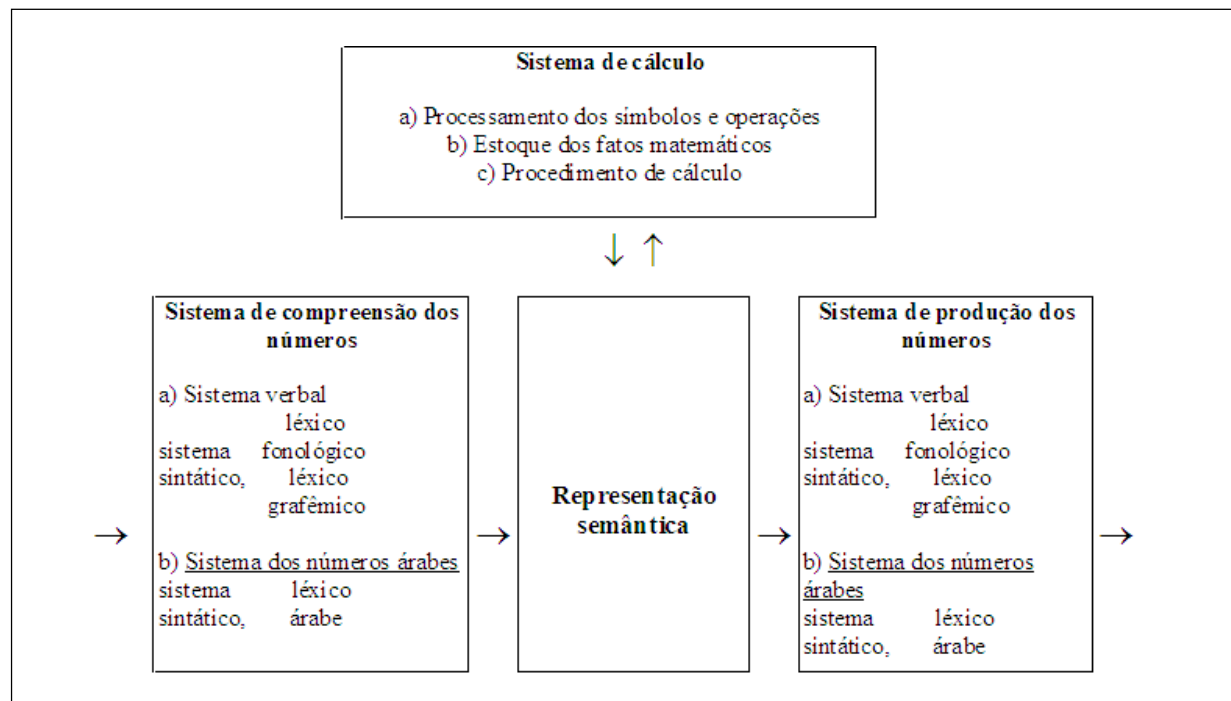


Figura 1. Fluxograma das etapas de processamento de informação durante a execução de um cálculo (baseado em Grégorie, 2000).

Pode-se observar que tais modelos apresentam aspectos semelhantes. Por exemplo, no modelo de Novick e Arnold (1988), o aspecto ‘compreensão e contagem dos números’ parece refletir a dimensão ‘processamento numérico’ de McCloskey et al. (1985) e os sistemas de ‘compreensão’ e de ‘produção’ de Grégorie (2000). Já a ‘habilidade de calcular’ e a ‘habilidade de resolver problemas aritméticos apresentados verbalmente’ de Novick e Arnold (1988) aproximam-se da dimensão de ‘cálculo’ dos outros dois modelos. Dessa forma, parece haver

uma diferenciação importante entre compreensão numérica, de um lado, e cálculo, de outro. De fato, tal dissociação tem sido encontrada em quadros de distúrbios de aprendizagem matemática (Butterworth, 2005).

Tais distúrbios ainda têm sido pouco estudados na literatura, apesar de uma prevalência aproximada de 6% na população escolar (Argollo, 2008), recebendo diferentes nomes como Transtorno da Matemática (Associação Psiquiátrica Americana [APA], 2002), Transtorno Específico da Habilidade em Aritmética (Organização

Mundial de Saúde [OMS], 1993) e discalculia ou discalculia do desenvolvimento (Novick & Arnold, 1988; Santos, Kikuchi, & Ribeiro, 2009; Santos & Silva, 2008). Segundo Butterworth (2005), a discalculia refere-se, de modo geral, às dificuldades em aprender ou lembrar fatos aritméticos e em executar procedimentos de cálculo. Dentre as principais dificuldades de crianças com discalculia, podem-se mencionar aquelas na identificação dos números e na compreensão de conjuntos, pobre habilidade de contagem, dificuldades de cálculo e na compreensão de conceitos de medida, dificuldade para aprender a dizer as horas, dificuldade na compreensão da linguagem matemática e dos símbolos operacionais, pobre entendimento da conservação de quantidades e dificuldade em resolver problemas orais (Vieira, 2004).

Alguns instrumentos de avaliação têm sido usados para identificar as dificuldades em crianças com problemas em aritmética. Pode-se citar, por exemplo, o subteste de Aritmética das escalas Wechsler – WAIS e WISC (Wechsler, 1981). Há uma tendência para os escores nesse subteste diminuírem na presença de lesão cerebral. Porém, por fazer uso do formato de aplicação oral, o examinador pode não perceber os frequentes efeitos da discalculia espacial, que se tornam aparentes apenas quando o paciente precisa organizar conceitos aritméticos no papel, isto é, espacialmente. Pode também continuar ignorante sobre uma alexia que seria evidenciada se o paciente precisasse olhar para os símbolos aritméticos no papel.

Luria (1973, conforme citado por Lezak, 1995) usou problemas de aritmética de dificuldade crescente para examinar habilidades de raciocínio. Esses problemas não envolvem habilidades matemáticas muito complexas, mas exigem implicitamente que o sujeito faça comparações entre elementos do problema, e contém operações intermediárias que não são especificadas.

Também segundo Wechsler (1981), um aspecto importante da avaliação das habilidades aritméticas é a análise de erros. Esta, mais do que a análise de escores, pode fornecer uma compreensão dos possíveis problemas de um indivíduo. Spiers (1987, conforme citado Lezak, 1995) descreveu cinco tipos de erro, especificamente durante o cálculo: (a) Erros de manter o lugar, que incluem interpretação incorreta do ponto decimal ou do tamanho do número, reversões de seqüência ou reversões parciais, transposição de um número; (b) Erros de dígito, envolvem substituição do dígito, com colocação de dígito errado ou como uma perseverança de outra parte do problema; ou ainda omissão de um ou mais dígitos, freqüentemente relacionada a uma desatenção em metade com campo visual; substituições e omissões também podem surgir de falta de cuidado ou distração; (c) Erros de empréstimo ou carregamento, que podem ocorrer devido a falhas para emprestar ou carregar; (d) Erros de fato básico, que podem ser erros re-

lacionados às tabelas de multiplicação; e (e) Erros algoritmos, com falha em executar todos os passos em um procedimento, desalinhando números, seguindo uma seqüência incorreta (direcional ou prioridade) ao longo do problema, ou substituindo uma operação por outra.

Para Wechsler (1981), além desses cinco tipos de erros, mais um seria possível, e constitui a fonte mais comum de falha em pacientes com disfunção cerebral tipicamente associada com dano difuso leve (e.g., trauma de cabeça, esclerose múltipla): erros devido à habilidade prejudicada para auto-monitoramento de tarefas automáticas. Tal padrão tipicamente se mostra como substituições, posicionamentos errados (de números, decimais), omissões que não estão sempre de um lado ou de outro do problema, falhas em tabela de multiplicação e não completar todos os passos de uma operação. Eles são facilmente reconhecidos, e indivíduos com tal padrão tendem a completar mais problemas corretamente do que incorretamente, não havendo um padrão de erro regular. Pacientes com dano frontal também produzem esses tipos de erros, sendo o problema subjacente de auto-monitoramento.

Mais recentemente, outras propostas tem sido lançadas à avaliação das dificuldades matemáticas. Em uma dessas publicações, Argollo (2008) apresentou a Nepsy, uma bateria neuropsicológica infantil em processo de validação e padronização no Brasil. A bateria é estruturada em seis grandes domínios e 32 subtestes e permite a avaliação de crianças de três a 12 anos de idade. Apesar disso, a Nepsy não possui nenhum subteste delineado especificamente à avaliação das discalculias ou das dificuldades matemáticas. Para avaliação destes processos, a autora sugere a avaliação de diversas habilidades envolvidas no desempenho em matemática, como atenção, processamento visoespacial, memória de trabalho, funções executivas, compreensão de linguagem e outras. Esta via tem se mostrado adequada, visto que estudo da própria autora evidenciou que os subtestes dos domínios função executiva/atenção, processamento visoespacial e aprendizagem/memória são eficazes em discriminar entre crianças com transtorno específico de aritmética e seus controles. Porém, segundo a autora, em consonância com outros achados como Balbi (2008), por exemplo, seria interessante dispor de um instrumento que avaliasse diretamente as habilidades matemáticas, ou mais especificamente, as aritméticas, haja visto que não somente no transtorno específico de aritmética alterações executivas, atencionais, de memória ou de processamento visoespacial podem estar presentes.

Um instrumento específico delineado à avaliação de várias habilidades matemáticas básicas é a Bateria Neuropsicológica para Avaliação do Processamento Numérico ou do Cálculo em Crianças ou ZAREKI, da sigla em alemão. Recentemente, o instrumento foi re-

visado, originando a ZAREKI-R, com 12 subtestes, enumeração de pontos, contagem oral em ordem inversa, ditado de números, cálculo mental, leitura de números, posicionamento de números em escala vertical, memorização de dígitos, comparação de números apresentados oralmente (comparação de grandeza), estimativa visual de quantidade, estimativa qualitativa de quantidades no contexto, problemas aritméticos apresentados oralmente e comparação de números escritos (comparação de grandeza). O instrumento está em fase de adaptação e padronização no Brasil e estudos preliminares já fornecem resultados promissores (Santos & Silva, 2008).

Em um desses estudos, a ZAREKI-R foi aplicada a um grupo de 122 crianças saudáveis com idades entre sete e 12 anos, estudantes de escola pública. De modo geral, observou-se efeito de idade na maioria de seus subtestes. Interessantemente, verificou-se também que em alguns subtestes (ex., comparação escrita) mesmo as crianças mais jovens desempenham-se muito bem, enquanto que em outros, mais complexos (ex., cálculo mental), nem mesmo as crianças de 12 anos atingem o teto. Para os autores esse dado é corroborativo da diferença entre tarefas de cálculo e de processamento numérico. Outro estudo proveu dados de que a ZAREKI-R é capaz de discriminar, dentre crianças com Transtorno de Aprendizagem, aquelas que possuem Transtorno Específico de Matemática daquelas que não o possuem (Santos & Silva, 2008). Apesar de achados interessantes, cabe lembrar que estes ainda são estudos preliminares.

Devido à escassez de instrumentos disponíveis no Brasil para avaliar a competência matemática ou, mais especificamente, a competência aritmética, foi recentemente desenvolvida a Prova de Aritmética (Seabra, Montiel, & Capovilla, 2009a, 2009b). Ela busca avaliar os aspectos citados por Novick e Arnold (1988), Wechsler (1981), Luria (1973) e Spiers (1987, conforme citados por Lezak, 1995). A Prova de Aritmética foi utilizada neste estudo, cujo objetivo foi investigar o desenvolvimento das habilidades aritméticas em uma amostra de estudantes da 1ª até a 8ª série do ensino fundamental, bem como averiguar a composição fatorial do instrumento. Tais dados podem ainda fornecer evidências adicionais de validade da Prova de Aritmética e esta pode, futuramente, constituir uma ferramenta útil à avaliação, nos contextos clínico e escolar, de crianças com dificuldades de aprendizagem.

Método

Participantes

Participaram 587 crianças, estudantes da 1ª a 8ª série do ensino fundamental de duas escolas públicas de uma cidade do interior do estado de SP, sendo uma

de 1ª a 4ª e outra de 5ª a 8ª série do ensino fundamental. De modo mais específico, participaram 90 estudantes da 1ª série ($M = 6,9$ anos; $DP = 0,51$); 111 da 2ª série ($M = 8,2$; $DP = 0,94$); 69 da 3ª série ($M = 8,9$; $DP = 0,70$); 86 da 4ª série ($M = 9,9$; $DP = 0,77$); 62 da 5ª série ($M = 10,7$; $DP = 0,80$); 45 da 6ª série ($M = 11,7$; $DP = 0,75$); 60 da 7ª série ($M = 12,7$; $DP = 0,65$) e 64 matriculadas na 8ª série do ensino fundamental ($M = 13,8$ anos de idade; $DP = 0,9$). A média geral de idade da amostra é de 9,9 anos ($DP = 2,35$).

Participaram do estudo todas as crianças de ambas as escolas cujos pais assim autorizaram mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. No ato da coleta dos dados, utilizou-se como critério de exclusão a existência de deficiência sensorial ou motora grave, conhecida, não corrigida, conforme informe dos professores; porém nenhum sujeito enquadrou-se em tal critério. Para a análise dos dados, optou-se pela exclusão de alunos repetentes.

Instrumento

Prova de Aritmética (PA). A Prova de Aritmética (PA) (Seabra et al., 2009a, 2009b) possui seis subtestes e avalia distintos aspectos da competência aritmética, especificamente a escrita por extenso de números apresentados algebricamente e escrita da forma algébrica de números pronunciados pelo aplicador, escrita de sequências numéricas crescente e decrescente, comparação de grandeza numérica, cálculo de operações apresentadas por escrito e oralmente e a resolução de problemas matemáticos. O instrumento, que pode ser aplicado coletiva ou individualmente, foi construído com base nos apontamentos de Novick e Arnold (1988), Wechsler (1981), Luria (1973) e Spiers (1987, conforme citados em Lezak, 1995) e a análise dos escores e dos tipos de erros cometidos pode fornecer indícios sobre as habilidades preservadas e prejudicadas em crianças.

No primeiro subteste da PA, de leitura e escrita numéricas, o sujeito deve ler e escrever números. Na primeira parte, o participante vê cinco números escritos de forma algébrica, devendo escrevê-los por extenso. Na segunda parte, o aplicador diz cinco números e o participante deve escrever tais números de forma algébrica.

No segundo subteste, de contagem numérica, o participante deve escrever os números em duas sequências. Inicialmente, a partir do número 50, em ordem crescente, de dois em dois números, até o número 60. As instruções são fornecidas por escrito e exemplificam o início da resposta, com os números 50 – 52. Na segunda parte, o participante deve escrever uma sequência a partir do número 30, em ordem decrescente, de três em três números, até o número 15. As instruções também são fornecidas por escrito e exemplificam o início da resposta, com os números 30 – 27.

No terceiro subteste, de relação maior – menor, são apresentados por escrito quatro pares de dois números e o participante deve indicar qual é o maior, circulando-o. Por exemplo, o primeiro par apresentado é: 8 ___ 2. O participante deve circular o número maior, neste caso, o número o '8'. Por sua vez, no quarto subteste são apresentados cálculos para o participante resolver, sendo os cálculos já apresentados como “contas montadas” com as quatro operações básicas de adição, subtração, multiplicação e divisão. Há quatro contas para cada uma das quatro operações básicas. No quinto subteste também são apresentados cálculos para o participante resolver, mas os cálculos são apresentados oralmente pelo aplicador e a criança deve solucioná-los montando a conta no papel. Também há quatro contas para cada uma das quatro operações básicas.

Finalmente, no sexto subteste da PA são apresentados quatro problemas redigidos por extenso que devem ser lidos e solucionados pelo participante, também envolvendo cálculos simples com as quatro operações básicas. O escore total no instrumento é de 58 pontos. Dados de validade podem ser encontrados em Raad (2005) e em Seabra, Raad, Berberian, Dias e Trevisan (2009). Ambos os estudos demonstraram que o desem-

penho na PA tende a aumentar em função da progressão escolar, da 1ª a 4ª série do ensino fundamental e proveram, deste modo, evidências de validade por relação com outras variáveis ao instrumento. O presente estudo, no entanto, é o primeiro a utilizar a PA em uma amostra além da 4ª série do ensino fundamental e a explorar a estrutura fatorial do instrumento.

Procedimento

Após a autorização da escola e dos responsáveis pelas crianças, por meio da assinatura do Termo de consentimento livre e esclarecido, a PA foi aplicada de forma coletiva, na própria sala de aula, durante o período escolar regular. A aplicação ocorreu em uma única sessão de aplicação com duração aproximada de 30 minutos.

Resultados e Discussão

Inicialmente foi conduzida uma análise descritiva dos escores em cada subteste e também no total da PA. Os resultados encontrados são apresentados na Tabela 1 e revelam o desenvolvimento das habilidades aritméticas em função da progressão escolar.

Tabela 1

Estatísticas Descritivas dos Escores na Prova de Aritmética em Cada Subteste e no Total, com Média e Desvio-Padrão em Parênteses, como Função da Série Escolar

PA	Série escolar							
	1 ^a N = 90	2 ^a N = 111	3 ^a N = 69	4 ^a N = 86	5 ^a N = 62	6 ^a N = 45	7 ^a N = 60	8 ^a N = 64
Subteste 1	3,9 (2,0)	6,9 (2,0)	9,5 (1,0)	9,2 (1,6)	9,7 (0,9)	9,9 (0,4)	9,9 (0,3)	9,9 (0,4)
Subteste 2	0,8 (1,8)	3,7 (2,8)	5,5 (2,6)	6,3 (2,3)	6,9 (1,6)	7,4 (1,4)	7,6 (1,0)	7,5 (1,3)
Subteste 3	2,6 (1,4)	3,5 (1,0)	3,6 (1,1)	3,6 (1,1)	3,8 (0,8)	3,8 (0,8)	3,8 (0,7)	3,9 (0,5)
Subteste 4	1,7 (1,3)	5,1 (2,6)	10,8 (3,9)	12,9 (2,9)	13,0 (2,6)	13,7 (2,4)	14,4 (1,8)	13,7 (2,9)
Subteste 5	1,4 (1,4)	4,7 (2,8)	10,9 (3,1)	13 (3,0)	13,1 (2,4)	13,4 (2,5)	13,5 (2,0)	13,8 (2,1)
Subteste 6	1,0 (0,8)	1,5 (1,0)	2,9 (1,0)	3,3 (1,0)	3,5 (0,9)	3,4 (1,0)	3,9 (0,4)	3,7 (0,6)
Total	11,5(6,2)	25,3 (9,4)	43,2 (9,0)	48,4 (9,1)	50,0 (6,5)	51,6 (6,5)	53,1 (3,8)	52,4 (5,8)

De forma a verificar a significância estatística de tais achados, foi conduzida Análise de Variância intra-sujeitos do efeito da série escolar sobre os escores, considerando as pontuações em cada subteste da PA, bem como o escore total no instrumento. Foi também conduzida análise de comparação de pares de Bonferroni. A Tabela 2 sumaria tais achados.

Conforme tais resultados, verificou-se um desempenho crescente ao longo das séries do ensino fundamental, como de fato era esperado. O subteste 1, que avalia a capacidade de escrita por extenso de números apresentados algebricamente e escrita da forma algébrica de números falados, e o subteste 3, que requer a compara-

ção de grandeza numérica, demonstraram ser os mais fáceis, pois crianças já na 2ª e 3ª séries desempenharam-se tão bem quanto seus colegas mais velhos. Já outros subtestes, que requerem outras operações, mostraram-se mais complexos, como o subteste 5 que cresceu progressivamente da 1ª a 4ª série, não apresentando porém diferenças significativas em relação às séries sucessivas, e os subtestes 2, 4 e 6, que mostraram progressão até a 7ª série.

Estes resultados são interessantes na medida em que apontam que o desempenho em determinadas atividades pode se servir de habilidades específicas, as quais seguem trajetórias desenvolvimentais levemente distintas,

Tabela 2

Resultados da Anova tendo Série Escolar como Fator e Desempenhos Total e em Cada Subteste da PA como Variáveis Dependentes, Incluindo F, p e Diferenças Significativas entre Séries Obtidas no Testes post-hoc de Comparação de Pares de Bonferroni

	F	p	Diferenças significativas entre séries
Subteste 1	$F(7,586)=195,72$	0,000	1 < 2 < 3 a 8
Subteste 2	$F(7,586)=105,52$	0,000	1 < 2 < 3 a 8; 3 < 5 a 8; 4 < 7, 8
Subteste 3	$F(7,586)=14,42$	0,000	1 < 2 a 8
Subteste 4	$F(7,586)=260,01$	0,000	1 < 2 < 3 < 4 a 8; 4 < 7
Subteste 5	$F(7,586)=302,51$	0,000	1 < 2 < 3 < 4 a 8
Subteste 6	$F(7,584)=130,49$	0,000	1 < 2 < 3 a 8; 3 < 5 a 8; 4 < 7
PA - Total	$F(7,586)=339,82$	0,000	1 < 2 < 3 < 4 a 8; 4 < 7, 8

o que corrobora a necessidade de uma avaliação pormenorizada de tais aspectos da competência aritmética. Apesar disso, cabe nota que o instrumento apresentou-se especialmente apropriado à avaliação de estudantes da 1ª a 4ª série do ensino fundamental, sendo efetivo em discriminar entre estas séries escolares, em detrimento daqueles da 5ª à 8ª série, para os quais as análises evidenciaram efeito de teto. Estes resultados são condizentes com os encontrados por Seabra et al. (2009), que também encontraram evidências de validade para a PA na avaliação de escolares da 1ª a 4ª série do ensino fundamental.

Resultados similares aos deste estudo foram encontrados por Santos e Silva (2008). No estudo apresentado por aqueles autores, com a ZAREKI-R, também evidenciou-se efeito de idade e, além, os autores observaram que alguns subtestes eram desempenhados muito bem já pelas crianças mais jovens de sua amostra, enquanto outros não. Tal fato poderia refletir simplesmente a maior complexidade de alguns subtestes sobre outros mais simples, porém, com base no tipo de subteste, os autores sugerem que tal resultado reforça a noção do processamento numérico e cálculo enquanto aspectos distintos. Este entendimento também pode ser aplicado a estes resultados. De fato, os itens 1 e 3 refletem o processamento numérico, enquanto os demais impõem a necessidade da efetuação de cálculos.

De modo a verificar a composição fatorial da PA, verificando se seriam obtidos os dois fatores usualmente relatados na literatura anteriormente revisada (processamento numérico e cálculo), procedeu-se à análise fatorial por componentes principais e rotação *oblimim*. Inicialmente, consideraram-se os oito níveis escolares conjuntamente. Nestes parâmetros, a aplicabilidade da análise fatorial foi julgada adequada, com coeficiente KMO = 0,90 e teste de esfericidade de Bartlett = 0,000, indicando que a matriz de correlações não é uma matriz de identidade. Adotou-se como critério para seleção dos fatores eigenvalues maiores ou iguais a 1. Esta análise

retornou uma solução de um único fator, o qual explicou 73,44% da variância total da PA. As cargas fatoriais associadas a este fator 'competência aritmética' são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3

Matriz de Cargas Fatoriais, Considerando os Oito Níveis Escolares Conjuntamente

	Competência aritmética
Subteste 1	0,90
Subteste 2	0,87
Subteste 3	0,53
Subteste 4	0,94
Subteste 5	0,95
Subteste 6	0,88
Eigenvalue	4,406
% variância explicada	73,44

A composição de um único fator, que poderia ser denominado 'competência aritmética', não se apresentou em consonância ao esperado teoricamente. Uma hipótese para tal dissonância pode ser a própria amostra utilizada no estudo, constituída por estudantes nos quais tais habilidades não estão ainda desenvolvidas. Por exemplo, alguns subtestes foram pouco pontuados, apresentando-se muito difíceis à realização pelos examinados das séries iniciais. Assim, de modo a testar esta nova hipótese, procedeu-se a nova análise fatorial, desta feita separando a amostra em dois grupos, um compreendendo os alunos de 1ª a 4ª e outro com os de 5ª a 8ª série. A realização de análise fatorial para cada série independentemente não se mostrou adequada perante o limitado número de sujeitos em cada nível escolar, o que comprometeria os resultados da análise.

Assim, buscou-se investigar a composição fatorial da PA em cada faixa escolar separadamente, compreendendo o grupo de 1ª a 4ª série e o grupo de 5ª a 8ª série.

Tal delineamento permitiria também verificar se as inter-relações entre os subtestes se alteram ao longo destas faixas de desenvolvimento. Para tal, utilizou-se novamente da análise fatorial por componentes principais e rotação *oblímin*. O coeficiente KMO (0,89 para grupo de 1ª a 4ª e 0,72 para o grupo de 5ª a 8ª série) e o teste de esfericidade de Bartlett (0,000 em ambos os casos) mostraram-se adequados, podendo prosseguir as análises. Novamente, adotou-se como critério para seleção dos fatores eigenvalues maiores ou iguais a 1. As Tabelas 4 e 5 ilustram as matrizes encontradas para cada faixa escolar.

Tabela 4
Matriz de Cargas Fatoriais do Desempenho de Estudantes da 1ª à 4ª Série

	Competência aritmética
Subteste 1	0,88
Subteste 2	0,84
Subteste 3	0,51
Subteste 4	0,93
Subteste 5	0,94
Subteste 6	0,85
<i>Eigenvalue</i>	4,204
% variância explicada	70,07

Tabela 5
Matriz de Cargas Fatoriais do Desempenho de Estudantes da 5ª à 8ª Série

	Cálculo	Processamento numérico
Subteste 1	0,08	0,75
Subteste 2	0,39	0,34
Subteste 3	-0,12	0,82
Subteste 4	0,87	-0,18
Subteste 5	0,85	0,07
Subteste 6	0,77	-0,11
<i>Eigenvalue</i>	2,482	1,142
% variância explicada	41,36	19,04

A análise fatorial do grupo de 1ª a 4ª série repetiu a solução de um fator encontrada com a análise de toda a amostra. Assim, o desempenho destes participantes parece refletir um componente único, aqui denominado 'competência aritmética'. Por outro lado, quando considerados os participantes mais velhos, estudantes de 5ª a 8ª série, um segundo fator emergiu, integrando a solução fatorial. Como pode ser observado na Tabela 5, o Fator 1 agrupou os desempenhos nos subtestes 4 e 5, que requerem cálculo de operações apresentadas por

escrito e oralmente, respectivamente, e o subteste 6, cuja demanda é a resolução de problemas matemáticos. Em comum, verifica-se que todos estes subtestes exigem que o participante efetue cálculos matemáticos e tenha conhecimento das operações básicas. Portanto, este fator pode ser denominado 'Cálculo'.

O segundo fator agrupou os subtestes 1 e 3. No subteste 1, o participante deve escrever por extenso alguns números apresentados algebricamente e, após, escrever da forma algébrica outros números pronunciados pelo aplicador, portanto pode-se dizer que envolve conhecimento numérico. Já o subteste 3 requer que o participante compare dois números e identifique o maior deles, ou seja, envolve comparação de grandeza numérica, o que por sua vez, está atrelado à sua capacidade de conhecimento numérico. Deste modo, este segundo fator, aqui denominado 'Processamento numérico', engloba o conhecimento e comparação de grandeza e parece agrupar algumas habilidades aritméticas mais elementares, enquanto que o fator 'Cálculo' reúne habilidades mais sofisticadas de cálculo, conhecimento dos sinais matemáticos e efetuação das operações.

Por sua vez, verifica-se que o subteste 2 apresentou cargas fatoriais moderadas em ambos os fatores. Este subteste requer a escrita de sequências numéricas em ordem crescente (de dois em dois) e decrescente (de três em três) e, portanto, demanda tanto habilidades de processamento numérico (contagem e conhecimento numérico) quanto de cálculo, sendo coerente sua saturação em ambos os fatores. No que tange à solução fatorial encontrada, estes achados estão em consonância com o modelo teórico proposto por McCloskey et al. (1985), ou seja, os fatores aqui evidenciados refletem exatamente as duas dimensões propostas por estes autores.

Perante esta compreensão dos fatores que emergiram desta análise, pode-se levantar algumas hipóteses explicativas à ocorrência de apenas um fator nos níveis escolares mais baixos e o surgimento de um segundo fator nas séries escolares sucessivas. Nos estudantes de 1ª a 4ª série, as habilidades aritméticas estão ainda em desenvolvimento, como é possível depreender da Tabela 1. Assim, estas habilidades ainda não plenamente desenvolvidas parecem indiferenciadas nas séries iniciais. A partir da 5ª série, no entanto, tais habilidades estão mais consolidadas, conforme apontam as análises descritivas e inferenciais realizadas, não havendo diferenças significativas entre estes níveis escolares, reflexo de um possível efeito de teto. Estes resultados, em conjunto, sugerem que, uma vez mais desenvolvidas, há uma diferenciação entre aspectos específicos da habilidade aritmética, culminando nos dois fatores observados, um mais elementar, voltado ao 'Processamento numérico' e outro mais sofisticado, que engloba habilidades específicas ao 'Cálculo'.

Interessantemente, este resultado corrobora a hipótese levantada na análise das estatísticas descritivas e da ANOVA de que os itens 1 e 3, que foram bem desempenhados já pelas crianças das séries iniciais, refletiriam habilidades mais elementares de processamento numérico, enquanto que aqueles que se mostraram mais complexos às crianças mais jovens (subtestes 2, 4, 5 e 6) demandariam outros aspectos da habilidade aritmética, no caso, cálculo. Em conjunto estes resultados ratificam a conclusão de Santos e Silva (2008), que concluíram do padrão de desempenhos nos subtestes da ZAREKI-R que processamento numérico e cálculo caracterizam aspectos distintos e encontra sólida fundamentação no modelo de McCloskey et al. (1985).

Considerações Finais

À guisa de finalização, o estudo demonstrou que as habilidades aritméticas desenvolvem-se na progressão, sobretudo da 1ª a 4ª série do ensino fundamental, refletindo o efeito da escolarização. Além, evidenciou-se que, nas crianças mais jovens apenas um fator ou variável latente subjaz seu desempenho na PA. Ao contrário, nos estudantes mais velhos, de 5ª a 8ª série, que possuem estas habilidades melhor consolidadas, há uma diferenciação, sendo possível identificar dois fatores subjacentes a seu desempenho, 'Processamento numérico' e 'cálculo', consoante à literatura da área. Deste modo, os resultados da análise fatorial foram considerados satisfatórios.

Este é o primeiro artigo publicado com dados da Prova de Aritmética em uma ampla amostra, compreendendo estudantes desde a 1ª até a 8ª série do ensino fundamental, e seus dados provêm evidências de validade de construto e por relação com outras variáveis (mudança desenvolvimental) ao instrumento, complementando estudos anteriores (Raad, 2005; Seabra et al., 2009). Apesar de resultados satisfatórios, o presente estudo contou com algumas limitações; por exemplo, o número amostral limitado por série não tornou possível a realização da análise fatorial, individualmente, para cada nível escolar. Pesquisas futuras deverão tentar sanar estas dificuldades e ampliar estes achados, bem como verificar a efetividade da PA em discriminar crianças com e sem Transtorno Específico de Matemática, com o objetivo maior de disponibilizar um instrumento profícuo aos profissionais e contribuir ao processo de avaliação e de intervenção nos problemas de aprendizagem.

Referências

- Associação Psiquiátrica Americana. (2002). *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais DSM-IV-TR* (4 ed., C. Dornelles, Trad.). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Argollo, N. (2008). Avaliação neuropsicológica da discalculia do desenvolvimento com o Nepsy II: Avaliação neuropsicológica do desenvolvimento. In A. Sennyey, F. C. Capovilla, & J. M. Montiel (Eds.), *Transtornos de aprendizagem: Da avaliação à reabilitação* (pp. 115-124). São Paulo, SP: Artes Médicas.
- Balbi, A. (2008). Two clinical cases of children with arithmetic learning disability [Abstract]. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 14(S2), 37.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(1), 3-18.
- Grégorie, J. (2000). *Avaliando as aprendizagens. Os aportes da Psicologia Cognitiva*. Porto Alegre, RS: Artes Médicas.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford
- McCloskey, M., Caramazza, A., & Basili, A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from Discalculia. *Brain and Cognition*, 4, 171-196.
- Novick, B. Z., & Arnold, M. M. (1988). *Fundamentals of clinical child neuropsychology*. Philadelphia, PA: Grune & Stratton.
- Organização Mundial de Saúde. (1993). *Classificação de transtornos mentais e de comportamento da CID 10: Descrição e diretrizes diagnósticas*. Porto Alegre, RS: Artes Médicas.
- Raad, A. (2005). *Avaliação de leitura, escrita e aritmética em crianças de primeira a quarta séries*. Dissertação de Mestrado não-publicada, Universidade São Francisco, Itatiba, SP.
- Santos, F. H., Kikuchi, R. S., & Ribeiro, F. S. (2009). Atualidade em discalculia do desenvolvimento. In J. M. Montiel & F. C. Capovilla (Eds.), *Atualização em transtornos da aprendizagem* (pp. 37-55). São Paulo, SP: Artes Médicas.
- Santos, F. H., & Silva, P. A. (2008). Avaliação da discalculia do desenvolvimento: Uma questão sobre o processamento numérico e o cálculo. In A. Sennyey, F. C. Capovilla, & J. M. Montiel (Eds.), *Transtornos de aprendizagem: Da avaliação à reabilitação* (pp. 125-137). São Paulo, SP: Artes Médicas.
- Seabra, A. G. S., Montiel, J. M., & Capovilla, F. C. (2009a). Prova de aritmética. In A. G. Seabra & F. C. Capovilla (Eds.), *Teoria e pesquisa em avaliação neuropsicológica* (pp. 54-57). São Paulo, SP: Memnon.
- Seabra, A. G. S., Montiel, J. M., & Capovilla, F. C. (2009b). Prova de aritmética – Folha do aluno. In A. G. Seabra & F. C. Capovilla (Eds.), *Teoria e pesquisa em avaliação neuropsicológica* (pp. 58-60). São Paulo, SP: Memnon.
- Seabra, A. G. S., Raad, A. J., Berberian, A. A., Dias, N. M., & Trevisan, B. T. (2009). Avaliação de aritmética em crianças de 1ª à 4ª série: Prova de aritmética. In A. G. Seabra & F. C. Capovilla (Eds.), *Teoria e pesquisa em avaliação neuropsicológica* (pp. 45-53). São Paulo, SP: Memnon.
- Vieira, E. (2004). Transtornos na aprendizagem da matemática: Número e discalculia. *Revista Ciências e Letras*, 35, 109-119.
- Wechsler, D. (1981). *WAIS-R manual* (3rd ed). San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

Received 23/12/2009
Accepted 18/03/2010

Alessandra Gotuzo Seabra. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

Natália Martins Dias. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

Elizeu Coutinho de Macedo. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.