
Artigo Científico

Linguagem e matemática: estudo sobre relações entre habilidades cognitivas linguísticas e aritméticas

Language and mathematic: a study about relations between cognitive abilities linguistics and arithmetics

Nathália Luiz de Freitas^a, Fernanda de Oliveira Ferreira^{b,✉} e Vítor Geraldi Haase^c

^aUniversidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil;

^bDepartamento de Ciências Básicas, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Teófilo Otoni, Minas Gerais, Brasil; ^cDepartamento de Psicologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Resumo

O interesse pelas relações cognitivas entre a linguagem e a matemática tem direcionado grande número de pesquisas. Ainda não há consenso sobre a presença dessa relação, de modo que alguns teóricos concebem a matemática como uma abstração da linguagem, outros assentem que a matemática independe da linguagem e um terceiro grupo postula que existe interdependência entre as duas em determinadas situações. Este estudo parte da última hipótese e investiga a existência de relações entre habilidades cognitivas linguísticas e aritméticas, por meio de análises de tarefas que avaliam tais habilidades. A pesquisa foi aprovada pelos comitês de ética da UFOP e UFMG. Participaram 1431 alunos entre o 2º e o 7º ano de escolas públicas e privadas de três municípios da região central do estado de Minas Gerais. Os escolares foram submetidos ao Teste de Desempenho Escolar, tarefas de cálculos de adição e multiplicação, tarefas de transcodificação numérica e teste de fluência verbal semântica. Os resultados encontrados através do cálculo de coeficiente de correlação de Pearson indicaram correlações positivas e significativas, variando de baixas a muito fortes, entre todas as tarefas. As análises referentes às habilidades de transcodificação numérica mostraram que essa habilidade parece ter componentes cognitivos muito semelhantes ao da decodificação grafo-fonêmica. Conforme revelaram as análises estatísticas é possível que haja relações entre as habilidades cognitivas linguísticas e as aritméticas. © Cien. Cogn. 2010; Vol. 15 (3): 111-125.

Palavras-chave: habilidades linguísticas; habilidades aritméticas; transcodificação numérica.

Abstract

Interest in the cognitive relations between language and mathematics has directed numerous studies. There is no agreement on the presence of this relationship, so that some theorists conceive mathematics as an abstraction of language, others are based that math is independent of language and a third group posits that there is interdependence between the two in certain situations. This study part of the latter hypothesis and investigates the existence of relationships between cognitive abilities and linguistic arithmetic, through analysis of tasks

that assess such skills. The study was approved by ethics committees of the UFOP and UFMG. 1431 students participated between second and seventh years of public and private schools from three cities in central state of Minas Gerais. The students were submitted to the School Performance Test tasks, calculations of addition and multiplication, numerical transcoding tasks and semantic verbal fluency test. The results found by calculating the Pearson correlation coefficient indicated significant positive correlations, ranging from low to very strong among all tasks. The analysis regarding the skills of transcoding numerical showed that cognitive ability seems to have very similar components to the graph-phonemic decoding. As statistical analysis showed there may be relationships between cognitive abilities and linguistic arithmetic. © Cien. Cogn. 2010; Vol. 15 (3): 111-125.

Keywords: *language skills; arithmetic skills; numerical transcoding.*

1. Introdução

O estudo da linguagem em processos cognitivos humanos tem sido tema recorrente de pesquisas. O interesse por essa área do saber é antigo e remonta à Antiguidade Clássica, quando filósofos estoicos preocupavam-se com a natureza do signo linguístico, se arbitrária ou não (Kock, 2005). Estudos localizacionistas, ainda não estritamente cognitivistas sobre aspectos concernentes à linguagem, mas que forneceram subsídios para práticas científicas atuais, foram desenvolvidos, na segunda metade do século XIX, por Paul Broca e Carl Wernicke, resultando na descoberta de áreas cerebrais relativamente específicas para a linguagem, por meio de observação de pacientes com distúrbios de linguagem adquiridos devido a lesões cerebrais, ou seja, pacientes afásicos (Fonseca, 1998).

Permanecendo no âmbito de pesquisas sobre afasia, entretanto sob a ótica da Neuropsicologia Moderna, Alexander Luria, no século XX, postulou que processos mentais como a linguagem não podem ser tomados por faculdades isoladas ou funções diretas de determinados grupos de células (Pinto e Santana, 2009). As contribuições de Luria para a neuropsicologia e, em especial para estudos acerca de cognição linguística são inúmeras. Na perspectiva da Linguística, Roman Jakobson (1954), ocupando-se também das afasias, realizou análises puramente linguísticas em tal patologia. Para ele, a linguagem só poderia ser compreendida em seu funcionamento, devendo ser observadas suas diferentes funções.

A preocupação com aspectos cognitivos subjacentes à linguagem esteve, portanto, durante o século XIX e metade do XX, prioritariamente voltada para questões patológicas. Em 1955, contudo, o linguista Noam Chomsky, por meio de *Logical Structure of Linguistic Theory* publica suas primeiras ideias, entre as quais está o conceito de Gramática Gerativa, a qual consiste em um mecanismo finito que permite gerar o conjunto infinito das frases gramaticais (bem formadas, corretas). Chomsky sugere que essa capacidade para produzir e estruturar frases é inata ao ser humano, o que configura a Gramática Universal (Chomsky, 1980).

A partir dos anos 50, pesquisas cognitivistas concernentes à linguagem progrediram geometricamente. Entre elas, estudos sobre a dislexia, transtorno de aprendizagem caracterizado como um déficit inesperado, persistente e específico à habilidade de leitura (Pennington, 1997), tiveram notável desenvolvimento, como, por exemplo, consenso entre estudiosos no que tange à etiologia neurogenética de tal transtorno (Pennington, 1997; Rotta *et al.*, 2006). Além disso, por meio de conhecimento sobre os mecanismos cognitivos envolvidos na dislexia, foi possível o desenvolvimento de técnicas que visam à reabilitação.

Os estudos acerca de cognição linguística não têm se restringido a aspectos inerentes a competência da linguagem, mas abarcado relações entre ela e dimensões relativas à memória, funções executivas, inteligência e habilidades aritméticas. Pesquisas sobre a interface linguagem-matemática cresceram consideravelmente nas últimas três décadas,

majoritariamente em âmbito internacional. A maioria das pesquisas desenvolvidas sobre a relação entre linguagem e aritmética envolveu estudos de casos de acalculia, um distúrbio das habilidades aritméticas, relacionado a lesões cerebrais adquiridas, geralmente devido a tumores cerebrais, acidentes vasculares cerebrais (AVC) ou traumatismos crânio-encefálicos (TCE), em que o paciente perde habilidades de processamento aritmético, que estavam intactas anteriormente à lesão (Dehaene e Cohen, 1997).

Estudos sobre relação linguagem-aritmética também investigaram as habilidades linguísticas relacionados a discalculia do desenvolvimento – transtorno específico na aprendizagem da matemática, presente nas pessoas independente de inteligência normal, escolarização, equilíbrio emocional e motivação adequada (Rebollo e Rodriguez, 2006; Pennington, 1997) - bem como a aprendizagem matemática e à importância da linguagem para a efetivação de cálculos exatos (Pica *et al.*, 2004).

Embora o número de pesquisas acerca da relação cognitiva entre linguagem e matemática tenha aumentado, não há ainda consenso sobre como ocorre essa relação. Chomsky (1988), por exemplo, concebe a faculdade humana para números como sendo uma abstração da linguagem que conserva os mecanismos da infinidade discreta (capacidade para produzir infinitas combinações a partir de um conjunto acabado de palavras) e elimina as outras características especiais da linguagem. Tal ótica aponta que a capacidade combinatória própria da língua desempenha uma função essencial no desenvolvimento do conceito de número.

Há, no entanto, estudiosos que discordam sobre o caráter essencial da linguagem. Segundo eles, os seres humanos, como outros animais, possuem, *a priori*, um “sentido dos números” não verbal (Dehaene, 1997), capacidade para representarem mentalmente a si próprios e números aproximados, ausentes de símbolos e linguagem (Gallistel e Gelman, 1992; Dehaene, *et al.*, 1998; Feigenson *et al.*, 2004), senso este que proporciona a fundação conceitual da aritmética.

Outro grupo de teorias sugere a existência de representações não verbais dos números, ao mesmo tempo em que assente que a competência aritmética é significativamente transformada logo que a criança adquire um sistema de símbolos numéricos (Bloom, 2000; Wiese, 2003; Wynn, 1990). Nessa perspectiva, a linguagem desempenha papel fundamental na articulação das diversas representações não-verbais para criação de conceito de número exato elevado (Carey, 1998; Spelke e Tsivkin, 2001; Dehaene *et al.*, 1999).

Têm-se dois modelos sobre cognição matemática de repercussão propostos na literatura. McCloskey (1992) argumenta que representações semânticas dos números são abstratas e únicas, ou seja, independem do formato usado (arábico, verbal, romano, analógico, etc.) e da modalidade do estímulo apresentado (auditivo ou visual). Assim, a compreensão do numeral requer que ele seja traduzido para uma representação abstrata interna, ao passo que sua produção exige que sua representação semântica interna seja traduzida para um formato de output adequado. Há, então, uma arquitetura cognitiva com três componentes principais: dois sistemas periféricos – um para a compreensão de numerais e outro para sua produção – e um nível central para representação semântica dos números. McCloskey aponta a existência de representações específicas de números (arábicos, fonológicos ou grafêmicos), mas tais representações estão encapsuladas em módulos-satélites de *input* e *output* e exercem função somente no reconhecimento periférico e estágios de produção. Cálculos, comparações de tamanho, julgamentos de paridade e outros processos aritméticos operam com representações abstratas.

O modelo de Código Triplo (Triple-code model), proposto por Dehaene e Cohen (1995) tem figurado como uma tentativa bem sucedida para compreender as representações mentais das habilidades aritméticas. Esse modelo postula a existência de três diferentes

códigos para representar números mentalmente: um código auditivo verbal, um código arábico visual e um código de magnitude analógico. A comunicação entre essas representações é realizada por meio de caminhos de tradução. O modelo também especifica quais códigos internos são utilizados para quais operações numéricas, indicando que as mesmas representações de base seriam usadas em uma dada tarefa toda vez que fosse apresentado um formato de numeral. Nessa perspectiva, o código verbal seria usado para a contagem e recuperação de fatos aritméticos, enquanto cálculos com muitos dígitos e julgamentos de paridade seriam mediados através do código arábico. A magnitude analógica representaria a semântica numérica, a noção de quantidades e seria empregada para comparação de magnitudes, estimações e cálculos de quantidade aproximada.

No modelo de Código Triplo há, portanto, o assentimento de um código verbal, ou seja, uma representação verbal entre as representações de base para a aritmética. Uma representação de funcionamento verbal dos números implica a aquisição do sistema de números sob a forma de palavras de uma determinada língua, e do estabelecimento de uma ligação entre a palavra que designa o número e um sistema de número simbólico, como, por exemplo, o sistema indo-arábico. A transformação de um código numérico para outro é chamada de transcodificação. Por exemplo, a leitura em voz alta de um número em sua representação arábica seria a transcodificação de um número do código arábico para o verbal, ao passo que escrever os números ditados seria a transcodificação de um código verbal – nome do número – para um numeral arábico.

Vários modelos de transcodificação têm sido propostos nos últimos anos. Tais modelos podem ser divididos em: 1) Modelos semânticos, ou seja, modelos que consideram a representação semântica, como os propostos por McCloskey (1992), Power e Dal Martello (1990); e 2) Modelos Assemânticos, isto é, modelos que não levam em conta a representação semântica, como os postulados por Barrouillet e colaboradores (2004) e Deloche e Seron (1987).

O modelo semântico mais influente é o Semântico-lexical de Power e Dal Martello (1990), o qual postula que a representação semântica é baseada no código de entrada verbal. Primeiro, uma compreensão do processo ocorre quando o número verbalmente percebido é transformado em uma representação semântica. Por exemplo, quando as crianças escrevem o número 754, a representação semântica do número é construída como: C7? C100 + C5? C10 + C4. Além disso, na representação semântica o número arábico é transformado por dois operadores. O operador de concatenação concatena os operandos, se necessário, e acrescenta zeros: C7? C100 a 7 e 00, finalmente, 700. A substituição do operador (#) é usada quando há uma relação de soma de dígitos dos números: C700 + C5? 10 + C4? 700 # 54? 754. Como existem vários sistemas de nomes de número, esse modelo deve ser considerado se suas hipóteses de substituição e regras de concatenação forem aplicáveis a todas as línguas.

Barrouillet e colaboradores (2004) desenvolveram recentemente um modelo de transcodificação assemântica, ADAPT (modelo do desenvolvimento assemântico e processual da transcodificação), que foi concebido para considerar também alterações no desenvolvimento das habilidades de transcodificação, bem como das especificidades linguísticas. Os princípios básicos desse modelo são baseados no modelo de Transcodificação Assemântica de Deloche e Seron (1987), que consiste de um conjunto de regras de tradução entre as modalidades de entrada e saída, sem passar por uma representação intermediária da quantidade.

O ADAPT postula que a sequência verbal correspondente a um número é armazenada temporariamente no *buffer* fonológico. Um processo de análise compara com essa sequência de representação unidades armazenadas na memória de longo prazo. Caso não seja possível toda a cadeia ser processada de uma só vez - porque o formato digital que corresponde a um

número não é conhecido ou o conhecimento não é acessível -, um processo de análise isola as unidades que podem ser processadas pelo sistema de produção. Separadores (mil e cem) são usados para identificar o número de dígitos necessários para a forma digital da sequência verbal. Estes separadores constituem uma cadeia, na qual as formas digitais da sequência verbal serão colocadas. O processo de análise de determinada parte da sequência verbal é interrompido logo que a forma digital de um segmento está disponível em memória de longo prazo. Uma vez que cada segmento é colocado em sua forma digital, a cadeia é transcrita.

Uma grande vantagem desse modelo é a sua conclusividade sobre aprendizagem e desenvolvimento. Melhorias das habilidades de transcodificação podem ser explicadas pelo fato de que, quando novos procedimentos e unidades são adicionados à memória de longo prazo, cada unidade de processo pode ser ligada a um novo problema. Uma desvantagem desse modelo é, assim como a do modelo semântico mencionado acima, a impossibilidade de sua generalização e consequente adequação a idiomas específicos, já que o ADAPT pode não dar conta das diferenças linguísticas estruturais em outros sistemas.

Com relação ao modelo do Código Triplo de Dehaene e Cohen (1995), na representação cognitiva aritmética de base do código verbal, além da habilidade de transcodificação numérica, estão inseridas habilidades de cálculos de multiplicação e adição. A recuperação de fatos aritméticos, como a tabuada, resulta de uma associação numérica verbal. Assim, em um cálculo como 5×9 , há uma tradução dos numerais em uma representação verbal (cinco vezes nove) que permite a recuperação do resultado na forma verbal (cinco vezes nove é quarenta e cinco). Para a realização de cálculos mais complexos, como 987×345 , utiliza-se a representação arábica dos números, a qual é essencial para a aplicação dos algoritmos de cálculo mutidígito. Da mesma forma que fatos aritméticos são recuperados na multiplicação por meio da recitação da tabuada, cálculos de adição com poucos dígitos também fazem uso da referida tradução dos numerais em representação verbal como, por exemplo, $2+2$ (dois mais dois). Tal tradução permite a recuperação do resultado dessa operação na forma verbal (dois mais dois é igual a quatro). Na efetivação de somas mais complexas, a representação arábica dos números é utilizada, como ocorre em cálculos de multiplicação.

1.2. Objetivos

O presente artigo investiga a presença de relações entre habilidades cognitivas linguísticas e habilidades cognitivas aritméticas, de maneira a averiguar a existência de correlação entre tarefas que avaliam tais habilidades.

1.2.1. Objetivos Específicos

Para investigar a existência de correlações entre habilidades cognitivas linguísticas e aritméticas, averiguou-se a presença de correlações entre:

- A) habilidades envolvidas no subtestes de escrita do Teste de Desempenho Escolar, TDE (Stein, 1994) e habilidades envolvidas
 - a.1) nas tarefas de cálculos de adição simples, adição complexa, multiplicação simples, multiplicação complexa;
 - a.2) nos itens da parte oral do subteste de aritmética do TDE;
 - a.3) na tarefa de Transcodificação Numérica – ditado de números;
 - a.4) na tarefa de Transcodificação Numérica – leitura de números.

B) habilidades envolvidas no subteste de leitura do TDE

- b.1) habilidades envolvidas na tarefa de cálculos de adição simples, adição complexa, multiplicação simples, multiplicação complexa;
- b.2) nos itens da parte oral do subteste de aritmética do TDE;
- b.3) na tarefa de Transcodificação Numérica – ditado de números; b.4) na tarefa de Transcodificação Numérica – leitura de números.

C) habilidades envolvidas na tarefa de fluência verbal semântica e

- c.1) habilidades envolvidas na tarefa de cálculos de adição simples, adição complexa, multiplicação simples, multiplicação complexa;
- c.2) nos itens da parte oral do subteste de aritmética do TDE;
- c.3) na tarefa de Transcodificação Numérica – ditado de números;
- c.4) na tarefa de Transcodificação Numérica – leitura de números.

Parte-se da hipótese de que as habilidades envolvidas nas tarefas de cálculos de adição e multiplicação simples e complexa, os itens da parte oral do subteste de aritmética do TDE e as tarefas de transcodificação numérica, exigem determinado domínio linguístico para que sejam realizadas com sucesso, o que estaria em conformidade com a ideia de que a linguagem é influente na articulação das diversas representações não-verbais que visam a criação de conceito de número exato elevado (Carey, 1998; Spelke e Tsivkin, 2001; Dehaene *et al.*, 1999), e com o Modelo do Código Triplo (Dehaene, 1992).

2. Metodologia

2.1. Procedimentos

A presente pesquisa obteve aprovação dos comitês de ética em pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - (Parecer ETIC 42/08). Foi, então, realizado um levantamento sobre o número de alunos matriculados entre o 2º e o 7º ano (1ª a 6ª série) em escolas dos municípios de Belo Horizonte, Mariana e Ouro Preto, MG, de acordo com localização geográfica – bairro ou regional – e tipo de instituição – pública ou privada, para que o estudo da estimativa amostral, que visa a alcançar uma amostra representativa das populações em questão, pudesse ser efetivado.

Após o sorteio das instituições para participação no estudo, as direções das escolas foram contactadas e todos os objetivos e procedimentos metodológicos explicitados. Depois do aceite das escolas, todos os pais ou responsáveis pelos estudantes entre o 2º e o 7º ano receberam a carta-convite para participação na pesquisa, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que explicita todos os procedimentos metodológicos, objetivos, riscos e benefícios em participar da pesquisa. Apenas as crianças que devolveram os TCLEs assinados pelos responsáveis participaram do estudo.

Na primeira etapa da pesquisa foi realizada uma triagem do desempenho escolar dos participantes, utilizando o Teste de Desempenho Escolar – TDE – (Stein, 1994), subtestes de escrita e aritmética (do qual serão utilizados apenas os itens da parte oral), e tarefa de Transcodificação Numérica (ditado de números). Após a triagem do desempenho escolar,

foram realizados relatórios individuais sobre o desempenho escolar de cada participante, que foram entregues aos pais.

Para a participação na segunda etapa, foram convidadas crianças que obtiveram desempenho escolar inferior ao esperado para a idade e escolaridade no subteste de aritmética, bem como crianças que obtiveram desempenho escolar de acordo com a média em escrita, leitura e aritmética para compor o grupo controle.

Na segunda etapa, foram realizadas avaliações neuropsicológicas abrangentes individuais, bem como entrevistas com os familiares. No presente trabalho, serão analisados e apresentados apenas os dados referentes ao desempenho no TDE, tarefas de adição e multiplicação, tarefa de transcodificação numérica e teste de fluência verbal. O desempenho dos estudantes foi analisado, quantificado e tabulado em uma matriz de dados do programa estatístico SPSS (Statistical Package for Social Science), por meio do qual, análises referentes a características da população componente da amostra, além dos cálculos do coeficiente de correlação de Pearson, foram obtidas.

Cabe ressaltar que cada responsável por aluno participante da pesquisa recebeu um relatório sobre o desempenho do estudante em cada uma das tarefas utilizadas neste trabalho, além de outros testes também aplicados na bateria de avaliação neuropsicológica, tais como testes que avaliam memória, inteligência, lateralidade, habilidades visuoespaciais e visuoespaciais, etc. Participantes que obtiveram percentil inferior a 10 no teste das matrizes progressivas de inteligência de Raven foram excluídos das análises do presente trabalho, para assegurar que não há participantes com deficiência intelectual.

2.2. Instrumentos

Os participantes da pesquisa foram avaliados com um protocolo composto pelos subtestes de escrita e leitura e a parte oral do subteste de aritmética do Teste de Desempenho Escolar (TDE) (Stein, 1994), tarefas de transcodificação numérica – ditado e leitura de números – teste de fluência verbal semântica – categorias animal, alimentos e partes do corpo – e tarefas de cálculo simples e complexo de adição e multiplicação. Seguem abaixo a descrição e a caracterização de cada uma das tarefas.

2.2.1. Teste do desempenho escolar

O Teste do Desempenho Escolar – TDE – é o único teste psicopedagógico de desempenho escolar para o ensino fundamental validado para o Brasil. Esse teste apresenta três subtestes que avaliam as habilidades escolares de escrita, aritmética e leitura.

O subteste de escrita consiste em um ditado de 34 palavras isoladas. Os vocábulos apresentados possuem grau de dificuldade gradativo, variando de mono a polissílabas e, sendo uma parte deles pouco frequente no universo discursivo dos alunos da faixa-etária para a qual o teste se destina – de 7 a 12 anos. As palavras são ditadas isoladamente, depois contextualizadas em uma frase, para que possíveis ambiguidades sejam desfeitas, e novamente enunciadas de maneira isolada. O TDE avalia a habilidade de transcodificar do fonema para o grafema, além do domínio da acentuação e ortografia.

O subteste de aritmética é composto por 38 problemas matemáticos, de variado grau de complexidade, sendo 3 orais e 35 escritos. A parte oral é constituída pela enunciação de 3 problemas que envolvem, respectivamente, a representação de magnitude do número, já que esse item exige que o aluno escreva qual dos dois números enunciados é o maior, a habilidade para somar e a habilidade para subtrair mentalmente, uma vez que esses dois itens apresentam um problema simbólico simples, cada, no qual as parcelas e o total, e o

subtraendo, o minuendo e a diferença são, formados por apenas um dígito cada. Os subtestes de escrita e aritmética são aplicados coletivamente.

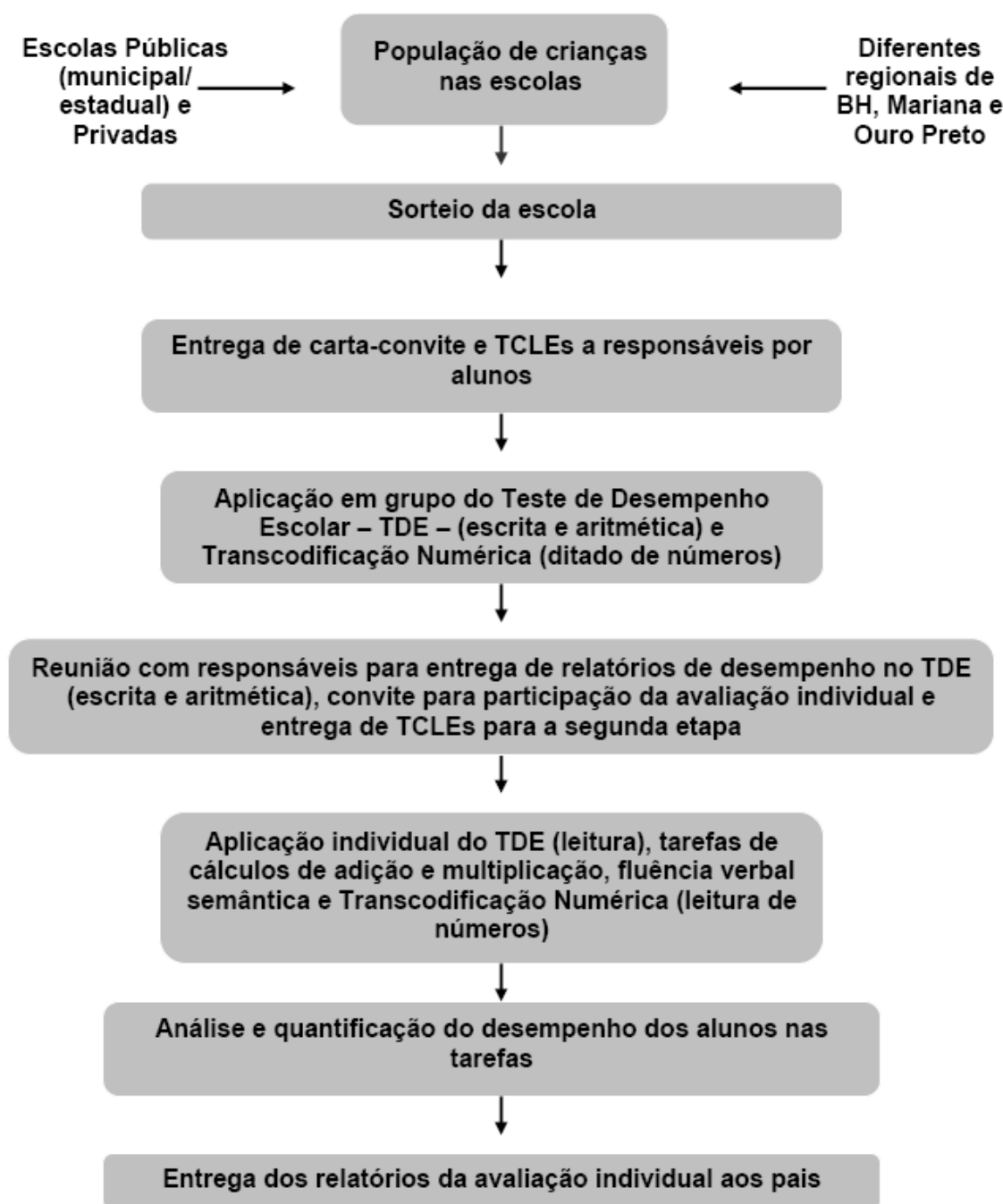


Figura 1 - Procedimentos metodológicos do estudo.

O subteste de leitura consiste na leitura – decodificação – de 70 palavras isoladas, dispostas linearmente. Os vocábulos apresentados – que variam de mono a polissílabas e em frequência, já que alguns deles não fazem parte do universo discursivos do alunado participante da amostra –, assim como aqueles referentes ao subteste de escrita possuem dificuldade variável. Esse subteste avalia a habilidade de transcodificar do grafema para o

fonema, o domínio das regras de acentuação e ortografia. O subteste de leitura é aplicado individualmente.

As normas do TDE foram elaboradas a partir de dados do desempenho escolar de alunos do município de Porto Alegre, RS. A classificação de desempenho escolar no TDE é realizada a partir da pontuação obtida no teste, de acordo com a série escolar e a faixa-etária do aluno. Tal classificação foi estabelecida a partir dos dados de normatização do TDE realizada em Porto Alegre e disponível no manual do teste. O desempenho da criança é comparado com o desempenho de outras crianças da mesma idade e escolaridade. Se o desempenho do estudante for inferior ao percentil 25 da amostra de normatização, considera-se um resultado inferior ao esperado para a escolaridade. Quando o desempenho situa-se entre os percentis 25 e 75 da amostra de normatização, o resultado é considerado médio. E quando o desempenho situa-se acima do percentil 75, o resultado é considerado superior ao esperado para a escolaridade da criança.

2.2.2. Tarefas de transcodificação numérica

A habilidade de transcodificação numérica entre as diferentes representações de número (verbal oral, verbal escrita, arábica) é de fundamental importância para o aprendizado e domínio de relações numéricas e matemáticas mais complexas, já que por meio do ato de transcodificar, as representações numéricas podem ser “traduzidas” e compreendidas, conforme sua forma de apresentação.

Ainda não há estudos publicados sobre a transcodificação numérica em participantes que possuem a língua portuguesa como língua materna. Sabe-se, porém, conforme estudos em línguas alemã e francesa (Lochy *et al.*, 2003), que a habilidade de transcodificação numérica é desenvolvida e aprimorada conforme a elevação da idade e da escolarização.

As tarefas descritas abaixo estão em fase de validação e normatização, tendo sido aplicadas em cerca de 1500 escolares na região central do estado de Minas Gerais. Cabe enfatizar que análises preliminares do desempenho de escolares em tais tarefas estão em conformidade com os resultados descritos na literatura internacional.

2.2.2.1. Ditado de números

A tarefa de transcodificação numérica – ditado de números – avalia a habilidade de transcodificar da representação numérica verbal oral para a arábica. Consiste em um ditado de 28 numerais, em que a criança deve escrever na forma arábica o algarismo ditado pelo experimentador. Os numerais apresentados possuem grau de complexidade gradativo, variando de numerais compostos por apenas 1 algarismo (por exemplo, 7) até numerais formados por 4 algarismos (por exemplo, 1062).

2.2.2.2. Leitura de números

A tarefa de transcodificação numérica – leitura de números – avalia a habilidade de transcodificar da representação numérica arábica para a verbal oral. Consiste na leitura de 28 numerais, atividade em que a criança deve oralizar o algarismo apresentado sob o código arábico, cuja disposição está em fichas mostradas individualmente ao escolar. Os numerais apresentados têm composições que variam de 1 a 4 algarismos, conforme a tarefa de ditado de números.

2.2.3. Cálculos

As tarefas de cálculos de adição, multiplicação e subtração – a qual não é analisada neste estudo – pretendem avaliar habilidades básicas de aritmética, verificando se o escolar é capaz de somar e subtrair numerais de baixa magnitude, e se possui domínio da tabuada. Essa tarefa ainda não foi validada e, portanto, não possui normas para comparação de desempenhos.

2.2.3.1. Cálculos de adição

A tarefa de cálculos de adição é dividida em dois blocos, de acordo com o resultado a ser obtido. O módulo simples é composto por 12 cálculos, cujo resultado não excede a 10. O módulo complexo consiste de 15 cálculos, cuja resposta correta varia entre 11 e 17. Os cálculos são apresentados ao escolar em uma folha branca A4, devendo o aluno escrever o resultado imediatamente a frente do cômputo. O tempo máximo para a realização de cada modalidade de cálculo é de 1 minuto.

2.2.3.2. Cálculos de Multiplicação

A tarefa de cálculos de multiplicação consiste de dois módulos. O primeiro, simples, é formado por 15 cálculos que exigem o domínio das tabuadas do 1, 2, 3, 4 e 5. O segundo, complexo, é composto por 13 cálculos que requerem o domínio das tabuadas do 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Os procedimentos de aplicação dessa tarefa são idênticos aos da tarefa de cálculo de adição.

2.2.4. Fluência verbal semântica

O Teste de Fluência Verbal Semântica (TFVS) – categorias animais, alimentos e parte do corpo – avalia funções executivas, memória semântica e linguagem. Consiste em propor ao examinando que, em 3 períodos de 1 minuto cada, diga o mais rápido que puder, respectivamente, nomes de animais, alimentos e partes do corpo de que conseguir se lembrar.

Segue tabela com as tarefas aplicadas e principais habilidades avaliadas.

Tarefas	Principais habilidades avaliadas
Subteste de escrita do TDE	Decodificação do grafema para o fonema e domínio ortográfico
Subteste de leitura do TDE	Decodificação do fonema para o grafema e domínio ortográfico
Fluência Verbal Semântica	Fluência linguística e memória semântica
Subteste de aritmética do TDE	Conceitos aritméticos desenvolvidos entre o 2º e o 7º ano escolar
Cálculos de Adição	Compreensão da soma em numerais de baixa magnitude
Cálculos de Multiplicação	Multiplicação de numerais de baixa magnitude e domínio da tabuada
Leitura de Números	Transcodificação da representação verbal-oral de número para a arábica
Ditado de Números	Transcodificação da representação arábica de número para a verbal oral

Tabela 1 - Lista das tarefas, e principais habilidades avaliadas, aplicadas nos participantes.

2.3. Participantes

A amostra populacional deste estudo compreende crianças de 7 a 12 anos de idade, matriculadas entre o 2º e o 7º ano (1ª até 6ª série) do Ensino Fundamental, locado em escolas públicas – de administração municipal e estadual – e privadas, divididas conforme regionais

ou regiões dos municípios de Belo Horizonte, Mariana e Ouro Preto, MG. Essa pesquisa pretende ser representativa dessas populações, fato ainda não alcançado, uma vez que o estudo está em andamento.

Até o momento 206 escolares realizaram todas as tarefas descritas acima, número este utilizado nas análises deste artigo. Vale salientar, porém, que os subtestes de escrita a aritmética do Teste de Desempenho Escolar e a tarefa de Transcodificação Numérica - ditado de números, foram realizados por 1431 estudantes. A média de idade dos participantes foi 9,66 anos (dp=1,55), sendo 49,0% dos participantes do sexo masculino e 77,0% dos participantes de escolas públicas

A tabela abaixo apresenta os dados descritivos da amostra, tais como número de participantes, média etária e desvio padrão, divisão por sexo e separação por tipo de instituição.

Número de participantes	Idade		Sexo		Instituição	
	Média	Desvio Padrão	Feminino	Masculino	Pública	Privada
206	9,68	1,79	49,8%	50,2%	77,0%	23,0%

Tabela 2 - Dados da amostra.

3. Resultados

Para verificar a existência de relações entre habilidades cognitivas linguísticas e aritméticas foi utilizado o cálculo de coeficiente de correlação de Pearson (R) entre as tarefas de caráter linguísticos e as tarefas matemáticas. O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. Esse coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 indica que não há relação linear. Já os valores 1 e -1 apontam para uma relação linear positiva perfeita e uma relação linear negativa perfeita, respectivamente. Quanto mais próximo o valor do coeficiente estiver de 1 ou -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis. A variação de coeficiente entre 0,01 e 0,09 indica correlação ínfima, entre 0,10 e 0,29 correlação baixa, entre 0,30 e 0,49 correlação moderada, entre 0,50 e 0,69 correlação substancial e entre 0,70 e 0,99 correlação muito forte.

Considerou-se também o nível de significância (*p-value*), isto é, a probabilidade de obterem-se os resultados fora da região de possibilidades de conclusão. Quando o *p-value* encontrado é pequeno (<0,05), a correlação é significativa e as duas variáveis são linearmente dependentes ou relacionadas. A utilização do coeficiente de correlação de Pearson como instrumento estatístico para o tratamento de dados neste trabalho é adequado, já que as variáveis correlacionadas são os escores brutos das tarefas, ou seja, medidas quantitativas. Assim, ao se correlacionarem duas tarefas, será verificado o grau de relação linear entre elas, conforme desempenho da amostra em estudo.

Na tabela 3 estão descritos os valores de coeficientes de correlação de Pearson encontrado entre as tarefas. Como pode ser observado, foram encontradas correlações positivas e significativas entre todas as tarefas, o que sugere a existência de relações entre as habilidades cognitivas linguísticas e aritméticas nelas envolvidas. A seguir está listado o grau de correlação entre as tarefas.

Conforme exposto na tabela 4, observa-se que as tarefas que avaliam habilidades de transcodificação numérica foram as que mais se correlacionaram com as tarefas que avaliam habilidades linguísticas, com relação às tarefas dos subtestes de escrita e leitura do TDE, já que os coeficientes de correlação de Pearson encontrados (maiores que 0,70) indicam grau de relação muito forte. Isso sugere que o componente verbal existente na habilidade de transcodificação numérica pode ser essencial para a efetivação bem sucedida da atividade

cognitiva de transcodificar entre as diferentes representações de número. Tal achado também aponta para o fato de as habilidades cognitivas envolvidas na decodificação fonêmica, a qual é avaliada no subteste de escrita, e na decodificação grafêmica, que é verificada no subteste de leitura, serem semelhantes às habilidades envolvidas na transcodificação da representação verbal-oral para a representação arábica, avaliada na tarefa de ditado de números, e na transcodificação da representação arábica para a representação verbal-oral de número, verificada na tarefa de leitura de números, respectivamente.

Tarefas Linguísticas	Coeficiente de Correlação de Pearson (r)								
	Adição Simples	Adição Complexa	Multi.**		Parte oral do TDE de Aritmética			T N	T N
			Multi.**	Multi.**	Item 1	Item 2	Item 3	Ditado de Números	Leitura de Números
Subteste de Escrita do TDE	0,72*	0,70*	0,67*	0,54*	0,48*	0,39*	0,37*	0,79*	0,79*
Subteste de Leitura do TDE	0,66*	0,59*	0,56*	0,42*	0,59*	0,45*	0,57*	0,77*	0,83*
Fluência Verbal Semântica	0,42*	0,43*	0,42*	0,34*	0,27*	0,22*	0,29*	0,44*	0,44*

Tabela 3 - Valores de coeficiente de correlação de Pearson entre tarefas linguísticas e matemáticas. * $p < 0,001$, ** Muti = Multiplicação.

Tarefas correlacionadas	Grau de relação linear entre as variáveis
Subteste de Leitura do TDE e Transcodificação Numérica – leitura de números	$r=0,83$ – muito forte
Subteste de Escrita do TDE e Transcodificação Numérica – leitura de números	$r=0,79$ – muito forte
Subteste de Escrita do TDE e Transcodificação Numérica – ditado de números	$r=0,79$ – muito forte
Subteste de Escrita do TDE e Transcodificação Numérica – ditado de números	$r=0,77$ – muito forte
Subteste de Escrita do TDE e Adição Simples	$r=0,72$ – muito forte
Subteste de Escrita do TDE e Adição Complexa	$r=0,70$ – muito forte
Subteste de Escrita do TDE e Multiplicação Simples	$r=0,67$ – substancial
Subteste de Leitura do TDE e Adição Simples	$r=0,66$ – substancial
Subteste de Escrita do TDE e Adição Complexa	$r=0,59$ – substancial
Subteste de Escrita do TDE e Item 1 da parte oral do subteste de aritmética do TDE	$r=0,59$ – substancial
Subteste de Escrita do TDE e Item 3 da parte oral do subteste de aritmética do TDE	$r=0,57$ – substancial
Subteste de Leitura do TDE e Multiplicação Simples	$r=0,56$ – substancial
Subteste de Escrita do TDE e Multiplicação Complexa	$r=0,54$ – substancial
Subteste de Escrita do TDE e Item 1 do subteste de aritmética do TDE	$r=0,48$ – moderado
Subteste de Leitura do TDE e Item 2 do subteste de aritmética do TDE	$r=0,45$ – moderado
Tarefa de Fluência Verbal Semântica e Transcodificação Numérica: leitura de números	$r=0,44$ – moderado
Tarefa de Fluência Verbal Semântica e Transcodificação Numérica: ditado de números	$r=0,44$ – moderado
Tarefa de Fluência Verbal Semântica e Adição Complexa	$r=0,43$ – moderado
Tarefa de Fluência Verbal Semântica e Adição Simples	$r=0,42$ – moderado
Tarefa de Fluência Verbal Semântica e Multiplicação Simples	$r=0,42$ – moderado
Subteste de Leitura do TDE e Multiplicação Complexa	$r=0,42$ – moderado
Subteste de Escrita do TDE e Item 2 da parte oral do subteste de aritmética do TDE	$r=0,39$ – moderado
Subteste de Escrita do TDE e Item 3 da parte oral do subteste de aritmética do TDE	$r=0,37$ – moderado
Tarefa de Fluência Verbal Semântica e Multiplicação Complexa	$r=0,34$ – moderado
Tarefa de Fluência Verbal Semântica e item 3 do subteste de aritmética do TDE	$r=0,29$ – baixo
Tarefa de Fluência Verbal Semântica e item 1 do subteste de aritmética do TDE	$r=0,27$ – baixo
Tarefa de Fluência Verbal Semântica e item 2 do subteste de aritmética do TDE	$r=0,22$ – baixo

Tabela 4 - Graus de correlação de Pearson entre as tarefas linguísticas e matemáticas.

As tarefas que avaliam habilidades elementares de cálculos de adição e multiplicação tiveram, de modo geral, elevado grau de correlação com as tarefas que avaliam habilidades de escrita e leitura do TDE, já que os coeficientes de correlação de Pearson encontrados entre essas tarefas variaram de valores substanciais a muito fortes. De acordo com essas análises, é possível inferir que as habilidade para resolver cálculos de adição e multiplicação estão relacionadas com habilidades linguísticas básicas de decodificação grafo-fonêmica, o que sugere conexão entre esses mecanismos cognitivos, principalmente ao se considerar que a atividade de multiplicar depende do domínio da tabuada, o qual se dá por meio de repetição verbal.

Os itens orais do subtteste de aritmética, em sua maioria, se correlacionaram moderadamente com os subttestes de leitura e escrita do TDE. Cabe ressaltar que os itens 1 e 3 tiveram correlação substancial com o subtteste de escrita. Esses resultados sugerem que o desempenho em problemas aritméticos enunciados oralmente está relacionado com o desempenho em tarefas que exigem habilidades linguísticas elementares, incitando que componentes linguísticos gerais e mais abrangentes, como forma de enunciação, permeiam tais atividades.

As correlações mais baixas foram, de maneira geral, as encontradas entre a tarefa de fluência verbal semântica e as demais tarefas que avaliam habilidades matemáticas. Os valores do coeficiente de correlação de Pearson entre esses tipos de tarefas variaram entre moderado e baixo. Isso pode advir do fato de a tarefa de fluência verbal semântica exigir, além de habilidades linguísticas, habilidades mnemônicas. Cabe enfatizar que as tarefas que avaliam a transcodificação entre as diferentes representações numéricas tiveram os maiores coeficientes de correlação (0,44 para as duas tarefas) com a tarefa de fluência verbal semântica, resultado que pode ser oriundo do fato de na habilidade de transcodificação numérica estarem fortemente envolvidos mecanismos de memória, principalmente os de memória de trabalho. Se assim for, esse resultado está em consonância com o modelo asemântico de transcodificação numérica proposto por Barrouilet (2004), que considera a acurácia da memória determinante para o sucesso da habilidade de transcodificação numérica.

4. Discussão

De acordo com os resultados encontrados por meio das análises de correlação de Pearson entre tarefas que envolvem habilidades linguísticas e tarefas que envolvem habilidades aritméticas, observa-se a existência de relações entre linguagem e matemática. Tais relações parecem ser mais fortes em habilidades aparentemente semelhantes como a transcodificação entre as diferentes representações de números e a decodificação grafo-fonêmica, fato que pode levar ao questionamento sobre o estatuto da habilidade de transcodificação numérica, se aritmético ou linguístico, tendo em vista que os componentes propriamente matemáticos nela presentes são o conceito de número e a noção do valor posicional dos algarismos (unidade, dezena, centena, milhar, etc.), ao passo que, nessa habilidade, também estão envolvidos componentes essencialmente linguísticos como aspectos fonológicos e sintáticos.

Nessa perspectiva, a habilidade de transcodificação numérica ocupa lugar central na discussão sobre relações entre linguagem e matemática, uma vez que parece ser uma habilidade que reúne tanto componentes matemáticos quanto linguísticos. Esse envolvimento de componentes linguísticos e matemáticos indica a necessidade de se investigar mais detalhadamente as especificidades da tarefa de transcodificação numérica, de modo a observar não apenas suas conexões com habilidades estritamente linguísticas como a decodificação grafo-fonêmica, mas suas características inerentes, como, por exemplo, complexidade de

aprendizagem conforme faixa-etária e escolarização, atentando para fatores de desenvolvimento e padrões de erros sintáticos e fonológicos em língua portuguesa, a fim de verificar se o processamento de transcodificação entre as diferentes representações de número possui alguma peculiaridade nesse idioma.

Os resultados obtidos na análise de correlação de Pearson entre as tarefas linguísticas e as tarefas de cálculos indicam que, além de haver relações entre as habilidades envolvidas na resolução de operações de adição e multiplicação e as envolvidas nas habilidades de decodificação grafo-fonêmica, as habilidades exigidas nesse tipo de cálculo estão em conformidade com o modelo de Código Triplo de Dehaene e Cohen (1995), já que as correlações encontradas apontam para a conexão com o desempenho linguístico. Para verificar essa hipótese seria interessante realizar análises utilizando tarefas que avaliam habilidades que não estão inscritas no código verbal do modelo do Código Triplo, o que configuraria um novo estudo.

As análises acerca dos itens da parte oral do TDE indicam que também o modo de enunciação da atividade aritmética tem relação com o desempenho linguístico. Entretanto essa sugestão também necessita de estudos complementares, já que apenas três problemas matemáticos formulados oralmente foram observados, o que limita a dimensão de possibilidades de maneiras de enunciação que podem ou não ter conexões com habilidades linguísticas.

Faz-se importante enfatizar que a investigação de relações entre matemática e linguagem é de suma importância em âmbitos teórico e prático. Conhecer suas relações tem sido objetivo de muitos estudiosos nas mais diversas áreas do saber e com inúmeras finalidades. Por meio do entendimento da relação entre esses tipos de conhecimento é possível auxiliar no planejamento de estratégias escolares para a otimização do processo de aprendizagem da matemática e de línguas, principalmente a materna.

5. Referências bibliográficas

- Barrouillet, P.; Camos, V.; Perruchet, P.; Seron, X. (2004). ADAPT: A developmental, asemantic, and procedural model for transcoding from verbal to Arabic numerals. *Psychological Rev.* 111, 368–394.
- Bloom, P. (2000). *How children learn the meanings of words*. Cambridge: MIT Press.
- Carey, S. (1998). Knowledge of number: Its evolution and ontology. *Science*. 282, 641-642.
- Chomsky, N. (1980). *Estruturas Sintáticas*. Lisboa: Edições.
- Chomsky, N. (1988). *Language and the problems of knowledge*. Cambridge: MIT Press.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*. 44, 1-42.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense*. New York: Oxford University Press.
- Dehaene, S.; Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cogn.* 1, 83-120.
- Dehaene, S.; Cohen L. (1997) Cerebral pathways for calculation: double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex*. 33, 219-250.
- Dehaene, S.; Dehaene-Lambertz, G. ; Cohen, L. (1998). Abstract representations of numbers in the animal and human brain. *Trends Neurosci.* 21, 355-361.
- Dehaene, S.; Spelke, E.; Pinel, P.; Stanescu, R.; Tsivkin, S. (1999). Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence. *Science*. 284, 970-974.
- Deloche, G.; Seron, X. (1987). Numerical transcoding: A general production model. Em: Deloche, G.; Seron, X. (Eds.), *Mathematical disabilities: A cognitive neuropsychological perspective* (pp. 137-179). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Feigenson, L.; Dehaene, S.; Spelke, E. (2004). Infants chunk object arrays into sets of individuals. *Cognition*. 91, 173-190.
- Fonseca, S. (1998). Lesão X sintoma: uma questão sobre a causalidade. *DELTA: Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada*. 14, (2), 120-131.
- Gallistel, C.; Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*. 44, 43-74.
- Jakobson, R. (1954). *Linguística e comunicação*. São Paulo: Cultrix.
- Kock, I. (2005). Explicação Causal e Interpretação dos Signos segundo os Estóicos. *Cadernos História Filosofia Ciências*. 3, (15), 281-312.
- Lochy, A.; Delazer, M.; Seron, X. (2003, june). Influence of language in the early acquisition of numbers writing: A comparison of French and German. Paper presented at the Third Aachen–Gent Brain and Number Workshop, Aachen, Germany.
- McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*. 44, 107-157.
- Pica, P.; Lemer, C.; Izard, V.; Dehaene, S. (2004). Exact and approximate arithmetic in an Amazonian indigene group. *Science*. 306, 499-503.
- Pinto, R.; Santana, A. (2009). A. Semiologia das afasias: uma discussão crítica. *Psicologia, Reflexão Crítica*. 22, (3), 413-421.
- Pennington, B. (1997). *Diagnóstico de Distúrbios de Aprendizagem*. São Paulo: Pioneira.
- Power, R.; Dal Martello, M. (1990). The dictation of Italian numerals. *Language and Cognitive Processes*. 5, 237-254.
- Rebolo, M.; Rodríguez, A. (2006). Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Neurología*. 42, 2, 135-138.
- Rotta, N.; Ohlweiler, L.; Riesgo, R. (2006). *Transtornos da Aprendizagem: Abordagem Neurobiológica e Multidisciplinar*. Porto Alegre: Artmed.
- Spelke, E.; Tsivkin, S. (2001). Initial knowledge and conceptual change: Space and number. Em: Bowerman, M.; Levinson, C. (Eds.). *Language acquisition and conceptual development* (pp.70-97). Cambridge: Cambridge University Press.
- Stein, L. (1994). TDE. *Teste de desempenho escolar. Manual para aplicação e interpretação*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Wiese, H. (2003). *Numbers, language, and the human mind*. Cambridge University Press.
- Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*. 36, 155-193.