

---

## Artigo Científico

---

# Aspectos linguísticos envolvidos na habilidade de transcodificar entre diferentes representações de número

*Linguistic aspects involved in the ability to transcode between different representations of number*

Nathália Luiz de Freitas<sup>a</sup>, Fernanda de Oliveira Ferreira<sup>b</sup> e Vítor Geraldi Haase<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil; <sup>b</sup>Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, Minas Gerais, Brasil; <sup>c</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

### Resumo

A habilidade de transcodificação numérica (TN) entre as diferentes representações (verbal-oral, arábica etc.) é fundamental para a realização de atividades aritméticas complexas. Entretanto, os mecanismos subjacentes à TN em língua portuguesa ainda são pouco compreendidos. Assim, investiga-se a existência de processos linguísticos envolvidos na habilidade de TN. Participaram 391 escolares entre 7 e 12 anos, dos quais foram coletadas informações sobre o desempenho em decodificação grafo-fonêmica, por meio do Teste de Desempenho Escolar – TDE – e em transcodificação numérica, através das tarefas de leitura e de ditado de números. Os participantes foram divididos em grupos Controle e Desempenho Inferior em Decodificação Fonêmica, conforme o TDE. Os dados foram tratados por meio de análises frequentistas simples, correlacionais de Pearson e de magnitude do efeito de Cohen, e através de análises de erros em TN baseadas em categorias propostas para outros idiomas. Os resultados indicam a possibilidade de a TN ser de natureza semiótica, sofrer influência do desempenho em habilidades linguísticas basilares, além de apontarem a existência de determinados padrões de processamento cognitivo em TN que podem ser universais e de outros que podem ser específicos da língua portuguesa. © Cien. Cogn. 2012; Vol. 17 (1): 002-015.

**Palavras-chave:** transcodificação numérica; representação verbal de número; sistema numérico verbal

### Abstract

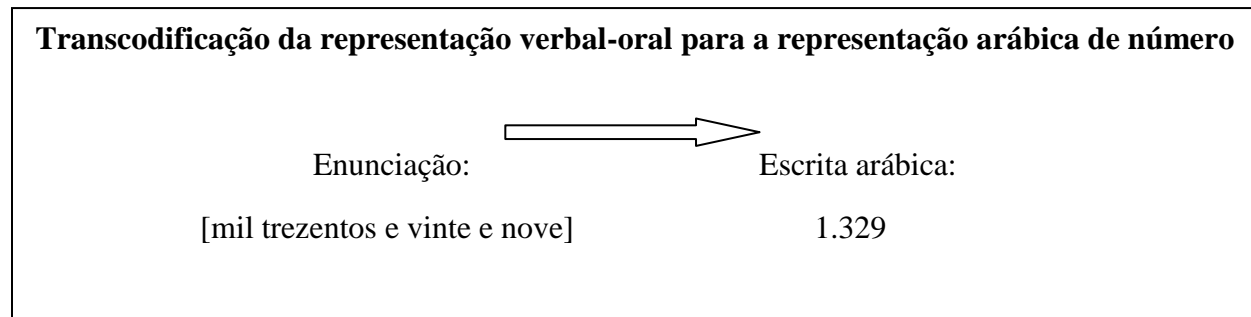
*The ability of numerical transcoding (TN) between the different representations (verbal-oral, arabic etc.) is fundamental to perform complex arithmetic activities. However, the mechanisms underlying TN in Portuguese are still poorly understood. Thus, we investigate the existence of linguistic aspects involved in the ability of TN. Participants 391 children between 7 and 12 years,*

*of which we collected information on the performance graph-phonemic decoding, through the School Achievement Test - SAT - and in numerical transcoding by the tasks of reading and dictation of numbers. Participants were divided into control and lower performance in phonemic decoding, as the SAT. The data were treated by frequent testing simple Pearson correlational and magnitude of the Cohen, and through analysis of errors in TN based on categories proposed for other languages. The results indicate the possibility that the TN be semiotic nature, be influenced by performance on basic language skills, in addition to highlighting the existence of specific patterns of cognitive processing in TN that may be universal and others that may be specific to the Portuguese. © Cien. Cogn. 2012; Vol. 17 (1): 002-015.*

**Keywords:** *number transcoding; verbal representation of number; verbal numerical system.*

## 1. Introdução

A habilidade de transcodificar entre as diferentes representações de número – verbal-oral para arábica; arábica para verbal-oral etc. –, que consiste na tradução de um formato numérico para outro (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), é uma das tarefas mais básicas do processamento numérico, sendo comumente utilizada como índice para a representação verbal dos números. Na ilustração abaixo, pode-se observar, *grosso modo*, a transcodificação de um numeral na representação verbal-oral para sua representação arábica.



**Figura 1** - Ilustração singela do processo de transcodificação entre a representação verbal-oral para a arábica de número.

A representação verbal é uma das três representações de base do modelo de Código Triplo – Triple-code model – para a cognição matemática, juntamente com a representação de magnitude e a representação numérica-visual (Dehaene & Cohen, 1995). Considerando que tal modelo assente a existência de três códigos para representar números mentalmente, ou seja, um código auditivo verbal, um código arábico visual e um código de magnitude analógico, o código verbal seria usado para a transcodificação, a contagem e a recuperação de fatos aritméticos, como a tabuada.

A asserção de uma representação de funcionamento verbal dos números exige, necessariamente, a aquisição do sistema de números sob a forma de palavras de uma determinada

língua, e o estabelecimento de uma ligação entre a palavra que designa o número e um sistema de número simbólico, como, por exemplo, o sistema indo-arábico.

Com relação a esse sistema numérico verbal, Comrie (2005) estudou o sistema de nomes de números de todo o mundo e descobriu que tal sistema é diferente em diversos aspectos – por exemplo, base e tipo de composição – conforme a língua, o que leva à conclusão de que a estruturação linguística de cada língua se não determina ao menos influencia na composição e na caracterização do seu sistema numérico-verbal. Além disso, estudos de dados de transcodificação realizados com línguas alemã, francesa e inglesa mostram que cada um desses idiomas apresenta determinadas peculiaridades, como o caso da propriedade de inversão típica no alemão (Blanken, Dom & Sinn, 1997; Proios, Weniger & Willmes 2002), fato que não deve ser diferente em língua portuguesa.

Nos últimos anos, vários modelos cognitivos que visam a explicar a transcodificação numérica têm sido propostos. Esses modelos podem ser divididos em: i) Modelos semânticos, ou seja, modelos que consideram a representação de quantidade e magnitude do numeral, como os propostos por McCloskey (1992), Power e Dal Martello (1990); e ii) Modelos Assemânticos, isto é, modelos que não levam em conta a representação de quantidade e magnitude do numeral, como os postulados por Barrouillet, Camos, Perruchet e Seron (2004) e Deloche e Seron (1987).

O modelo semântico mais influente e utilizado é o Modelo Semântico-lexical de Power e Dal Martello (1990), o qual postula a representação semântica como sendo baseada no código de entrada verbal (Longuet-Higgins, 1978). Primeiramente, a compreensão do processo ocorre no momento em que o número verbalmente percebido é transformado em uma representação semântica. Por exemplo, quando se escreve o numeral 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:  $C700 + C5? 10 + C4? 700 \# 54? 754$ . Uma vez que existem vários sistemas de nomes de número, tal modelo deve ser considerado se suas hipóteses de substituição e regras de concatenação forem aplicáveis a todas as línguas.

Barrouillet *et al.* (2004) desenvolveram um modelo de transcodificação assemântica, ADAPT (modelo assemântico de desenvolvimento processual da transcodificação), que foi concebido para considerar também alterações no que tange ao desenvolvimento das habilidades de transcodificação, bem como as especificidades linguísticas nela envolvidas. Os princípios básicos desse modelo estão fundamentados 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 assente 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 porque 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. Esses 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 na memória de longo prazo e sua forma

digital é armazenada na memória de trabalho. Uma vez que cada segmento é colocado em sua forma digital, a cadeia é transcrita.

Uma grande vantagem do modelo ADAPT frente aos modelos semânticos é a sua conclusividade sobre a aprendizagem e o desenvolvimento. Melhorias de desempenho nas 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.

Embora alguns estudos sugiram que tarefas matemáticas mais complexas, como cálculos, sejam efetuadas na ausência da leitura correta de número (Cohen & Dehaene, 2000), a maioria concorda que representações verbais corretas e boas capacidades de transcodificação são, pelo menos, úteis para o cálculo mental correto (Dehaene & Cohen, 1995). No entanto, não há dados publicados sobre tais assentimentos, nem mesmo sobre o desenvolvimento e a consolidação de representações verbais de número em uma tarefa fundamental, como a transcodificação numérica, em língua portuguesa.

Muitos estudos têm relatado deficiências específicas em transcodificação (Cipolotti & Butterworth, 1995; Furumoto, 2006; Noël & Seron, 1995), contudo, relativamente poucos têm avaliado a habilidade de transcodificação em crianças (Camos, 2008; Power & Dal Martello, 1990; Seron & Fayol, 1994). Os estudos que levaram em conta o desenvolvimento infantil mostraram que a habilidade de traduzir números de um formato para outro induz a dificuldades específicas em crianças. Não há em língua portuguesa estudos sobre desempenho de escolares em tal habilidade, não existindo, portanto, padrões de erros que apontem dificuldades específicas provenientes do desenvolvimento e do idioma.

Nessa perspectiva, visando a preencher as lacunas quanto à transcodificação em língua portuguesa apontadas acima, o presente trabalho avaliou o desempenho escolar na habilidade de transcodificação entre a representação verbal-oral e a representação arábica de número de uma amostra populacional das populações de Mariana e Ouro Preto, MG, compostas por crianças com idade de 7 a 12 anos e matriculadas entre o 2º e o 7º ano do ensino fundamental. Também se buscou verificar a existência de relações entre o desempenho na habilidade de transcodificação numérica e o desempenho na de decodificação grafo-fonêmica. Investigou-se a presença de influências linguísticas com relação ao desempenho na habilidade de transcodificação da representação verbal-oral para a arábica de número. Examinaram-se ainda os padrões de erro decorrentes de atividades de transcodificação numérica, de maneira a categorizá-los, e a existência de especificidades da língua portuguesa na habilidade de transcodificação entre a representação verbal oral e a arábica de número, conforme padrões de erros encontrados na amostra.

Para alcançar tais objetivos, foram coletados dados dos escolares por meio de testes que avaliam as habilidades cognitivas em estudo. As análises desses dados tiveram, em sua maioria, caráter quantitativo através de tratamento estatístico, sendo que, com relação à categorização de erros em transcodificação numérica, as análises foram realizadas com base nas categorizações feitas em estudos internacionais.

Compreender os mecanismos subjacentes à habilidade de transcodificação entre as diferentes representações de número pode contribuir para a elaboração de estratégias de intervenção em dificuldades de aprendizagem matemática e auxiliar na caracterização e

diagnóstico da discalculia do desenvolvimento – Termo que se aplica em Neuropsicologia a um transtorno específico e persistente, provavelmente de etiologia neurogenética, na aprendizagem da aritmética (Butterworth, 2005; Wilson & Dehaene, 2007). Os domínios mais afetados são o conceito de número, as habilidades de transcodificar entre os diversos sistemas de representação numérica (arábica, verbal escrita, verbal oral), os fatos aritméticos e a habilidade de realizar as quatro operações aritméticas, bem como de resolver problemas formulados verbalmente (Butterworth, 2005; Geary, 1993). – Além disso, estudos cognitivos sobre a habilidade de transcodificação numérica têm a possibilidade de oferecer subsídios para auxiliar na compreensão da existência de relações entre as habilidades cognitivas linguísticas e as habilidades cognitivas aritméticas, de modo a conferir contribuições empíricas para uma discussão tão necessária, mas não considerada o bastante no Brasil, como é o caso dessa temática.

### 1.1. Objetivos

O presente estudo busca investigar a existência de processos linguísticos envolvidos na habilidade de transcodificação entre diferentes representações de número. Para tanto objetiva-se:

- 1) Verificar a existência de relações entre o desempenho nas habilidades de transcodificação numérica e o desempenho nas habilidades de decodificação grafo-fonêmica;
- 2) Apurar a presença de influências do desempenho linguístico com relação ao desempenho na habilidade de transcodificação da representação verbal-oral para a arábica de número;
- 3) Examinar os padrões de erro decorrentes de atividades de transcodificação numérica da representação verbal oral para a arábica de número, de maneira a categorizá-los;
- 4) Investigar a existência de especificidades da língua portuguesa na habilidade de transcodificação entre a representação verbal oral e a arábica de número, conforme padrões de erros encontrados na amostra.

## 2. Metodologia

### 2.1. Procedimentos

A pesquisa que gerou o presente estudo obteve aprovação do comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. Diante disso, foi 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 Mariana e Ouro Preto, MG, de acordo com localização geográfica 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.

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

Na primeira etapa do estudo, os participantes foram, em grupo, submetidos ao subteste de escrita do Teste de Desempenho Escolar – TDE – (Stein, 1994), e à tarefa Transcodificação

Numérica (ditado de números). Através do escore fornecido pelo TDE, foi possível a separação dos participantes nos grupos Controle e DIDF (Desempenho Inferior em Decodificação Fonêmica). Finalizada essa fase, foram confeccionados, e entregues aos responsáveis, relatórios individuais sobre o desempenho de cada participante. Na segunda etapa, individualmente, os participantes foram testados quanto à habilidade de transcodificação numérica (leitura de números) e de decodificação grafêmica. Em todos os participantes da pesquisa foi aplicado o teste das Matrizes Progressivas de Raven (Baron, 2004; Lezak, 1995), visando a excluir da amostra sujeitos com suspeitas de déficits cognitivos.

O desempenho dos estudantes no que se refere às habilidades de transcodificação numérica e de decodificação grafo-fonêmica foi analisado, quantificado e tabulado em uma matriz de dados do programa estatístico SPSS (Statistical Package for Social Science), por meio do qual, análises frequentistas simples referentes a características da população componente da amostra, além dos cálculos do coeficiente de correlação de Pearson para indicação de possíveis relações entre as habilidades em estudo, foram obtidas. Para a verificação da presença de influências do desempenho linguístico na habilidade de transcodificação numérica foram realizadas análises de magnitude do efeito de Cohen para diferenças entre grupos. Com relação à investigação dos padrões de erro decorrentes de atividades de transcodificação numérica da representação verbal oral para a árabe de número, e à averiguação da existência de especificidades da língua portuguesa em tal habilidade, as análises realizadas basearam-se nas categorias disponíveis que, por sua vez, foram estabelecidas na literatura internacional.

## 2. 2. Instrumentos

### 2.2.1 Teste do Desempenho Escolar

O Teste do Desempenho Escolar – TDE – (Stein, 1994) é o único teste psicopedagógico de desempenho escolar – do 2º ao 7º ano – validado para o Brasil. Esse teste apresenta três subtestes que avaliam as habilidades escolares de escrita, aritmética e leitura. São utilizados neste trabalho somente os subtestes de leitura e escrita.

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 decodificar do fonema para o grafema, além do domínio da acentuação e da ortografia. A tarefa é aplicada coletivamente,

O subteste de leitura consiste na decodificação de 70 palavras isoladas, dispostas linearmente. Os vocábulos apresentados possuem dificuldade variável, já que são constituídos de mono a polissílabas e possuem frequência variada, uma vez que alguns deles, ao menos teoricamente, não fazem parte do universo discursivo do alunado componente da amostra. Esse subteste avalia a habilidade de decodificar 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 com base nos dados de normatização do TDE, realizada na referida



cidade 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. Tarefa de Transcodificação Numérica

A tarefa de transcodificação numérica, que busca avaliar a habilidade de traduzir os numerais entre suas diferentes representações (verbal-oral para arábica, ou seja, a escrita do numeral 3678 após sua enunciação etc.) não possui uma versão em língua portuguesa, sendo os testes utilizados nessa pesquisa adaptados de um instrumento em língua alemã. A tarefa é composta por dois testes: o ditado de números e a leitura de números.

O 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 o sujeito deve escrever na forma arábica o algarismo ditado pelo experimentador. Os numerais apresentados possuem grau de complexidade gradativo, variando de numerais compostos por apenas um algarismo (por exemplo, 7) até numerais formados por quatro algarismos (por exemplo, 1062).

A 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 o sujeito deve enunciar o algarismo apresentado sob o código arábico, cuja disposição está em fichas mostradas individualmente ao escolar. Os numerais apresentados têm composições que variam de um a quatro algarismos, conforme a tarefa de ditado de números.

### 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, provenientes de escolas públicas – de administração municipal e estadual – e privadas, divididas conforme regiões dos municípios de Mariana e Ouro Preto, MG. Essa pesquisa pretende ser representativa dessas populações, fato ainda não alcançado, uma vez que o estudo está em andamento. Tal amostra compreende:

a) Amostra Geral: constituída por todos os estudantes sobre os quais foram coletadas informações sobre desempenho escolar em decodificação grafo-fonêmica e habilidades de transcodificação entre diferentes representações de número.

b) Grupo DIFD (Desempenho inferior em decodificação fonêmica): formado por crianças em idade escolar (7 a 12 anos), de ambos os sexos, cursando do segundo ao sétimo ano do ensino fundamental que tiverem desempenho em escrita – decodificação fonêmica – abaixo da média esperada segundo o protocolo de testagem (vide abaixo os instrumentos).

c) Grupo Controle: composto por crianças em idade escolar (7 a 12 anos), de ambos os sexos, cursando do segundo ao sétimo ano do ensino fundamental que tiverem desempenho em leitura,

escrita – decodificação grafofonêmica – de acordo ou superior à média esperada segundo o protocolo de testagem (vide acima os instrumentos).

Até o momento participaram do estudo 391 indivíduos. A distribuição da amostra conforme idade, gênero e tipo de instituição pode ser visualizada na tabela abaixo.

Número de participantes	Idade		Sexo		Instituição	
	Média	Desvio Padrão	Feminino	Masculino	Pública	Privada
391	10,2	2,2	51,1%	48,9%	77,4%	22,6%

**Tabela 1** - Dados descritivos da amostra.

### 3. Resultados

#### 3.1. Relações de desempenho entre as habilidades de transcodificação numérica e de decodificação grafo-fonêmica

Para verificar a existência de relações entre as habilidades de transcodificação numérica e de decodificação grafo-fonêmica, isto é, para observar a possibilidade de os desempenhos apresentados manterem relação entre si, de forma que o aumento do número de itens corretos em uma tarefa que avalia uma habilidade coincida com a mesma elevação ou diminua contrariamente na outra, foi utilizado o cálculo de coeficiente de correlação de Pearson (R) entre as tarefas que avaliam tais habilidades. 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 (Barbetta, 1999).

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. Essas análises foram efetuadas através do SPSS.

Os resultados obtidos por meio das análises do coeficiente de correlação de Pearson realizadas (Tabela 2) revelam correlações positivas, significativas e muito fortes entre as tarefas de transcodificação numérica e de decodificação grafo-fonêmica, fato que aponta a possibilidade de tais habilidades possuírem a mesma natureza cognitiva.



Tarefas correlacionadas	Grau de ralação linear entre as variáveis*
Subteste de Leitura do TDE e Transcodificação Numérica leitura de números	R=0,88 – muito forte
Subteste de Escrita do TDE e Transcodificação Numérica leitura de números	R=0,80 – muito forte
Subteste de Leitura do TDE e Transcodificação Numérica ditado de números	R=0,78 – muito forte
Subteste de Escrita do TDE e Transcodificação Numérica ditado de números	R=0,77 – muito forte

**Tabela 2** - Valores e graus de correlação de Pearson entre as tarefas de decodificação grafofonêmicas e as tarefas de transcodificação numérica. \*Valor de  $p < 0,0001$

### 3.2. Influências linguísticas sobre o desempenho na habilidade de transcodificação da representação verbal-oral para a arábica de número

Com vistas a investigar a existência de influências de domínio linguístico, especificamente no que se refere ao desempenho em atividades linguísticas fundamentais, tais como a decodificação fonêmica, na habilidade de transcodificação da representação verbal-oral para a arábica de número, a amostra geral foi dividida em grupos Controle e Desempenho Inferior em Decodificação Fonêmica (DIDF), conforme a normatização do Teste do Desempenho Escolar (vide metodologia). Por meio de análise de frequência simples, foram obtidas as médias de desempenho de tais grupos na habilidade de transcodificação numérica – ditado de números. Posteriormente, foi calculada a magnitude do efeito para diferenças de médias de dois grupos independentes por meio do modelo proposto por Cohen (1992) [ $d = (X1 - X2) / s'$ ] para verificar a significância de diferença de desempenho entre os grupos Controle e DIDF.

	N	Média	DP	Coefficiente de diferença
<b>Grupo Controle</b>	138	22,3	7,7	d=0,30
<b>Grupo DIDF</b>	252	20,8	8,0	

**Tabela 3** - Média de acertos na transcodificação conforme grupos Controle e DIDF, e cálculo de diferença de desempenho entre eles. DP, Desvio Padrão.

O coeficiente de diferença de Cohen, como pode ser observado na tabela acima, aponta diferenças moderadas entre os grupos Controle e DIDF, o que sugere que a acurácia das habilidades linguísticas decodificatórias pode influenciar no sucesso na habilidade de transcodificação numérica.

### 3.3. Padrões de erro

Como já mencionado, não há estudos sobre transcodificação numérica em língua portuguesa, de maneira que não existem classificações de erros específicas para esse idioma. Assim, será utilizada a taxonomia proposta por Comrie (2005) em conjunto com a de Deloche e

Seron (1982) que se baseiam em descrições dos sistemas numéricos verbais do alemão, francês e inglês, as quais buscaram ser tão gerais quanto possível, para permitir as suas utilizações em diferentes línguas e sistemas de palavras para designar números.

Essas taxonomias são baseadas na violação de princípios sintáticos e lexicais da formação do numeral. Os erros sintáticos compreendem numerais cujos elementos são produzidos corretamente, mas, a magnitude global do número está errada. Tais erros podem ser de composição aditiva (cento e vinte e três = 10023) ou de composição multiplicativa (quatrocentos = 4100). Os erros lexicais envolvem a substituição de um elemento – algarismo – por outro. São divididos em erros de valor lexical com zero dependente (noventa = 91) ou zero independente (vinte e cinco = 24), e erros de classe lexical, nos quais a primitiva está correta, mas a sua classe não (noventa = 19). Na tabela abaixo estão descritos, conforme as categorias expostas, os erros encontrados na amostra de escolares.

Erros Lexicais			Erros Sintáticos			
Tipo	Exemplo	Ocorrências	Tipo		Exemplo	Ocorrências
Lexical com 0	90=91	73	Composição	Aditiva	360=30060	196
				Multiplicativa	400=4100	16
Lexical sem 0	24=25	67	Outros erros sintáticos		861=1608	40
			Total			252

**Tabela 4** - Número de erros encontrados na amostra de acordo com a classificação Comrie (2005) em conjunto com a de Deloche e Seron (1982).

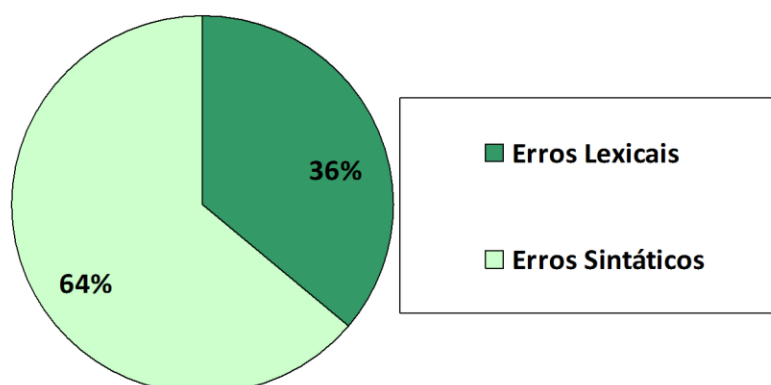
Os erros mais prevalentes são os do tipo sintático de composição aditiva, seguidos pelos do tipo lexical com 0 e pelos do tipo lexical sem 0. Conforme atestado em literatura internacional para a habilidade de transcodificação numérica em outras línguas (alemão, francês etc.), também na presente amostra em língua portuguesa, o número de erros sintáticos é maior do que o número de erros lexicais, como pode ser observado em termos percentuais na figura 2.

### 3.4. Especificidade da Língua Portuguesa

Com relação a possíveis particularidades da língua portuguesa na habilidade de transcodificação numérica, foram encontrados erros específicos do tipo sintático e erros particulares do tipo lexical.

No que se refere aos erros do tipo lexical, foram encontrados erros específicos, não relatados nas categorizações realizadas na literatura internacional, provenientes de aspectos fonológicos que são, provavelmente, inerentes a esse idioma. Tais fatores consistem na semelhança de sons entre nomes de determinados numerais como, por exemplo, três/seis – em que em determinados dialetos o fonema [e] é ditongado, formando a estrutura sonora /trêis/ a qual

rima perfeitamente com /seis/ –, sessenta/setenta, oitenta/noventa – vocábulos cujas sílabas finais rimam entre si.



**Figura 2** - Percentual de erros em transcodificação, com base na categorização em erros sintáticos e erros lexicais, encontrados na amostra.

No que tange aos erros do tipo sintático, foram encontrados erros específicos de composição, tanto de ordem multiplicativa, quanto de ordem aditiva. A especificidade presente nos dados da transcodificação em português, e também não relatada nas classificações de erros vigentes na literatura internacional, consiste na incompletude composicional, ou seja, faltam zeros nos numerais formados pelos princípios de composição aditiva e multiplicativa. Contudo, diferentemente do que ocorre com a especificidade fonológica dos erros lexicais particulares da língua portuguesa, ainda não se chegou a uma hipótese plausível da natureza idiomática desse padrão específico de erro.

Erros Lexicais			Erros Sintáticos			
Tipo	Exemplo	Ocorrências	Tipo	Exemplo	Ocorrências	
Lexical com 0	90=91	48	Composição	Aditiva Completa	360=30060	84
				Aditiva Incompleta	1060=10060	112
				Multiplicativa Completa	400=4100	8
				Aditiva Incompleta	8000=8100	8
Classe Lexical	90=19	44	Outros erros sintáticos	861=1608	40	
Classe Lexical com aspectos Fonológicos	73=76	28				
Total		140	Total		252	

**Tabela 5** - Número de erros encontrados na amostra de acordo com a classificação de Comrie (2005) em conjunto com a de Deloche e Seron (1982) e conforme especificidades encontradas na língua portuguesa.

## 4. Discussão

Os resultados obtidos através dos dados oriundos da amostra em análise indicam que processamentos linguísticos de diferentes ordens subjazem às habilidades de transcodificação numérica. Nessa perspectiva, é possível depreender, empiricamente, conforme sugerido pelo Modelo de Código Triplo, a existência de um código auditivo-verbal, que seria responsável, entre outros mecanismos, pela habilidade de transcodificar entre diferentes representações de número.

As correlações positivas, significativas e elevadas encontradas entre os escores das tarefas de transcodificação numérica – leitura e ditado de números – e de decodificação grafo-fonêmica – leitura e ditado de vocábulos – indicam a possibilidade de estar envolvido nessas habilidades o mesmo processo cognitivo, de modo que a transcodificação numérica seria, portanto, uma habilidade essencialmente semiótica, e, possivelmente, não envolveria aspectos puramente aritméticos como a magnitude e a quantidade não-simbólicas, de acordo com o postulado do ADAPT. Contudo, cabe ressaltar que análises que consideram o desempenho em matemática não-simbólica devem ser conjuntamente realizadas para que tal hipótese tenha maior plausibilidade. As diferenças significativas encontradas entre os grupos Controle e DIDF – Desempenho Inferior em Decodificação Fonêmica –, no que se refere à habilidade de transcodificar (escrever arabicamente numerais enunciados), apontam que o melhor desempenho na habilidade de decodificar do fonema para o grafema pode estar associada à eficiência em transcodificar da representação verbal oral para a arábica de número, o que está de acordo com os resultados advindos das análises correlacionais.

Com relação aos erros de transcodificação da representação verbal oral para a arábica de número, observa-se a existência de padrões de erro sintático e lexical de acordo com descrições realizadas na literatura internacional para as línguas alemã, francesa e inglesa, o que pode fortalecer a hipótese de que pelo menos a maioria de tais padrões é universal. Além disso, a prevalência de erros sintáticos sobre lexicais, com a diminuição de ambos conforme elevação da idade e série escolar, aponta que estratégias de composição, principalmente aditiva, são as mais utilizadas entre as crianças, o que pode revelar uma maior familiaridade com esse tipo de construção, considerando que o princípio aditivo é o primeiro aprendido em sala de aula. Embora o desempenho segundo faixa-etária e escolaridade não seja relatado neste estudo, haja vista seus objetivos, é importante salientar que os erros em transcodificação são mais frequentes nas séries e idades iniciais, diminuindo significativamente com o desenvolvimento de tais variáveis.

Ainda no que se refere aos erros em transcodificação analisados, os dados indicam a existência de especificidades em língua portuguesa no que tange a sua estrutura fonológica, já que alguns nomes de numerais possuem semelhanças sonoras entre si, o que é passível de dificultar a transcodificação. Também foram encontrados erros de base sintática diferentes dos descritos na literatura internacional, especificamente um padrão de composição que denota incompletude no princípio de transcodificar conforme os padrões de erro de composição aditiva e de composição multiplicativa, já que faltam algarismos no resultado da transcodificação. Essas especificidades encontradas mostram que, assim como os sistemas numéricos verbais variam conforme as línguas (Comrie, 2005), os padrões de erros de cada idioma também são variáveis, tendo a língua portuguesa suas peculiaridades.

É importante salientar que embora os resultados estejam em consonância com as expectativas teóricas, assim como com as pesquisas internacionais, a amostra está sendo aumentada com vistas a ser representativa das populações em pauta e, conseqüentemente, ser capaz de propiciar maior poder de generalização no que tange às conclusões obtidas. Além disso,

por se tratar de um trabalho inicial, as análises realizadas podem ser consideradas ainda preliminares, de forma que, com a elevação da amostra existe a possibilidade de outros fatores linguísticos, tais como semânticos, surgirem e, conseqüentemente, serem explorados. Ressalta-se que, de modo geral, as análises aqui apresentadas tendem a ser aprimoradas à medida que mais dados forem sendo coletados.

## 5. Referências Bibliográficas

- Barbetta, P. A. (1999) *Estatística aplicada às ciências sociais*. Florianópolis: Editora da UFSC.
- Baron, I. S. (2004). *Neuropsychological evaluation of the child*. New York: Oxford University Press.
- Barrouillet, P.; Camos, V.; Perruchet, P.; Seron, X. (2004). ADAPT: A developmental, asemantic, and procedural model for transcoding from verbal to Arabic numerals. *Psychological Review*, 111, 368–394.
- Blanken, G.; Dom, M.; Sinn, H. (1997) Inversion errors in Arabic number reading: Is the reanon semantic route? *Brain and Cognition*, 34, 304, 404-423.
- Butterworth, B. (2005). Developmental dyscalculia. In J. I. D. Campbell (Ed.) *Handbook of mathematical cognition* (pp. 455-467). Hove: Psychology Press.
- Camos, V. (2008). Low working memory capacity impedes both efficiency and learning of number transcoding in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 99, 37–57.
- Cipolotti, L.; Butterworth, B. (1995). Towards a multiroute model of number processing: Impaired number transcoding with preserved calculation skills. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 375-390.
- Cohen, L.; Dehaene, S. (2000). Calculating without reading: Un suspected residual abilities in pure alexia. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 563–583.
- Comrie, B. (2005). End angered numeral systems. Em: Wohlgemuth, J.; Dirksmeyer, T. (Eds.), *Bedrohte Vielfalt: Aspektesdes Sprach(en) tods [End na gereddi versity: Aspects of language death]*. (pp. 210-234). Berlin: Weißens e Verlag.
- Dehaene, S.; Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, 1, 83–120.
- Deloche, G.; Seron, X. (1982). From one to 1: An analysis of transcoding process by means of neuropsychological data. *Cognition*, 12, 119-149.
- Deloche, G.; Seron, X. (1987). Numerical transcoding: A general production model. In G. Deloche, G.; Seron, X. (Eds.), *Mathematical disabilities: A cognitive neuropsychological perspective* (pp.137 179). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Furumoto, H. (2006). Puremisal location of ‘0’ in number transcoding: A news ymptom of right cerebral dysfunction. *Brain and Cognition*, 60, 128–138.
- Geary, D.C. (1993). Mathematical disabilities: cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345-362.
- Lezak, M.D. (1995). *Neuropsychological assessment*. (3<sup>a</sup>. ed.). New York: Oxford University Press.
- Longuet-Higgins, M.S. (1978). The instabilities of gravity waves of finite amplitude in deep water. II. Subharmonics. *Proc. Roy. Soc. London*, 360, 489–505.
- McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44, 107–157.

- Noël, M.P.; Seron, X. (1995). Lexicalization errors in writing Arabic numerals: A single case study. *Brain and Cognition*, 29, 151–179.
- Power, R.; Dal Martello, M. (1990). The dictation of Italian numerals. *Language and Cognitive Processes*, 5, 237–254.
- Proios, H.; Weniger, D.; Willmes, K. (2002). Number representation deficit: A bilingual case of failure to access written verbal numeral representations. *Neuropsychologia*, 40, 2341–2349.
- Seron, X.; Fayol, M. (1994). Number transcoding in children: A functional analysis. *British Journal of Developmental Psychology*, 12, 281–300.
- Stein, L. (1994). *TDE. Teste de desempenho escolar. Manual para aplicação e interpretação*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Wilson, A.J.; Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. Em: Coch, D.; Dawson, G.; Fischer, K. (Eds.) *Human behavior, learning, and the developing brain: atypical development* (pp. 212-238). New York: Guilford.