

## Reabilitação neuropsicológica do transtorno de aprendizagem da matemática na síndrome de Turner: um estudo de caso

*Rehabilitación de las matemáticas aprendizaje trastorno neuropsicológicas en el síndrome de Turner: un estudio de caso*  
*Réadaptation des troubles d'apprentissage en mathématiques neuropsychologiques dans le syndrome de Turner: une étude de cas*  
*Neuropsychological rehabilitation of mathematical learning disabilities in the Turner syndrome: a single case study*

Andressa Moreira Antunes<sup>1</sup>, Annelise Júlio-Costa<sup>1</sup>, Isabela Starling-Alves<sup>1</sup>,

Giulia Moreira Paiva<sup>1</sup> & Vitor Geraldi Haase<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

### Resumo

Este estudo objetivou caracterizar o perfil neuropsicológico de uma criança com Síndrome de Turner e desenvolver programas de reabilitação da matemática baseado em seu perfil cognitivo. M.F.C apresenta dificuldade de aprendizagem da matemática associada a um déficit no senso numérico. O primeiro programa de intervenção se propôs a restituir as habilidades do senso numérico, no entanto não se mostrou eficaz. O segundo programa foi desenvolvido para compensar os déficits na matemática por meio de um treino cognitivo dos fatos de multiplicação. Tal programa, por sua vez, apresentou maior efeito terapêutico, sendo seus ganhos mantidos mesmo após quatro meses findada a intervenção. Os resultados deste estudo demonstram que, neste caso, programas de intervenção que empregam estratégias compensatórias aliadas a aspectos psicoterápicos são mais eficazes que estratégias restitutivas.

Palavras-chave: Reabilitação neuropsicológica, síndrome de Turner, senso numérico, transtorno de aprendizagem da matemática.

### Resumen

Este estudio tuvo como objetivo caracterizar el perfil neuropsicológico de un niño con síndrome de Turner y el desarrollo de los programas de rehabilitación de las matemáticas en base a su perfil cognitivo. MFC tiene dificultades matemáticas asociadas a un déficit en el sentido numérico de aprendizaje. El primer programa de intervención de restauración de las capacidades de sentido de los números, sin embargo, no fue eficaz. El segundo programa fue desarrollado para compensar los déficits en matemáticas a través de un entrenamiento cognitivo de las tablas de multiplicar. Este programa, por su parte, mostró un mayor efecto terapéutico, y sus ganancias se mantienen incluso después de cuatro meses de intervención findada. Los resultados de este estudio demuestran que, en este caso, los programas de intervención que emplean estrategias de compensación combinados con aspectos psicoterapéuticos son más eficaces que las estrategias restitutiva.

Palabras-clave: Rehabilitación neuropsicológica, el síndrome de Turner, sentido del número, trastorno del aprendizaje de matemáticas.

### Résumé

Cette étude visait à caractériser le profil neuropsychologique de l'enfant avec le syndrome de Turner et de développer des programmes de réhabilitation des mathématiques en fonction de leur profil cognitif. MFC a des difficultés mathématiques associées à un déficit dans le sens des nombres d'apprentissage. Le premier programme d'intervention visant à rétablir les capacités de son sens des nombres, mais n'a pas été efficace. Le second programme a été élaboré pour compenser les déficits en mathématiques à travers un entraînement cognitif des faits de multiplication. Ce programme, à son tour, a montré plus d'effet thérapeutique, et leurs gains sont conservés même après quatre mois findada intervention. Les résultats de cette étude démontrent que dans ce cas, les programmes d'intervention qui emploient des stratégies compensatoires combinés avec des aspects psychothérapeutiques sont plus efficaces que les stratégies restitutives.

Mots-clés: réhabilitation neuropsychologique, le syndrome de Turner, le sens du nombre, trouble de l'apprentissage de mathématiques.

### Abstract

This study aimed to characterize the neuropsychological profile of a child with Turner syndrome and to develop mathematics rehabilitation programs based on her cognitive profile. M.F.C. has a mathematical learning disability associated to a deficit in number sense. The first intervention program aimed to remedy the number sense; however it was not effective. The second program was developed to compensate mathematical deficits through cognitive training of multiplication facts. This last program showed greater therapeutic effect, and its gains have been maintained even after four months of the intervention. The results of this study demonstrate that, in this case, intervention programs that use compensatory strategies combined with psychotherapeutic aspects are more effective than reparative ones.

Keywords: Neuropsychological rehabilitation, Turner syndrome, number sense, mathematical learning disabilities

Artigo recebido: 11/04/2013; Artigo revisado: 10/04/2013; Artigo aceito: 29/04/2013.

Correspondências relacionadas ao trabalho devem ser enviadas para Andressa Moreira Antunes, Laboratório de Neuropsicologia do Desenvolvimento (sala2016), Departamento de Psicologia, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Antônio Carlos, 6627, 31270-901 Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: [andressamoreira.ant@gmail.com](mailto:andressamoreira.ant@gmail.com)

DOI: 10.5579/ml.2013.0140

A Síndrome de Turner (ST) é causada pela deleção completa ou parcial do segundo cromossomo sexual (Davenport, Hooper & Zeger, 2007). Conforme Murphy, Mazzocco, Gerner e Henry (2006) essa população tem maior probabilidade de apresentar dificuldade de aprendizagem da matemática do que a população geral. Apesar dessa maior predisposição, o desenvolvimento de programas de intervenção na matemática específicos para a ST é pouco estudado e foi retratado em um único estudo (Kesler, Sheau, Koovakkattu & Reiss, 2011). Um ponto importante para a existência de programas adaptados a essas meninas decorre do padrão fenotípico específico da ST. Normalmente, essas mulheres apresentam o funcionamento cognitivo geral e habilidades verbais preservados (Temple & Shephard, 2012). No entanto, as habilidades não verbais são mais prejudicadas, como o senso numérico, aumentando o risco para dificuldades de aprendizagem na matemática (Mazzocco, 2006; Mazzocco & Hanich, 2010).

O senso numérico é definido como a habilidade mais básica do processamento numérico, que permite a realização de comparações, estimações e cálculos aproximados (Dehaene, 2009). Essa habilidade é associada à representação não-simbólica de magnitude (p.ex. \*\*\*) que compõe um dos módulos do modelo neurocognitivo do Código Triplo (Dehaene, 1992; Dehaene & Cohen, 1995). Tal modelo propõe mais dois tipos de representações de magnitudes: verbais (p.ex. “três”) e arábicas (p.ex. “3”), as quais são construções culturais (Dehaene et al., 2003).

As representações não-simbólicas são associadas às áreas cerebrais relacionadas ao sulco intraparietal bilateralmente (Dehaene et al., 2003), o qual possui um padrão morfológico e funcional anormal na ST (Molko et al., 2004). Uma forma de testar a acuidade das representações não-simbólicas é por meio de tarefas de comparação da magnitude de conjunto de pontos, sendo caracterizada psicofisicamente pela lei de Weber, ou seja, quanto menor a distância numérica entre os conjuntos a serem discriminados, maior é o tempo de reação e a taxa de erros (Piazza et al., 2010). Por outro lado, a automatização dos fatos aritméticos de multiplicação se dá através da consolidação de representações verbais, cujo acesso depende do giro angular esquerdo (Dehaene et al., 2003) e que na ST não apresenta diferenças morfológicas quando comparado ao grupo controle (Brown et al., 2004).

Sabendo-se que as meninas com ST apresentam um maior risco de desenvolver um transtorno de aprendizagem da matemática e que existem poucos estudos de reabilitação neuropsicológica do transtorno, faz-se necessário desenvolver estratégias que promovam tais habilidades. Os dois principais enfoques da intervenção (ou reabilitação) neuropsicológica são a restituição e a compensação. O primeiro propõe uma restauração funcional das funções cognitivas (Haase, Pinheiro-Chagas & Andrade, 2012) e o segundo é uma forma de tratamento que visa a compensar os déficits do indivíduo fazendo uso de estratégias que recrutem funções cognitivas preservadas (Wilson, 2008). As evidências encontradas até o momento demonstram que o enfoque de restituição não é eficaz para a maioria das funções cognitivas (Haase, Pinheiro-Chagas & Andrade, 2012), enquanto o modelo compensatório

é apontado como método de primeira escolha na maioria dos tratamentos (Wilson, 2008).

Os objetivos do presente estudo de caso são 1) caracterizar o perfil de uma paciente com ST através da avaliação neuropsicológica e 2) verificar o efeito terapêutico de programas de intervenção para a síndrome utilizando estratégias a) restitutivas e b) compensatórias. Caso a paciente apresente um padrão semelhante ao descrito na literatura, acredita-se que um programa de restituição, no nível neural, modificaria os padrões de conectividade do sulco intraparietal relacionada às habilidades do senso numérico, enquanto um programa com estratégias compensatórias melhoraria o desempenho em tarefas matemáticas relacionadas às habilidades de verbais, como a multiplicação (Dehaene et al., 2003; Grabner et al., 2009; De Smedt, Taylor, Archibaldi & Ansari, 2010). Essas mudanças no nível neural podem ser acessadas por meio comportamental através de testes conceituados na literatura, os quais estão relacionados a atividades de regiões cerebrais específicas.

#### Descrição do caso

M.F.C., sexo feminino, no período do atendimento, tinha entre 9 e 11 anos de idade e cursava entre o 4º e 6º ano do Ensino Fundamental. Ela foi diagnosticada com Síndrome de Turner (ST) com cariótipo em mosaico (45, x, t(5;9)(p14;p12) / 46, x, der (x), dup (x), del (x)) aos 2 anos de idade. Segundo o exame clínico realizado no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a menina possui baixa estatura limítrofe, assimetria corporal e desproporção facial. Cabe ressaltar que M.F.C. fez uso de somatropina e frequentava o projeto Escola Integrada da rede pública de ensino de Belo Horizonte, Minas Gerais, durante todo o procedimento. Todos os procedimentos foram realizados após consentimento oral da criança e por escrito dos responsáveis legais. Além disso, este estudo foi aprovado pelo comitê de ética regional.

Este estudo foi dividido em três etapas: 1) avaliação neuropsicológica, 2) reabilitação neuropsicológica, por sua vez dividida em dois programas de intervenção: a) treino cognitivo do senso numérico e b) treino cognitivo da multiplicação; e 3) Follow up. O delineamento deste estudo está esquematizado na figura 1.

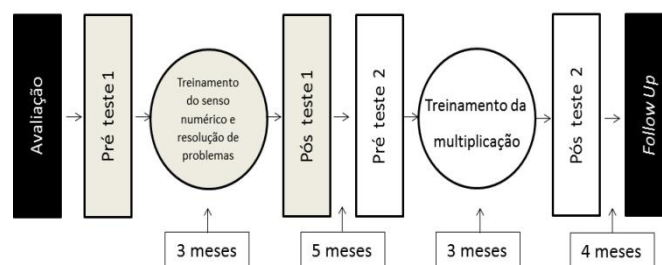


Figura 1.

#### Avaliação neuropsicológica

#### Método

Inicialmente, foi realizada avaliação neuropsicológica para caracterizar o perfil cognitivo de M.F.C. Essa avaliação foi dividida em duas partes. Primeiramente, foram avaliados os aspectos cognitivos gerais da paciente - inteligência, memória de trabalho, funções executivas, processamento fonológico (habilidades verbais), destreza motora, habilidades somatosensoriais e visuoespaciais. Os testes utilizados e suas respectivas referências normativas estão descritos na Tabela 1. Já, em uma segunda parte, M.F.C. foi submetida a uma bateria de testes experimentais para investigação de suas habilidades matemáticas. A Bateria de Avaliação da Matemática - Laboratório de Neuropsicologia do Desenvolvimento (LND-UFMG) - é constituída pelas seguintes tarefas:

Tabela 1.  
*Instrumentos neuropsicológicos utilizados*

Domínio avaliado	Teste	Referência
Inteligência	Wisc-III	Figueiredo, 2002
Destreza motora	9-Hole Peg Test	Poole et al, 2005
Habilidades somatosensoriais	Tarefa de Gnosias Digitais	Costa, 2011
	Tarefa de orientação direita-esquerda	Costa, 2011
Memória de Trabalho	Dígitos	Figueiredo & Nascimento, 2007
	Cubos de Corsi	Santos, et al., 2005
Função executivas	Teste de Trilhas	Fernández & Marcopulos, 2008
	Testes dos Cinco Dígitos	Sedó, 2007
Habilidades visuoespaciais	Figura Complexa de Rey-Osterrieth	
Processamento fonológico	Tarefa de repetição de pseudopalavras	Santos & Bueno, 2003
	Tarefa de leitura de pseudopalavras	Silva, 2013
	Tarefa de Supressão de Fonemas	Silva, 2013

### *Numerosidade*

Tarefa de comparação de magnitudes não-simbólicas: nessa tarefa computadorizada, o participante é instruído a indicar qual, entre dois conjuntos, contém mais pontos. Pontos pretos são apresentados em um círculo branco sobre um fundo preto. Em cada ensaio, um dos dois círculos brancos contém 32 pontos (numerosidade de referência) e o outro contém 20, 23, 26, 29, 35, 38, 41 ou 44 pontos. Cada numerosidade é apresentada 8 vezes. A tarefa compreende 8 ensaios de aprendizagem e 64 ensaios experimentais. Foram analisadas a acurácia e a média do tempo gasto na tarefa (Costa et al., 2011).

Tarefa de estimacão de magnitude não-simbólica: nessa tarefa computadorizada, a criança é orientada a estimar a quantidade de pontos apresentada na tela do computador. Pontos pretos são apresentados no interior de um círculo branco, em tela de fundo preto. São apresentados 1, 2, 3, 4, 5, 10, 16, 24, 32, 48, 56 ou 64 pontos, em 60 ensaios pseudo-randomizados, de forma que a mesma quantidade não é apresentada em ensaios consecutivos. O tempo máximo de apresentação de cada estímulo é de 1000 ms. Assim que a

criança diz quantos pontos ela acha que foram apresentados na tela, o examinador, já sentado ao lado da criança, pressiona a barra de espaços e digita o número falado pela criança. Entre cada ensaio, um ponto de fixação aparece na tela – uma cruz, branca, com 3 cm cada linha. Nesta tarefa, foi analisado o coeficiente de variação médio (desvio padrão/média) das respostas da criança.

### *Transcodificação*

Tarefa de leitura de números: a criança deve ler 28 dígitos arábicos impressos em um caderno com folhas de papel branco (tipo sulfite). Os algarismos estímulo possuem de 1 a 4 dígitos e são organizados de forma hierárquica de complexidade. (p.ex. 3, primeiro estímulo, e 5962, último estímulo). Não há limite de tempo na execução da tarefa. (Moura, 2010)

Tarefa de escrita de números: As crianças são instruídas a escrever os números ditados na forma arábica. Esta tarefa é constituída por 40 itens, até quatro dígitos (três números de um dígito, nove números de dois dígitos, dez números de três dígitos, dezoito números de quatro dígitos).

### *Aritmética*

Subtestes de aritmética do Teste de Desempenho Escolar: é composto por duas partes, a primeira se refere a problemas matemáticos simples verbalmente formulados (p. ex. Qual é maior, 28 ou 42?), já a segunda refere-se a 45 cálculos aritméticos escritos de complexidade crescente (Stein, 1994; Ferreira-Oliveira, et al, 2012).

Problemas aritméticos: foram apresentados à criança, em uma folha de papel, doze problemas aritméticos simples (p.ex. “Andressa tem 3 reais. Giulia tem 6 reais. Quantos reais elas têm juntas?”), lidos pelo examinador em voz alta. A criança deve resolver o cálculo mentalmente, e escrever a resposta na folha, com o tempo limite de 1 minuto por problema. Foi analisada a quantidade de acertos na tarefa (Costa et al., 2011).

Operações aritméticas básicas: esta tarefa contém dois blocos com operações de adição (27 itens, p.ex. “5+2” e “9+8”), dois blocos de subtração (27 itens, p. ex. “6-4” e “17-8”) e dois blocos de multiplicação (28 itens, p. ex. “2x6” e “9x4”). Cada bloco é apresentado separadamente em cada folha. A criança é instruída a resolver os cálculos corretamente e o mais rápido que ela puder, com o tempo limite de 1 minuto para cada bloco. Foi analisada a quantidade de acertos na tarefa (Costa et al., 2011).

Tarefa dos Fatos de Multiplicação: São apresentados verbalmente os 81 fatos de multiplicação, um por vez. A criança é instruída a resolver os cálculos mentalmente e responder corretamente e o mais rápido possível.

Na avaliação cognitiva geral, os resultados da criança foram comparados às normas correspondentes de cada teste. Foram calculados os escores Z do desempenho de M.F.C. em todos os testes da avaliação geral e os escores maiores que 1,5 desvio-padrão foram considerados clínicos. Já na avaliação específica da matemática, o desempenho da paciente foi comparado ao de um grupo controle pareado por sexo, escolaridade, idade e inteligência, utilizando a análise estatística do teste t modificado (Crawford, Garthwaite & Howell, 2010), específica para estudo de caso. No subteste de aritmética do TDE, foi utilizado escore Z, uma vez que este

teste já foi padronizado. Na tarefa de fatos de multiplicação foi verificada apenas a porcentagem de acertos.

### Resultados

A inteligência de M.F.C. encontra-se dentro da média esperada, bem como seu desempenho no 9-Hole Peg Test, Dígitos (ordem direta e inversa), Cubos de Corsi (ordem inversa), Teste de Trilhas, Leitura de Pseudopalavras, Repetição de Pseudopalavras e Supressão de Fonemas. No entanto, houve escores clínicos nas tarefas de Gnosias Digitais, Orientação Direita-Esquerda, Cubos de Corsi (ordem direta), Teste dos Cinco Dígitos e Figura Complexa de Rey-Osterrieth (Figura 2).

Especificamente em relação à matemática, a garota apresentou diferenças significativas nas tarefas de Leitura de Números ( $t=-3.69$ ;  $p<0,05$ ), Escrita de Números ( $t=-3,14$ ;  $p<0,05$ ) e nos subtestes de adição ( $t=-2.43$ ;  $p<0,05$ ) e subtração ( $t=-2.30$ ;  $p<0,05$ ) da tarefa de Operações Aritméticas Básicas. No subteste de multiplicação da tarefa de Operações Aritméticas Básicas, todavia, houve um efeito chão, apesar de não ser significativo. Além disso, não foram encontradas diferenças significativas nas tarefas de Estimção de Magnitudes Numéricas e tarefa de Problemas Aritméticos (todos  $p>0,05$ ). Já na tarefa de Comparação de Magnitudes Não-Simbólicas os dados não ajustaram a função utilizada ( $r^2<0,2$ ) (Dehaene, Izard & Piazza, 2005), uma vez que a quantidade de erros foi superior ao permitido (Tabela 2). No subteste de Aritmética do TDE o desempenho de M.F.C. foi considerado clínico (Tabela 3).

### Conclusão da avaliação neuropsicológica

M.F.C. foi diagnosticada com Transtorno de Aprendizagem da Matemática associado a um comprometimento das funções executivas, das habilidades visoespaciais e somatosensoriais. Em contrapartida, a memória de trabalho, habilidades motoras e habilidades verbais encontraram-se preservadas. Especificamente em relação a matemática, a menina apresentou um baixo desempenho nas tarefas de Transcodificação e Operações Aritméticas Básicas. Além disso, o não ajuste da fração interna de Weber, foi um indicativo de dificuldades relacionadas ao senso numérico. Essa habilidade afeta, em especial, a aquisição do conhecimento acerca dos números e da matemática (Costa et al., 2011; Piazza, 2010).

### Reabilitação Neuropsicológica

#### Primeiro programa de intervenção: Treinamento do senso numérico

Considerando os resultados da avaliação neuropsicológica, o objetivo do programa foi restituir o senso numérico por meio de treino cognitivo. Como a intervenção teve caráter experimental, para garantir que a criança tivesse algum ganho com a reabilitação, foi realizado simultaneamente um treino cognitivo-comportamental de resolução de problemas. Este treino é justificado pelo fato de M.F.C. apresentar um comprometimento das funções executivas na avaliação neuropsicológica e por intervenções

deste domínio serem consagradas na literatura como eficazes (Holmes et al., 2009; Rueda et al., 2005). Nossa hipótese foi de que um treino cognitivo do senso numérico produziria uma melhora no desempenho da criança neste domínio. Caso a melhora no senso numérico fosse encontrada, esperaríamos, também, uma generalização para outros domínios matemáticos.

### Métodos

Foram utilizados os seguintes programas na primeira intervenção:

*Treino cognitivo do senso numérico:* Foi utilizado o jogo computadorizado Numberbonds® (Butterworth, Varma & Laurillard, 2011 - jogo disponível em <http://www.number-sense.co.uk/numberbonds/>). Esse é um tipo de jogo interativo, que utiliza algoritmos que adaptam o nível de dificuldade de acordo com o desempenho da criança (Wilson, et al., 2006a; 2006b). É apresentado para criança um caixa vazia e, ao lado, várias peças que podem ser colocadas na caixa. O programa lança uma peça na caixa e a criança é instruída a escolher uma outra peça para completar a largura da caixa. Este jogo contém cinco estágios com três níveis cada. Primeiro estágio: as peças são coloridas e de tamanhos diferentes; segundo estágio: as peças são de tamanhos diferentes, mas contém uma única cor; terceiro estágio: as peças são coloridas, de tamanhos diferentes e contém um número correspondente para cada tamanho; quarto estágio: as peças são de tamanhos diferentes, com uma única cor e contém um número correspondente para cada tamanho; quinto estágio: aparecem apenas os números. Os níveis de cada estágio diferem, apenas, na quantidade de peças disponíveis para a criança escolher. São disponibilizadas à criança entre cinco (1º e 2º nível) a dez peças (3º nível), e os números apresentados variam entre zero e dez (ver: <http://www.number-sense.co.uk/numberbonds/>).

O objetivo dos jogos adaptativos que treinam o senso numérico é fazer uma ligação entre o número e o seu significado, enfatizando a associação entre a representação do número e do espaço (Wilson et al., 2006a;).

#### *Treino cognitivo comportamental de resolução de problemas*

Utilizou-se o programa Pare e Pense® (Kendall, 1992) para treinar as habilidades de resolução de problemas. Esse programa é baseado em técnicas de autoinstrução, solução de problemas e treinamento de habilidades sociais (Malloy et al., 2011).

A criança é instruída a seguir quatro etapas em todas as tarefas propostas, que são: identificação do problema, identificação das possibilidades de solução, escolha da melhor solução e avaliação da eficácia da solução escolhida. O programa Pare e Pense® também se vale de técnicas de manejo de contingências na forma de um sistema de fichas. Para avaliar o efeito terapêutico da intervenção, foi utilizado um delineamento de pré/pós-teste com os seguintes instrumentos: Tarefa de Comparação de Magnitude Não-

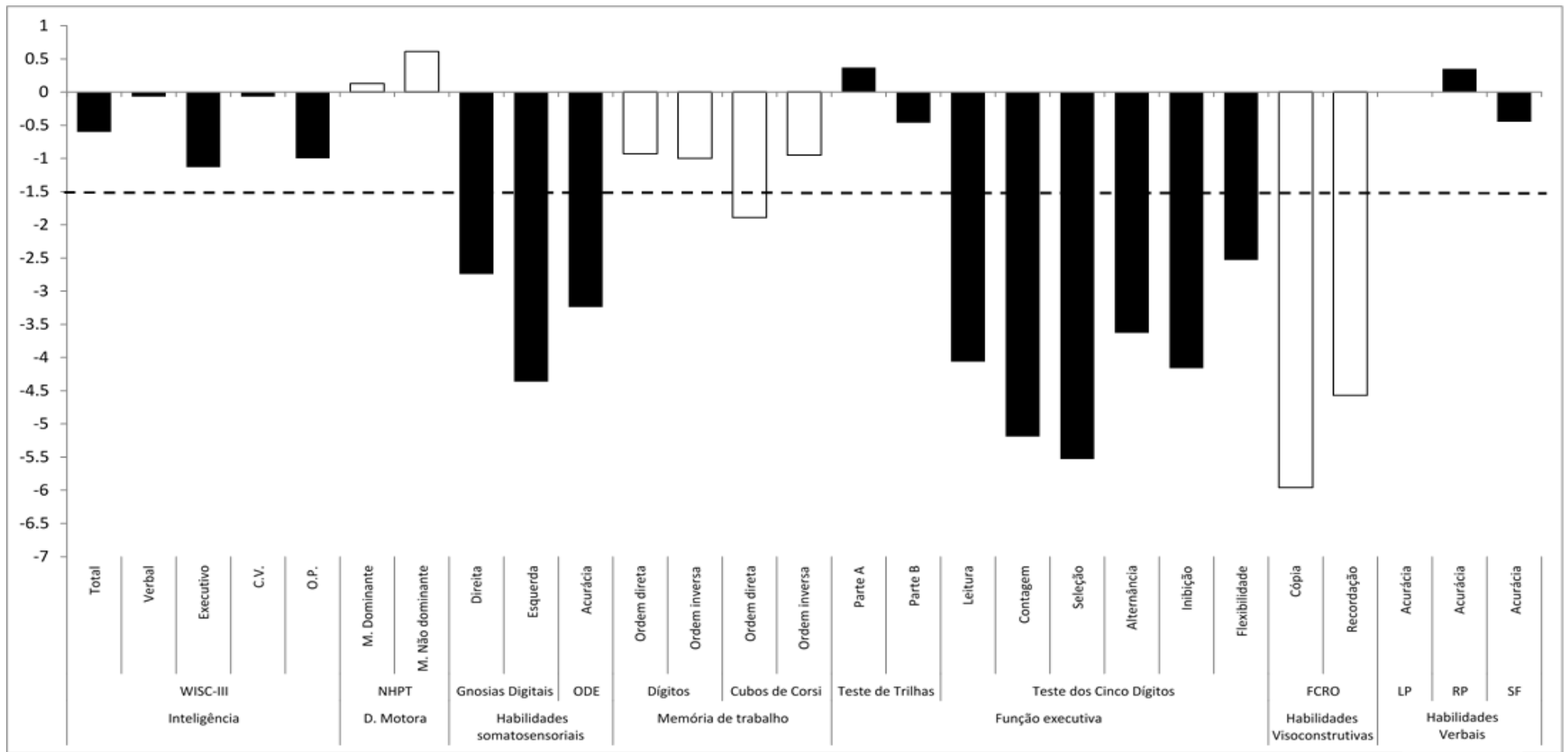


Figura 2. Resumo dos resultados da avaliação geral. CV=Compreensão Verbal, OP=Organização Perceptual, NHPT=Nine Hole Peg Test, ODE=Orientação Direita Esquerda, FCRO=Figura Complexa de Rey-Osterrieth, LP=Leitura de Pseudopalavras, RP=Repetição de Pseudopalavras, SP=Supressão de Fonemas.

Simbólica, Estimação de Magnitude Não-Simbólica e Operações Aritméticas Básicas, descritas anteriormente na seção Avaliação neuropsicológica.

Foram feitas duas sessões de avaliação (pré/pós-teste) de 50 minutos cada. Já a intervenção foi realizada duas vezes por semana, sendo composta por 20 sessões de 50 minutos cada. Para interpretar os dados do pré e pós-teste foram seguidos os mesmos procedimentos de análise descritos na seção Avaliação neuropsicológica, ou seja, foram calculados os escores Z do desempenho de M.F.C. em todos os testes e os escores maiores que 1,5 desvio padrão foram considerados clínicos.

### *Resultados da reabilitação*

Os resultados apontaram que para uma criança com síndrome genética e com déficit no senso numérico a intervenção apresentou um efeito apenas parcial (Tabela 3). Isso pode ser demonstrado pela menor taxa de erros na tarefa de Comparação de Magnitude Não-Simbólica, com um melhor ajuste da Fração de Weber no pós-teste em relação ao pré-teste. No entanto, seu desempenho nesta última tarefa ainda foi inferior ao de controles. Vale lembrar que na avaliação o ajuste dos dados não foi possível.

### *Discussão dos resultados do primeiro programa de reabilitação*

Os resultados encontrados podem ser interpretados de algumas formas: 1) os déficits no senso numérico eram crônicos, uma vez que a intervenção não foi eficaz em restituir esta função; 2) os testes utilizados no pré/pós-teste envolviam paradigmas diferentes do utilizado no Numberbonds®, de forma que eles podem não ter sido sensíveis o bastante para detectar uma possível melhora nas habilidades de M.F.C. 3) a menor taxa de erros poderia ser um resultado do treinamento de resolução de problemas, uma vez que a criança prestou mais atenção ao fazer a tarefa (observações comportamentais) e consequentemente teve maior engajamento em sua realização.

Considerando-se os resultados de M.F.C. no primeiro programa de intervenção, planejou-se um segundo treinamento com o objetivo de compensar os déficits na matemática, por meio de um treino cognitivo da multiplicação, uma vez que este domínio possui uma maior associação com as habilidades verbais (Dehaene et al, 1999; Dehaene et al., 2003), sendo essa habilidade preservada em M.F.C. Além disto, o treino da tabuada de multiplicação foi uma demanda da própria criança. Ou seja, o segundo momento da intervenção tinha também propósitos mais ecológicos.

### **Segundo programa de intervenção**

Nossa hipótese era de que um treino cognitivo da multiplicação produziria uma melhora no desempenho em tarefas matemáticas em uma criança com um déficit no senso numérico.

### *Métodos*

Utilizou-se o mesmo delineamento e procedimentos do primeiro programa. Os instrumentos utilizados no pré e pós-teste foram: tarefa de Operações Aritméticas Básicas e a tarefa dos Fatos de Multiplicação, descritos anteriormente na seção Avaliação neuropsicológica.

Neste módulo de intervenção foram usados materiais desenvolvidos pelo grupo de pesquisa do LND-UFMG, sendo eles: folhas de exercícios com objetivo de promover a memorização dos fatos da multiplicação, e gráficos de desempenho com intuito de trabalhar a auto-eficácia da criança. A auto-eficácia é um construto que diz respeito a auto-percepção do sujeito quanto ao seu desempenho em uma determinada tarefa (Bandura, 1989). Ao mostrar para a criança gráficos com seu desempenho, a criança pode verificar visualmente sua melhora progressiva na tarefa de multiplicação, o que favorece a observação da experiência de êxito, e por consequência o engajamento na tarefa de multiplicação.

Uma das bases da intervenção empregada foi a aprendizagem sem erro, que se refere a técnicas de ensino projetadas de forma que o paciente não tenha como errar (e não erre) enquanto está aprendendo novas informações ou procedimentos (Middleton & Schwartz, 2012). Desta forma as tarefas tinham seus níveis de dificuldade adaptados ao nível do desempenho da criança, o que possibilitava maiores experiências de sucesso (menor taxa de erros) e, consequentemente, aumentava a motivação para o treinamento.

Foram treinados os fatos de 0 a 10 na seguinte ordem: fatos aprendidos por regras (0, 1 e 10), fatos do 2 (resolvidos pela estratégia do “dobro”), fatos do 5 (five effect: efeito de consistência de unidade), fatos de 9 (estratégias de uso dos dedos como representação, isto é, estratégias somatosensoriais) e posteriormente fatos do 3, 4, 6, 7 e 8, nesta ordem. O treinamento foi realizado nessa sequência considerando os aspectos desenvolvimentais e os efeitos cognitivos anteriormente demonstrados (Dagenbach & McCloskey, 1992; Campbell, 1995; Verguts & Fias, 2005; De Brauw, Verguts & Fias, 2006).

### *Resultados do segundo programa de reabilitação*

Os resultados do segundo programa de reabilitação (Tabela 3) demonstraram uma melhora clínica no desempenho da tarefa de multiplicação, apontando para um efeito terapêutico da intervenção. Além disso, antes da intervenção a garota conhecia 56,79% dos fatos e após o programa seu conhecimento passou a ser de 85,18%, demonstrando um aumento considerável do conhecimento sobre os fatos de multiplicação. Além disso, não foi observada uma generalização dos ganhos nas tarefas de adição e subtração. Isso pode ser explicado pela especificidade de cada operação matemática (Dehaene et al., 2003).

REABILITAÇÃO NA SÍNDROME DE TURNER

Tabela 3.  
Resumo dos resultados das tarefas de matemáticas aplicadas.

Testes	Avaliação		I Programa de Reabilitação				II Programa de Reabilitação				Follow up	
			Pré-teste		Pós-teste		Pré-teste		Pós-teste			
	Escore Bruto	Escore Z	Escore Bruto	Escore Z	Escore Bruto	Escore Z	Escore Bruto	Escore Z	Escore Bruto	Escore Z	Escore Bruto	Escore Z
T. de Comparação de magnitudes não-simbólica												
Fração de Weber	x	x	x	x	0.69	- 4.20*	-	-	-	-	0.99	- 11.00*
T. de estimação de magnitudes numéricas												
Média do Coeficiente de Variação	0.08	-1.80*	0.37	0.52	0.24	0.21	-	-	-	-	0.23	0.82
T. de cálculos aritméticos												
Adição	9	-2.52*	12	-6.14*	19	-2.74*	15	-4.55*	15	-4.55*	17	-3.64*
Subtração	0	-2.39*	9	-1.44*	7	-1.80*	5	-5.73*	10	-3.83*	7	-4.97*
Multiplicação	0	-1.68*	2	-1.86*	5	-1.49*	6	-2.36*	19	-0.11	17	-0.46
T. de fatos de multiplicação												
Acurácia	19 (23.45%)		-	-	-	-	46 (56.79%)		69 (85.18%)		-	-
TDE												
Aritmética <sup>1</sup>	6	-2.02*	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-0.69

Nota. x = os dados não ajustaram a função utilizada ( $r^2 < 0,2$ ) (Dehaene, Izard & Piazza, 2005); \*Escore considerado clínico.

## Discussão

No segundo programa o enfoque foi a compensação das dificuldades de aprendizagem na matemática através do uso das habilidades preservadas (verbais). Os estudos em aritmética têm mostrado que o giro angular esquerdo é particularmente ativado ao responder um problema diretamente recuperado da memória de longo prazo, o que ocorre em pequenos problemas (Grabner et al., 2007), problemas da multiplicação (Dehaene et al., 2003), e problemas que têm sido altamente praticados (Delazer et al., 2003). Visto isso, tem-se que para resolver um problema de multiplicação a criança utiliza de habilidades verbais para o resgate direto dos fatos (Simmons & Singleton, 2008; Grabner et al., 2009; De Smedt et al., 2010). Sabendo que tais habilidades apresentam-se preservadas na paciente M.F.C., a proposta de um programa de reabilitação da multiplicação foi de utilizar estratégias compensatórias.

Como discutido anteriormente, estratégias compensatórias demonstram-se mais eficazes em detrimento das restitutivas. Tal fato é importante, em especial, considerando que as dificuldades na matemática nesse caso possuem uma etiologia definida.

### Follow Up

Quatro meses após o segundo programa de intervenção, foi feita uma breve avaliação para verificar a manutenção dos ganhos tanto do primeiro quanto do segundo programa de reabilitação.

Sobre os efeitos do primeiro programa, os resultados na tarefa de Comparação de Magnitudes Não-Simbólica continuaram inferiores ao do grupo controle no Follow up, esse padrão foi observado em todas as outras vezes em que utilizou-se tal tarefa (tabela 3). Em contrapartida, o resultado do subteste de multiplicação da tarefa de Operações Aritméticas Básicas foi dentro da média esperada, padrão também observado no pós-teste do programa de multiplicação. Já os resultados dos subtestes de adição e subtração continuaram clínicos. Além disso, houve um ganho no subteste de aritmética do TDE, sendo que na avaliação neuropsicológica M.F.C apresentou escore clínico e no follow up o seu desempenho esteve dentro da média (tabela 3). Esses dados novamente sugerem maior eficácia do programa de multiplicação, visto que os resultados se mantiveram mesmo após um período depois da intervenção.

## Considerações Finais

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser apontadas, como a falta de utilização de outros paradigmas para avaliação do senso numérico e o fato de ser um estudo de caso, não permitindo generalizações. Apesar disto, acredita-se que a importância do estudo reside em apontar as primeiras direções para a estruturação de programas de intervenção para meninas com ST.

Os dois programas foram chamados de reabilitação neuropsicológica apesar de não RE-abilitar uma função cognitiva da paciente, uma vez que as habilidades estimuladas ainda não tinham sido adquiridas. Tratando-se de intervenções para transtornos de aprendizagem (e do desenvolvimento, em geral), precisa-se considerar o conceito de reabilitação de

forma mais ampla, englobando os aspectos subjetivos e ecológicos importantes para a promoção do bem-estar geral do paciente e de sua família (Haase, Pinheiro-Chagas & Andrade, 2012). O interesse de M.F.C. em aprender a tabuada de multiplicação foi crucial para a escolha de em qual habilidade intervir, o que justifica o fato de não seguir os parâmetros hierárquicos da matemática que denota a aprendizagem da adição ocorrente antes da multiplicação (Brasil, 1997). Além disso, destaca-se o quão importante são as questões motivacionais relacionadas à auto-eficácia (Bandura, 1989). Na prática clínica, tem-se observado a grande utilidade da técnica de aprendizagem sem erro para crianças com dificuldades de aprendizagem e histórico de fracasso escolar (ver também: Haase, et. al., in press). Neste sentido, defende-se que a reabilitação neuropsicológica é uma neuropsicoterapia (Haase, Pinheiro-Chagas & Andrade, 2012), ou seja, uma intervenção capaz de agregar aspectos neuropsicológicos de correlação estrutura-função, estimulação das habilidades cognitivas e técnicas com componentes psicoterápicos capaz de promover a melhor integração do indivíduo na família, escola e sociedade. Assim, acredita-se que este estudo seja não somente um modelo de reabilitação neuropsicológica para as meninas com ST, mas que possa também ser um indicativo de princípios e estratégias a serem utilizados em toda população que sofre com transtornos de aprendizagem da matemática.

## Referências

- Bandura, A. (1989). Regulation of cognitive processes through perceived self-efficacy. *Developmental Psychology*, 25(5), 729-735.
- BRASIL, Ministério da Educação (1997). *Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Retirado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>
- Brown, W. E., Kesler, S. R., Eliez, S., Warsofsky, I. S., Haberecht, M., & Reiss, A. L. (2004). A volumetric study of parietal lobe subregions in Turner syndrome. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 46(9), 607-609.
- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: from brain to education. *Science*, 332(6033), 1049-1053.
- Campbell, J.I.D. (1995). Mechanisms of simple addition and multiplication: A modified network interference theory and simulation. *Mathematical Cognition*, 1, 121-164.
- Costa, A. J., Silva, J. B. L., Chagas, P. P., Krinzinger, H., Lonneman, J., Willmes, K., ..., Haase, V.G. (2011). A hand full of numbers: a role for offloading in arithmetics learning? *Frontiers in Psychology*, 2, 368.
- Crawford, J. R., Garthwaite, P. H., & Porter, S. (2010). Point and interval estimates of effect sizes for the case-controls design in neuropsychology: rationale, methods, implementations, and proposed reporting standards. *Cognitive Neuropsychology*, 27(3), 245-260.
- Dagenbach, D., & McCloskey, M. (1992). The organization of arithmetic facts in memory: evidence from a



- brain-damaged patient. *Brain and Cognition*, 20, 345–366.
- Davenport, M. L., Hooper, S. R., & Zeger, M. (2007). Turner syndrome in Childhood. In M. M. M. Mazzocco & J. L. Ross (Eds.), *Neurogenetic developmental disorders: variation of manifestation in childhood* (pp. 03-45). Cambridge, MA: MIT Press.
- De Brauwer, J., Verguts, T., & Fias, W. (2006). The representation of multiplication facts: developmental changes in the problem size, five, and tie effects. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94(1), 43-56.
- De Smedt, B., Taylor, J., Archibald, L., & Ansari, D. (2010). How is phonological processing related to individual differences in children's arithmetic skills? *Developmental Science*, 13(3), 508-520.
- Dehaene, S. (2009). Origins of Mathematical Intuitions: the Case of Arithmetic. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156, 232-259.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(1-2), 1-42.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, 1(1), 83-120.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, 284(5416), 970-974.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3), 487-506.
- Dehaene, S., Izard, I., & Piazza, M. (2005). Control Over Non-Numerical Parameters in Numerosity Experiments. Available at: [www.unicog.org/docs/DocumentationDotsGeneration.doc](http://www.unicog.org/docs/DocumentationDotsGeneration.doc)
- Delazer, M., Domahs, F., Bartha, L., Brenneis, C., Lochy, A., Trieb, T., & Benke, T. (2003). Learning complex arithmetic –an fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 18, 76–88.
- Fernández, A. L. & Marcopulos, B. A. (2008). A comparison of normative data of the Trail Making Test from several countries: equivalence of norms and considerations for interpretation. *Scandinavian Journal of Psychology*, 49, 239-246.
- Figueiredo, V. L. M. (2002). *WISCIII: Escala de Inteligência Wechsler para Crianças. Manual Adaptação e Padronização Brasileira*. São Paulo, SP: Casa do Psicólogo.
- Figueiredo, V. L. M., & Nascimento, E. (2007). Desempenhos nas duas tarefas do subteste dígitos do WISC-III e do WAIS-III. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 23(3), 313-318.
- Grabner, R.H., Ansari, D., Reishofer, G., Stern, E., Ebner, F., & Neuper, C. (2007). Individual differences in mathematical competence predict parietal brain activation during mental calculation. *NeuroImage*, 38, 346–356.
- Grabner, R. H., Ansari, D., Koschutnig, K., Reishofer, G., Ebner, F., & Neuper, C. (2009). To retrieve or to calculate? Left angular gyrus mediates the retrieval of arithmetic facts during problem solving. *Neuropsychologia*, 47(2), 604-608. Elsevier.
- Haase, V. G., Pinheiro-Chagas, P., & Andrade, P. M. O. (2012). Reabilitação cognitiva e comportamental. In A. L. Teixeira & A. Kummer (Orgs.) *Neuropsiquiatria clinica* (pp. 115-123). Rio de Janeiro, RJ: Rubio.
- Haase, V. G., Silva, J. B. L., Antunes, A. M., Starling-Alves I., Júlio-Costa, A., Pinheiro-Chagas, P., Moura, R. J., & Wood, G. (in press). Com quantos bytes se reduz a ansiedade matemática? A inclusão digital como uma possível ferramenta na promoção do capital mental. In L. E. L. R. do Valle, J. W. da Costa e M. J. V. M. de Matos (Eds.), *Educação Digital*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Holmes, J., Gathercole, S.E., & Dunning, D.L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12(4):F9-F15.
- Kendall, P.C. (1992). *Stop and Think workbook*. Merison Station, PA: P.C.
- Kesler, S. R., Sheau, K., Koovakkattu, D., & Reiss, A. L. (2011). Changes in frontal-parietal activation and math skills performance following adaptive number sense training: Preliminary results from a pilot study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 21(4), 433-454.
- Malloy-Diniz, L.F., Alvarenga, M.C.S., Abreu, N., Fuentes, D., & Leite, W.B. (2011). Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: tratamento farmacológico e não farmacológico. In C.S. Peterson, & R. Wainer (Eds.), *Terapias cognitivo-comportamentais para crianças e adolescentes* (pp. 136-151). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Mazzocco, M. M. M. (2006). The cognitive phenotype of Turner syndrome: specific learning disabilities. *International Congress Series*, 1298, 83-92.
- Mazzocco, M. M. M., & Hanich, L. B. (2010). Math achievement, numerical processing, and executive functions in girls with Turner syndrome: Do girls with Turner syndrome have math learning disability? *Learning and Individual Differences*, 20(2), 70-81.
- Middleton, E. L., & Schwartz, M. F. (2012). Errorless learning in cognitive rehabilitation: a critical review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 22(2), 138-68.
- Molko, N., Cachia, A., Riviere, D., Mangin, J. F., Bruandet, M., LeBihan, D., Cohen, L., et al. (2004). Brain anatomy in Turner syndrome: evidence for impaired cortical and spatial-numerical networks. *Cerebral Cortex*, 14(8), 840-50.
- Murphy, M. M., Mazzocco, M. M. M., Gerner, G., & Henry, A. E. (2006). Mathematics
- Moura, R. J. (2010). *Investigação psicométrica de uma tarefa de transcodificação numérica em crianças com dificuldade de aprendizagem da matemática*. Unpublished Dissertation., Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.
- learning disability in girls with Turner syndrome or fragile X syndrome. *Brain and Cognition*, 61(2), 195-210.
- Oliveira, M. S. (1999). *Figuras Complexas de Rey: Teste de Cópia e de Reprodução de Memória de Figuras Geométricas Complexas*. São Paulo, SP: Casa do Psicólogo.

- Oliveira-Ferreira, F., Costa, D., Micheli, L., Oliveira, L., Pinheiro-Chagas, P., & Haase, V. (2012). School Achievement Test: Normative data for a representative sample of elementary school children. *Psychology & Neuroscience*, 5(2), 157 - 164.
- Piazza, M. (2010). Neurocognitive start-up tools for symbolic number representations. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(12), 542-551.
- Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A. N., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli, D., Dehaene, S., & Zorzi, M. (2010). Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia. *Cognition*, 116(1), 33-41.
- Poole, J. L., Burtner, P. A., Torres, T. A., McMullen, C. K., Markham, A., Marcum, M. L., Anderson, J. B., & Qualls, C. (2005). Measuring dexterity in children using the nine hole peg test. *Journal of hand therapy official journal of the American Society of Hand Therapists*, 18, 348-351.
- Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B.D., Saccomanno, L., & Posner, I. M. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Science*, 102(41):14931-14936.
- Santos, F. H., Mello, C. B., Bueno, O. F., & Dellatolas, G. (2005). Cross-cultural differences for three visual memory tasks in Brazilian children. *Perceptual and Motor Skills*, 101, 421-433.
- Sedó, M. A. (2007). *FDT—Test de los cinco dígitos*. Madrid, Spain: TEA Ediciones.
- Silva, J.B.L. (2013). O papel da consciência fonêmica como mecanismo cognitivo subjacente ao processamento numérico. Unpublished Dissertation., Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.
- Simmons, F.R., & Singleton, C. (2008). Do weak phonological representations impact on arithmetic development? A review of research into arithmetic and dyslexia. *Dyslexia*, 14, 77-94.
- Temple, C. M., & Shephard, E. E. (2012). Exceptional lexical skills but executive language deficits in school starters and young adults with Turners syndrome: implications for X chromosome effects on brain function. *Brain and Language*, 120(3), 345-359.
- Verguts, T., & Fias, W. (2005). Interacting neighbors: A connectionist model of retrieval in single-digit multiplication. *Memory & Cognition*, 33, 1-16.
- Wilson, A. J., Dehaene, S., Pinel, P., Revkin, S. K., Cohen, L., & Cohen, D. (2006a). Principles underlying the design of “The Number Race”, an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 2(1), 19.
- Wilson, A. J., Revkin, S. K., Cohen, D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2006). An open trial assessment of “The Number Race”, an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 2(20), 20.
- Wilson, B. A. (2008). Neuropsychological rehabilitation. *Annual Review of Clinical Psychology*, 4(779633947), 141-162.