

TORRE DE HANÓI: PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO INSTRUMENTO PARA SUJEITOS DE 13 A 16 ANOS

Beatriz de Andrade Sant'Anna¹, Julieta Quayle², Kátia
Osternack Pinto³, Milberto Scaf⁴, Mara Cristina Souza de Lucia⁵

RESUMO

Este trabalho propõe padrão de aplicação e estudo normativo da Torre de Hanói (ToH) para população brasileira. Participaram 60 estudantes de 13 a 16 anos. Foram feitos treinos com 3 e 4 peças, 5 vezes cada um. Os resultados sugerem que houve efeito de aprendizagem, com queda do número de movimentos e do tempo. No primeiro treino com 4 peças, houve aumento dos movimentos e do tempo, que foi decrescendo com os treinos, sugerindo que aplicação repetida de ToH automatiza a resposta, requer uso do planejamento, da flexibilidade mental e busca de nova estratégia de sucesso.

Palavras-chave: hanói; função executiva; normatização; padronização.

TOWER OF HANOI: PROPOSAL TO USE THE INSTRUMENT FOR SUBJECTS 13 TO 16 YEARS

ABSTRACT

This study proposes a standard application and normative data of Tower of Hanoi (ToH) for Brazilian population. 60 students, age 13 to 16, had participated. They did made trials with 3 and 4 pieces, 5 times each one. The results indicated that it had been learning effect, with the increase of number of movements and time. On the first trial with 4 pieces, it had been a time and movement increase, which was decreasing with the trials, suggesting that repeated application of ToH automatizes the response, and also requires planning, shifting and of new solution searching.

Keywords: hanoi; executive function; assessment; standardization

¹ Psicóloga, Especialista em Neuropsicologia pelo HC-FMUSP.

² Psicóloga Doutora da Divisão de Psicologia do ICHC/FMUSP, orientadora do artigo monográfico, coordenadora do curso e co-autora do projeto temático.

³ Diretora do Serviço Central de Pesquisas Clínicas e Epidemiológicas da Divisão de Psicologia do ICHC/FMUSP, coordenadora do curso e co-autora do projeto temático.

⁴ Médico Neurologista, Prof. Dr. Titular da Divisão de Clínica Neurológica de FMUSP.

⁵ Diretora da Divisão de Psicologia do Instituto Central do HC/FMUSP. Presidente do CEPISC.

Função Executiva (FE) é a capacidade de auto-direção, auto-controle e regulação, ou seja, pré-condição de uma pessoa agir com sucesso e de forma independente. Segundo Lezak (2004), envolve flexibilidade mental e memória de trabalho. Pode ser separada em quatro componentes: volição, capacidade de formular uma meta ou uma intenção; planejamento, aptidão de identificar e organizar os passos necessários para atingir uma meta; ação intencional, transformação de uma intenção em atividade auto-sustentável; e desempenho efetivo, monitorar, auto-corrigir e regular a intensidade, ritmo e outros aspectos qualitativos da ação motora e inclui substancialmente a autocrítica.

As pesquisas sobre as FE têm raízes históricas em estudos neuropsicológicos dos pacientes com danos do lobo frontal: tais pacientes demonstravam problemas graves no controle e na regulação de seu comportamento, com prejuízos em sua vida diária (Miyake et al, 2000).

Embora alguns pacientes apresentem o desempenho intacto em várias tarefas cognitivas das baterias neuropsicológicas, tendem a mostrar prejuízos em tarefas complexas gerenciadas pelo lobo frontal ou executivo. Esta complexidade está presente na execução de testes de torres, fazendo com que eles integrem a bateria de avaliação de FE, de acordo com Welsh, Satterlee-Cartmell e Stine (1999), Lezak (2004) e Spreen e Strauss (1998).

Para entender o uso de torres como instrumento neuropsicológico, Lezak (2004) explica que desafios cerebrais, semelhantes a montar um quebra-cabeça ou resolver enigmas, levam ao cerne das desordens de planejamento. Para executar testes de torres e encontrar a melhor solução, é necessário que sujeito encontre a solução mais direta e com o menor número de movimentos, ou seja, deve poder olhar adiante para determinar a ordem de movimentos necessária.

A autora esclarece três tipos de torres: de Londres, de Hanói e do Toronto. A Torre de Londres é a versão mais simplificada, ela consiste em rearranjar 3 peças coloridas ou contas de sua posição inicial em 2 de 3 pinos para um novo conjunto de posições pré-determinadas. Níveis de dificuldade dependem do número e complexidade dos objetos secundários requeridos para alcançar o arranjo desejado. A Torre de Toronto é a que possui maior complexidade: um quarto bloco de anéis é usado, de mesmo tamanho e cores diferentes: branco, amarelo, vermelho e preto. As cores mais claras sobre as mais escuras são postas à medida que se move o conjunto.

A Torre de Hanói (ToH) possui um nível de complexidade intermediário em relação às outras duas (Lezak, 2004). Lent (2001) descreve a ToH: três hastes verticais nas quais se encaixam aros coloridos de diâmetros diferentes na situação de partida, dispostos na haste da esquerda em ordem decrescente. O problema consiste em mover os aros de uma haste à outra, até chegar à mesma arrumação na haste da direita. Os dois requisitos são sempre manter os maiores embaixo dos menores e mexer apenas uma peça de cada vez.

A resolução do problema da ToH requer o uso da razão: estabelecimento de um objetivo final, planejamento e execução de uma seqüência de etapas lógicas. Para tanto usa a memória operacional para encontrar a seqüência de movimentos correta, sendo que a lógica global empregada permanece oculta, inconsciente (Lent, 2001).

Apesar da ToH ser um instrumento neuropsicológico bastante usado, escassa é a literatura existente a respeito de sua normatização. Os dados existentes na literatura científica são difíceis de serem utilizados por diferenças quanto à forma de aplicação e a avaliação do teste. Nos estudos de Zook, Davalos, Delosh e Davis (2004), Bestawros, Langenvin, Lalonde e Botez-Marquard (1999), Miyake et al. (2000), por exemplo, foi utilizada a versão computadorizada da ToH.

No trabalho realizado por Welsh et al (2001), os sujeitos foram instruídos a pensar na estratégia antes de executarem a tarefa. O tempo não era contado e eles treinavam com os 2 discos; se cometessem erros em 2 tentativas sucessivas, o teste era interrompido. A cada violação de regra, o treino era interrompido e contado como um fracasso. Além disso, os resultados foram mostrados através da média do escore obtido para cada idade.

Em Numminen, Lehto e Ruoppiola (2001), o problema envolvendo dois discos e três movimentos era dado primeiramente aos participantes e só depois de tê-lo resolvido é que era permitido resolver o problema com três discos. Não se sabe se essa abordagem trouxe um efeito de aprendizagem que influenciou os resultados, criando uma diferença nos sujeitos que treinam com dois discos e os que não o fazem.

Bestawros et al (1999) e Slomine et al (2002) apresentam seus resultados através da média do número de movimentos dos sujeitos em cada treino. Já nos estudos de Zook et al (2004), Bishop et al (2001) e Numminen et al (2001) a tabela dos resultados é apresentada pela média dos movimentos dos sujeitos, sem separar cada treino. Zook et al (2004), Miyake et al (2000) e Welsh et al (1999), medem os resultados pela média dos números de movimentos excedentes.

Além das diferenças metodológicas, outro impedimento fez-se presente. Muitos dos artigos disponíveis sobre a ToH, a utilizaram como forma de avaliação de pacientes previamente diagnosticados com diferentes disfunções ou doenças neuropsiquiátricas, ou com objetivo de avaliar um aspecto específico de função, como controle inibitório e memória operacional (Miyake et al, 2000) ou tempo de reação (Bestawros et al, 1999), sem preocupação normativa.

Isto é particularmente verdadeiro para a faixa etária entre 13 e 16 anos, como se pode verificar no estudo de Slomine et al (2002) feito com crianças de 7 a 15 anos, as

maiores de 12 anos foram excluídas da amostra em relação à ToH, justamente porque não havia dados normativos disponíveis.

Numminen et al (2001) estudaram o desempenho de ToH em pessoas adultas com inabilidade intelectual. Existiam poucos dados normativos disponíveis que pudessem ser utilizados como comparativos para o teste ToH na população brasileira. Guerreiro (2003) e Botelho (2004) realizaram estudos normativos para as faixas etárias de 18 a 67 e de 26 e 35 anos, respectivamente, utilizando a mesma aplicação proposta neste trabalho. Porém, não foram encontrados estudos normativos para faixas etárias em crianças e adolescentes.

Diferenças metodológicas e de tratamento dos dados indicavam a necessidade de que um estudo do desempenho dessa população fosse feito e que pudessem servir como parâmetro para futuras pesquisas.

OBJETIVOS

Assim, o presente trabalho teve por objetivo contribuir com um projeto mais amplo, com a finalidade de estabelecer um padrão normativo da população brasileira. O objetivo específico foi propor um parâmetro de aplicação do instrumento e verificar a produção de uma amostra de 13 a 16 anos em pessoas normais.

CASUÍSTICA E MÉTODO

A seleção da amostra foi feita mediante adesão voluntária. Foram convidados 360 indivíduos considerados normais, alunos do ensino médio e fundamental de uma escola da rede pública da cidade de São Paulo, dos quais 60 participaram do estudo, com consentimento do responsável legal. Os sujeitos foram testados individualmente na

própria escola numa sala silenciosa. A coleta dos dados foi feita entre os meses de agosto e outubro de 2005.

Foram 26 homens e 34 mulheres entre 13 a 16 anos ($M = 15$; $DP = 1,1$): 9 sujeitos com 13 anos, 19 sujeitos com 14 anos, 25 sujeitos com 15 anos e 7 sujeitos com 16 anos, com média de 7,7 anos de escolaridade. Houve semelhança quanto ao nível de escolaridade dos sujeitos: média de 7,7 nos homens e nas mulheres, em anos de escolaridade. Quanto à renda familiar, a média foi de 6,72 salários mínimos, sendo que os homens apresentaram média de 6,72 salários mínimos e as mulheres, média de 7,16 salários mínimos.

Dos 60 sujeitos, 55 moravam em São Paulo, 3 no município de Embu, 2 no município de Cotia, 1 no Taboão da Serra e 1 em Osasco. Foram excluídos da amostra indivíduos com diagnóstico prévio de acometimento neurológico, problemas de aprendizagem, comprometimento motor e uso de medicamento psicoativo.

O material incluiu três pinos de igual comprimento, postos equidistantes em uma placa, e quatro discos de madeira de tamanhos e cores diferentes (arranjados em ordem decrescente) com um furo no centro, colocados no pino 1. Os sujeitos foram instruídos mover os discos nos três pinos para duplicar a configuração inicial no pino 3.

As seguintes regras deveriam ser cumpridas: 1) era proibido colocar um disco maior em um disco menor, 2) somente um disco poderia ser movido por vez.

Seguindo a aplicação sugerida por Lent (2001), os sujeitos começaram com 3 peças e refizeram o arranjo 5 vezes. O tempo, o número de movimentos e os erros foram registrados. Em seguida executaram a mesma tarefa com 4 peças. Novamente se repetiu a tarefa por 5 vezes, sendo o tempo, o número de movimentos e os erros registrados. A essa repetição prevista na atividade, deu-se o nome de “treino”.

O movimento de tirar uma peça e colocá-la num pino (ainda que fosse o mesmo pino) foi contado como um movimento. O erro foi considerado o não cumprimento das

regras (mexer mais de uma peça por vez ou colocar uma maior sobre uma menor). Cada erro foi contado como um movimento. Mexer a peça no pino, sem tirá-la não foi computado.

Para a avaliação dos sujeitos foram considerados o número de movimentos, tempo (em segundos) e o número de erros. Os resultados são apresentados segundo estes critérios de avaliação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta deste trabalho em aplicar 5 treinos com três peças, seguidos de 5 treinos com quatro peças foi escolhida porque se espera que o sujeito perceba uma melhor estratégia, diminuindo o número de movimentos necessários para desempenhar a tarefa, tornando quase que automática sua resolução.

Ao passar para quatro peças, o sujeito deve perceber que a antiga estratégia não funciona mais e que uma nova deve ser encontrada, dado o aumento da dificuldade. Este comportamento requer o uso da flexibilidade mental. Nesta nova estratégia também é esperada numa diminuição do número de movimento, tornando-se automática, havendo um componente de memória implícita na execução da ToH.

Com relação aos resultados obtidos no desempenho dos sujeitos nos treinos de 3 peças, observou-se uma redução do número de movimentos (tabela 1). Tais dados sugerem que houve efeito de aprendizagem: os sujeitos, em média, se beneficiaram com a repetição dos treinos e foram capazes de atingir um resultado mais eficaz e em cada vez menos movimentos, sugerindo ter havido planejamento e antecipação de ações cada vez melhor sucedidos.

Em relação ao tempo na tarefa com 3 peças, a média dos sujeitos em cada treino (tabela 1) apresentou decréscimo, sobretudo em relação ao primeiro treino para o

segundo. As estratégias encontradas passaram a ser utilizadas com maior rapidez, o que indica que elas tenham sido automatizadas, ou seja, menos tempo foi necessário para a tarefa ser concluída com sucesso. Isto demonstra que o fato da repetição neste tipo de aplicação de ToH propiciou uma automatização dos movimentos, com participação da memória implícita para sua realização.

Semelhante ao número de movimentos e ao tempo gasto, o número de erros também mostrou diminuição ao longo dos treinos. Desta forma, em momentos de maior dificuldade, que são aqueles que o sujeito se viu à frente de um novo desafio, houve uma tendência a errar mais.

Os sujeitos usaram, em média, mais tempo para a resolução do problema nos treinos de 4 peças do que nos treinos com 3 peças, assim como também executaram maior número de movimentos para realizar a tarefa com 4 peças, observando uma maior complexidade para a sua resolução (tabela 1). Estes achados corresponderam aos estudos de Guerreiro (2003) e Botelho (2004).

Além disso, como descrito anteriormente, supôs-se que a estratégia para solucionar a tarefa de 3 peças tivesse sido automatizada pelos sujeitos. Por isso, ao apresentar a tarefa mais complexa de 4 peças, esperou-se que os sujeitos abandonassem a estratégia anterior bem sucedida e percebesse que ela não era mais eficaz. Então, exigiu-se que os sujeitos criassem uma nova estratégia. É por isso que este estudo sugere que a ToH seja um bom indicador de funcionamento da flexibilidade mental.

Os dados colhidos demonstraram que houve um aumento do número de movimentos no primeiro treino 4 peças e que, ao longo dos treinos subseqüências, os sujeitos, em média, conseguiram executar a tarefa com número decrescente de movimento, parecendo confirmar o efeito da aprendizagem e da automatização.

No que diz respeito ao tempo gasto para solucionar o problema, Botelho (2004) afirma que este consiste num indicador importante: quanto menor o tempo gasto, mais

bem sucedida teria sido a tarefa, apontando que quanto mais rápido se alcançou a solução, maior planejamento e antecipação de ações foi possível.

Interessante notar que houve uma diferença no tempo gasto. Ele foi proporcionalmente maior no primeiro em relação ao segundo treino do que entre os demais, isso tanto na tarefa com 3 peças quanto na tarefa com 4 peças. Tal dado pode ser indicador de que aquele foi um momento em que o sujeito precisou pensar mais na ação.

Uma hipótese possível é a de que este tenha sido um momento em que o sujeito teve que monitorar sua ação, se auto-corriger, formular uma estratégia alternativa para só então organizar os passos a fim de atingir a meta anteriormente proposta. Possivelmente precisou naquele momento pensar em como solucionar um novo problema, ou seja, teve que realizar um trabalho pertinente às funções executivas.

Analisando o tempo gasto, com relação aos treinos com 3 peças, os sujeitos gastaram, em média, proporcionalmente mais tempo no primeiro treino e em relação ao primeiro para o segundo houve uma queda maior do que em relação aos demais. Portanto este movimento se repete em duas situações onde um novo problema foi apresentado.

O número de erros cometidos obedeceu à mesma tendência dos movimentos e do tempo gasto: o maior número de erros cometidos nos treinos com 3 peças foi no primeiro treino e este número foi caindo até o quinto treino. No primeiro treino com 4 peças um novo aumento do número de erros pôde ser observado, sendo que foi observado um decréscimo ao longo dos treinos (tabela 1).

Tabela 1
Desempenho dos Sujeitos nos Treinos com Três e Quatro Peças

| | | | | | |
|---------|---|---|---|---|---|
| Treinos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---|---|---|---|---|

| N=60 | mov | t | e | mov | t | e |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| 3 peças | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | 12, 5 | 75, 4 | 0,3 2 | 11, 7 | 36, 4 | 0,0 5 | 10, 5 | 26, 2 | 0 | 9,3 | 21, 8 | 0,0 3 | 9,1 7 | 18, 3 | 0,02 |
| DP | 5,7 6 | 63 | 0,5 7 | 5,3 3 | 30, 8 | 0,0 2 | 4,3 1 | 15, 9 | 0 | 3,7 | 13 | 0,1 8 | 2,8 1 | 6,9 1 | 0,13 |
| Md | 11 | 54, 5 | 0 | 10 | 27 | 0 | 9 | 21 | 0 | 9 | 17 | 0 | 8,5 | 16 | 0 |
| 4 peças | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | 32, 6 | 118 | 0,3 2 | 28, 7 | 82, 6 | 0,2 3 | 28, 6 | 76, 7 | 0,1 5 | 25, 6 | 63, 6 | 0,1 | 24, 8 | 56, 7 | 0,07 |
| DP | 16 | 87, 8 | 0,6 5 | 17, 7 | 67, 7 | 0,6 5 | 17, 7 | 66, 4 | 0,4 4 | 11, 6 | 36, 9 | 0,3 5 | 9,6 2 | 32 | 0,31 |
| Md | 30 | 87, 4 | 0 | 21, 5 | 59 | 0 | 21 | 44, 5 | 0 | 21 | 50 | 0 | 21 | 48 | 0 |

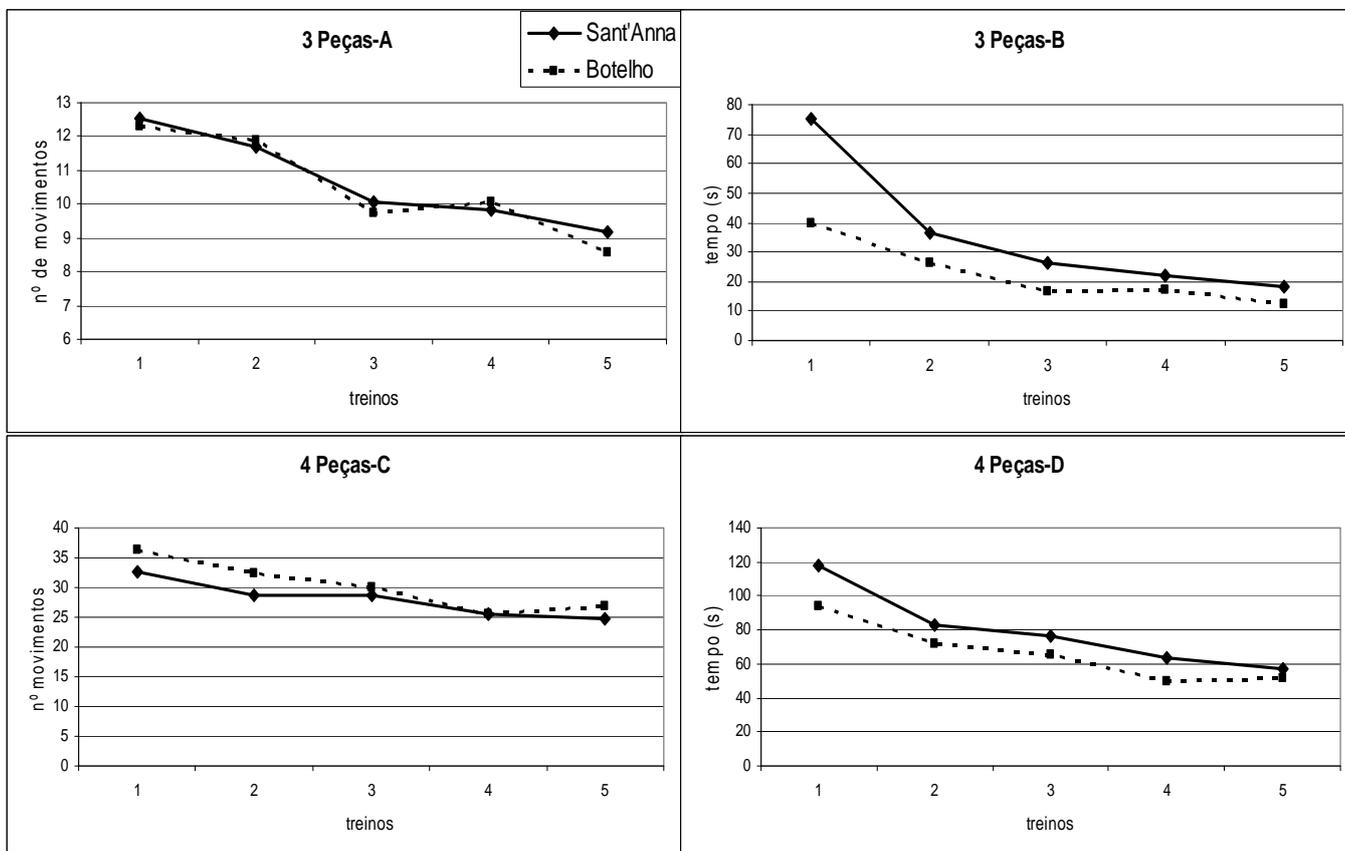
Pode-se pensar que à medida que a ação torna-se automática, tanto o tempo gasto cai, como também o número de erros e, no momento que se exige uma outra solução para o problema, o número de erros volta a subir, voltando a cair quando a nova solução passou a ser também automatizada.

Os dados deste estudo também foram apresentados sob a forma de percentil, que estão disponíveis nos anexos, a fim de proporcionar uma análise dos dados para uma comparação clínica. No anexo A estão os dados do desempenho dos sujeitos nos treinos com 3 e 4 peças, pelo número de movimentos e pelo tempo gasto em segundos, segundo o percentil.

Comparando os dados encontrados neste estudo com os dados encontrados por Botelho (2004), com similar padronização de aplicação e com uma faixa etária diferente (18 a 67 anos), pode-se notar que os resultados são bastante semelhantes quanto ao número de movimentos com 3 e 4 peças, como também em relação ao tempo gasto, dando indícios de ter se aproximado ao que seria um padrão de desempenho da população brasileira para o ToH (figura 1).

Figura 1

Comparação dos resultados deste estudo com Botelho (2004) quanto a média do número de movimentos com 3 peças (A), média do tempo gasto em segundos com 3 peças (B), média do número de movimentos com 4 peças (C) e média do tempo gasto em segundos com 4 peças (D).



Os resultados, que são bastante semelhantes, apresentam maior diferença no que diz respeito ao tempo gasto para realizar o primeiro treino na tarefa com 3 peças. Os sujeitos deste estudo gastaram mais tempo naquele momento da tarefa (média de 75,4s) do que os sujeitos do estudo de Botelho (média de 39,5), embora nos treinos subsequentes esta diferença em segundos tenha diminuído e já tenha caído a partir da segunda tentativa.

Pode-se pensar que os sujeitos deste estudo precisaram de mais tempo para iniciar e se acostumar com a tarefa do que os sujeitos de Botelho (2004) e, uma vez tendo se habituado ao teste, isto não mais aconteceu, já que o mesmo comportamento não se repetiu no primeiro treino da tarefa com 4 peças, porque o instrumento já era

conhecido. Afora a diferença acima referida, a comparação dos dados não indicou que a variável idade tenha sido um fator importante e fonte de diferença no desempenho destes sujeitos.

A comparação entre os gêneros indicou que os homens de modo geral têm um desempenho melhor do que as mulheres na execução da tarefa com 3 peças, o que também foi demonstrado por Guerreiro (2003) e Botelho (2004). Os dados indicaram que as mulheres começaram a tarefa executando mais movimentos que os homens, mas quase igualam seu desempenho no quinto treino. O mesmo ocorreu em relação ao tempo gasto na tarefa com 3 peças: as mulheres iniciaram os treinos utilizando mais tempo e esta diferença foi caindo ao longo dos treinos, ficando bem pequena no último, (tabela 2).

Tabela 2
Desempenho nos Treinos com Três e Quatro Peças

| treinos | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| N=60 | mov | t | e |
| 3 peças | | | | | | | | | | | | | | | |
| Homens | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | 11, 2 | 60 | 0,2 3 | 10, 6 | 29, 3 | 0,0 8 | 9,1 2 | 21, 5 | 0 | 9,6 9 | 20, 1 | 0 | 9,0 4 | 17, 1 | 0, 04 |
| DP | 3,7 6 | 50, 1 | 0,4 3 | 4,3 9 | 26, 3 | 0,2 7 | 2,7 6 | 12, 9 | 0 | 3,6 | 13, 5 | 0 | 2,8 6 | 7,4 1 | 0, 2 |
| Md | 10, 5 | 48, 5 | 0 | 9 | 22, 5 | 0 | 8 | 17 | 0 | 8 | 15, 5 | 0 | 8 | 15 | 0 |
| Mulheres | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | 13, 6 | 87, 1 | 0,3 8 | 12, 6 | 41, 9 | 0,0 3 | 11, 5 | 29, 8 | 0 | 9,9 4 | 23, 1 | 0,0 6 | 9,2 6 | 19, 2 | 0 |
| Dp | 6,7 9 | 69, 7 | 0,6 5 | 5,8 7 | 33, 3 | 0,1 7 | 4,9 9 | 17, 3 | 0 | 3,8 2 | 12, 5 | 0,2 4 | 2,8 1 | 6,4 6 | 0 |
| Md | 11 | 66, 5 | 0 | 10, 5 | 31 | 0 | 10, 5 | 24, 5 | 0 | 9 | 19 | 0 | 8,5 | 18 | 0 |
| 4 peças | | | | | | | | | | | | | | | |
| Homens | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | 31, 7 | 112 | 0,4 2 | 29, 5 | 83, 8 | 0,3 1 | 20, 1 | 64, 2 | 0,1 9 | 26, 3 | 59, 6 | 0,1 5 | 26, 5 | 57, 1 | 0, 04 |
| Dp | 14, 3 | 81, 6 | 0,8 1 | 22, 1 | 86, 4 | 0,8 4 | 20, 8 | 71, 1 | 0,5 7 | 12, 4 | 37, 8 | 0,4 6 | 10, 7 | 31 | 0, 2 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Md | 29, 5 | 80 | 0 | 22 | 56, 5 | 0 | 21 | 39 | 0 | 20, 5 | 46, 5 | 0 | 22, 5 | 46, 5 | 0 |
| Mulheres | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | 33, 3 | 123 | 0,2 4 | 28, 1 | 81, 6 | 0,1 8 | 29, 7 | 86, 2 | 0,1 2 | 25, 1 | 66, 7 | 0,0 6 | 23, 5 | 56, 3 | 0 |
| Dp | 17, 4 | 93, 2 | 0,5 | 13, 7 | 50, 3 | 0,4 6 | 15, 1 | 62 | 0,3 3 | 11 | 47, 5 | 0,2 4 | 8,6 3 | 33, 2 | 0, 38 |
| Md | 30 | 88, 5 | 0 | 20, 5 | 60 | 0 | 23, 5 | 55, 5 | 0 | 21, 5 | 51, 5 | 0 | 19, 5 | 48, 5 | 0 |

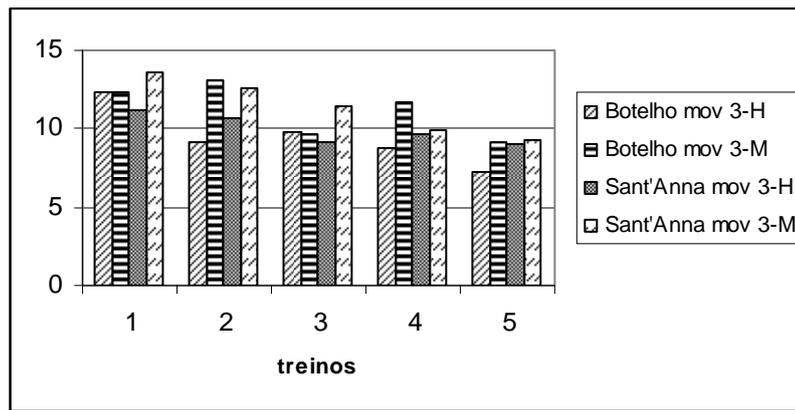
Os dados em relação ao gênero, também podem ser vistos em percentil no Anexo B - que mostra o desempenho nos treinos com 3 e 4 peças, pelo número de movimentos e pelo tempo gasto em segundos pelas mulheres - e no Anexo C, que apresenta o desempenho nos treinos com 3 e 4 peças, pelo número de movimentos e pelo tempo gasto em segundos pelos homens.

Na tarefa com 4 peças, os homens fizeram mais movimentos do que as mulheres no segundo, no quarto e no quinto treino. No terceiro treino houve queda do número de movimentos, com desempenho melhor do que as mulheres. Estas apresentaram um aumento do número de movimentos no terceiro treino e depois este número voltou a cair nos últimos dois treinos (tabela 2).

Em relação aos dados de Botelho (2004) na tarefa com 3 peças, houve maior diferença de desempenho entre os gêneros deste estudo nos segundo e terceiros treinos, enquanto que em Botelho (2004) esta diferença foi maior no segundo, no quarto e quinto treinos (figura 2).

Figura 2

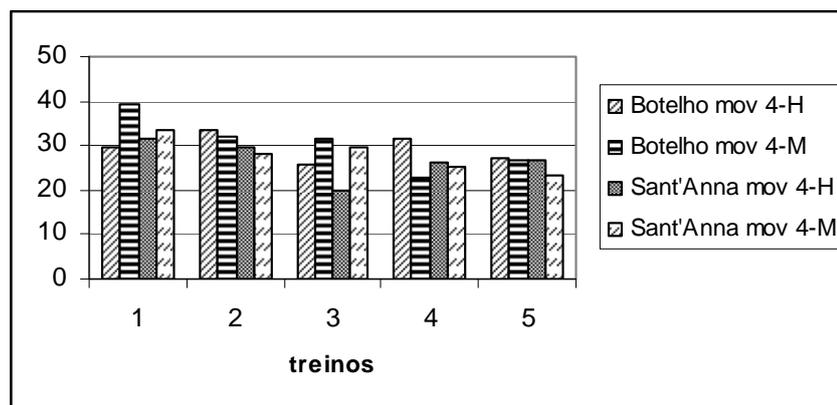
Dados comparativos dos resultados obtidos por Botelho (2004) e o presente estudo, com relação ao desempenho dos sujeitos, na tarefa com 3 peça, separadas por número de movimentos das mulheres (mov 3-M) e o número de movimentos dos homens (mov 3-H).



Nos estudos realizados por Guerreiro (2003) e Botelho (2004) os homens também apresentaram maior número de movimentos nos quarto e quinto treinos na tarefa com 4 peças (figura 3). Porém, as mulheres, em média, realizaram a tarefa com diminuição do número de movimentos, dado que difere dos resultados obtidos deste estudo, quando as mulheres apresentaram um desempenho oscilante na realização da tarefa.

Figura 3

Dados comparativos dos resultados obtidos por Botelho (2004) e o presente estudo, com relação ao desempenho dos sujeitos na tarefa com 4 peças, separados por número de movimentos das mulheres (mov 4-M) e o número de movimentos dos homens (mov 4-H)



No que diz respeito às diferenças de gênero quanto ao tempo gasto para solucionar o problema, com 3 peças os resultados mostraram que os homens são mais

rápidos do que as mulheres. Elas começaram a tarefa gastando mais tempo do que os homens, mas este foi diminuindo, sendo a diferença no quinto treino bem pequena (como ocorreu em relação aos movimentos).

Na tarefa com 4 peças os homens apresentaram uma curva decrescente no tempo gasto em segundos e as mulheres apresentaram uma curva irregular: gastaram mais tempo do que eles no primeiro treino, diminuíram este número no segundo, aumentaram no terceiro (gastando mais segundos para encontrar a solução do que os homens no segundo treino), voltando a ter desempenho semelhante aos homens no quinto treino (média dos homens = 57,1s e média das mulheres = 56,3), como pode ser visto na tabela 2. Segundo Guerreiro (2003) e Botelho (2004), os homens também gastaram menos tempo na realização das duas tarefas.

Os homens executaram mais movimentos nos quarto e quinto treinos com 4 peças, mas não utilizaram mais tempo do que as mulheres. Uma hipótese que poderia ser levantada seria a de que os homens, nestes dois treinos, experimentaram outras estratégias e arriscaram tentar outras soluções, porém, não antecipando a ação e sim tentando por ensaio e erro. Outra hipótese seria a de que os homens tiveram uma queda do nível de atenção no final da atividade (quarto e quinto treinos), enquanto que as mulheres conseguiram manter a atenção por mais tempo.

Embora a média do número de erros seja pequeno (o maior valor foi de 0,32 no primeiro treino com 3 e 4 peças e, observando as diferenças quanto ao gênero, média de 0,42 entre os homens no primeiro treino com 3 peças), os erros foram decaindo ao longo dos treinos com 3 peças, subiram no primeiro treino com 4 e voltaram a cair ao longo dos treinos.

Isto sugere que há realmente um componente de flexibilidade mental presente na ToH porque o sujeito ao perceber que a estratégia anteriormente usada não é mais eficaz, volta a burlar as regras até voltar a encontrar uma nova estratégia de sucesso e

automatizá-la. Os homens erraram menos do que as mulheres nos treinos com 3 peças, mas erraram mais nos treinos com 4 peças.

A variável idade não foi considerada neste estudo por se tratar de uma faixa etária relativamente pequena. Do mesmo modo, a variável escolaridade também não foi considerada um fator importante, porque os sujeitos apresentaram uma variação de escolaridade de até somente 4 anos.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo fornecem dados ao examinador que parecem demonstrar que a ToH é um instrumento eficaz na avaliação de componentes da FE, sobretudo no que diz respeito ao planejamento, controle inibitório, memória implícita e flexibilidade mental, de acordo com a padronização de aplicação proposta por este estudo.

Os componentes citados podem ser observados através do desempenho do sujeito, especialmente quanto ao tempo e ao número de movimentos. Ficou demonstrada a importância de se repetir os treinos durante a aplicação. O número de 5 repetições com 3 peças parece ter sido o suficiente para automatizar a solução encontrada pelo sujeito e para que possa haver efeito de aprendizagem.

A ToH parece ter se confirmado como um bom instrumento também para avaliar a capacidade do indivíduo mudar uma antiga estratégia de sucesso e buscar uma nova. Concluindo que a ToH é um teste interessante para a avaliação da flexibilidade mental porque força o sujeito a mudar de estratégia quando se introduz a quarta peça para a realização de uma nova tarefa.

Por isso ao incluí-la, esperou-se que o sujeito repetisse a estratégia anterior bem sucedida, que se desse conta de que ela não era mais eficaz e buscasse outra estratégia

substituta e que, portanto, houvesse um aumento de tempo e movimento no primeiro treino da tarefa com 4 peças e que eles fossem diminuindo ao longo dos treinos.

Esta hipótese foi confirmada por este estudo, demonstrando ser a ToH um instrumento que fornece dados sobre a habilidade de flexibilidade mental (abandonar uma antiga estratégia bem sucedida e buscar outra mais eficaz para a solução de um novo desafio). Esperou-se ainda que a tarefa com 4 peças por sua vez se tornasse automática ao longo dos treinos e que o tempo e o número de movimentos para realizá-la diminuíssem, como foi observado.

As diferenças quanto ao gênero precisam ser melhor avaliadas em estudos futuros, mas alguns dados sugerem interessantes variações. Este estudo confirma os dados encontrados por Guerreiro (2003) e Botelho (2004), nos quais os homens tendem a ter um melhor desempenho que as mulheres na ToH, na tarefa com 3 peças. Portanto, estes estudos preliminares da ToH para a população brasileira sugerem que os homens são mais rápidos do que as mulheres na realização das tarefas.

O desempenho dos homens em tarefas mais complexas de 4 peças indicou que eles mantêm a atenção de modo diferente do que as mulheres, sugerindo uma queda do nível de atenção ao final da tarefa, o que fez com que apresentassem um aumento do número de movimentos no quarto e no quinto treino.

Portanto, frente à dificuldade em avaliar as funções executivas e à escassez de dados do desempenho da população brasileira, parece que os dados deste estudo somam-se aos dados de Botelho (2004) e Guerreiro (2003), esboçando um padrão de resposta desta população e que a ToH é um instrumento eficaz na avaliação da FE, sobretudo quanto ao planejamento, controle inibitório, memória implícita e flexibilidade mental.

REFERÊNCIAS

- Alchieri, J. C., & Cruz, R. M. (2003). *Avaliação Psicológica: conceito, métodos, medidas e instrumentos*. (Coleção Temas em Avaliação Psicológica). São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Bestawros, A., Langevin, J. P., Lalonde, R., & Botez-Marquard, T., (1999). Relationship between choice reaction time and the Tower of Hanoi test. *Perceptual and Motor Skills*, 88(2), 355-62.
- Bishop, D. V., Aamodt-Leeper, G., Creswell, C., McGurk, R., & Skuse, D. H., (2001). Individual differences in cognitive planning on the Tower of Hanoi task: neuropsychological maturity or measurement error? *Journal of Child Psychological Psychiatry*, 42(4), 551-6.
- Botelho, N. L. P., (2004). *Estudos exploratórios da evolução da história do instrumento Torre de Hanói e sua aplicabilidade em avaliação neuropsicológica para investigação das funções executivas em adultos*. Trabalho de conclusão do IV Curso de Neuropsicologia do CEPSIC – Centro de Estudos de Psicologia e Saúde da Divisão de Psicologia do Hospital das Clínicas da FMUSP, São Paulo.
- Damásio, A. R., (2000). *O Mistério da Consciência*. (1ª ed.) São Paulo: Companhia das Letras.
- Goldberg, E., (2001). *O cérebro executivo: os lobos frontais e a mente civilizada* (1ª ed.). Rio de Janeiro: Editora Imago.
- Guerreiro, V. L. T. (2003). *Torre de Hanói como instrumento de avaliação de desempenho das funções executivas: proposição preliminar em indivíduos adultos normais entre 18-55 anos*. Trabalho de conclusão do III Curso de Neuropsicologia do CEPSIC – Centro de Estudos de Psicologia e Saúde da Divisão de Psicologia do Hospital das Clínicas da FMUSP, São Paulo.
- Kandel, E., Schwartz, J. H., & Jessel, T. M. (2000). *Fundamentos da Neurociência e do Comportamento* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.
- Lent, R. (2001). *Cem Bilhões de Neurônios* (1ª ed.). São Paulo: Editora Atheneu.
- Lezak, M. (2004). *Neuropsychological Assessment* (4ª ed.). New York: Oxford University Press.
- Mathias, S. C. M. (2003). In: Nitrini, R. & Bacheschi, L. A (Org), *Neuropsicologia: das bases anatômicas à reabilitação* (1ª ed.) São Paulo: Grupo de Neurologia Cognitiva e do Comportamento do Departamento de Neurologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
- Miranda, S. J. C. (2003). In: Nitrini, R. e Bacheschi, L. A (Org), *Neuropsicologia: das bases anatômicas à reabilitação* (1ª ed.). São Paulo: Grupo de Neurologia Cognitiva e do

Comportamento do Departamento de Neurologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Miyake, A., Friedman N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.

Nitrini, R. (2003). In: Nitrini, R. & Bacheschi, L.A. *Neuropsicologia: das bases anatômicas à reabilitação* (1ª ed.). São Paulo: Grupo de Neurologia Cognitiva e do Comportamento do Departamento de Neurologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Numminen, H., Lehto, J. E., & Ruoppila, I. (2001). Tower of Hanoi and working memory in adult persons with intellectual disability. *Research in developmental disabilities*, 22(5), 373-87.

Porto, C. S. (2003). In: Nitrini, R. & Bacheschi, L.A (Org), *Neuropsicologia: das bases anatômicas à reabilitação* (1ª ed.). São Paulo: Grupo de Neurologia Cognitiva e do Comportamento do Departamento de Neurologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Slomine, B. S., Gerring J. P., Grados, M. A., Vasa, R., Brady, K. D., Christensen, J. R., & Denckla M. B. (2002). Performance on measures of executive function following pediatric traumatic brain injury. *Brain Injury*, 16(9), 759-72.

Spreen, O., & Strauss, E. (1998). *A Compendium of Neuropsychological Tests* (2ª ed.). New York: Oxford University Press.

Welsh, M. C., Satterlee-Cartmell, T., & Stine, M. (1999). Towers of Hanoi and London: contribution of working memory and inhibition to performance. *Brain and Cognition*, 41(2), 231-42.

Zook, N. A., Davalos, D. B., Delosh, E. L., & Davis, H. P., (2004). Working memory, inhibition, and fluid intelligence as predictors of performance on Tower of Hanoi and London tasks. *Brain and Cognition*, 56(3), 286-92.

ANEXOS

Anexo A

Desempenho nos treinos com 3 e 4 peças pelo número de movimentos e tempo gasto em segundos, segundo o percentil.

| Movimento | 3 peças | | | | | 4 peças | | | | |
|------------------|---------|----|----|----|----|---------|-----|-----|-----|------|
| Percentil treino | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 100 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 17 | 16 | 16 | 17 | 16 |
| 75 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 20 | 18 | 18 | 18 | 17 |
| 50 | 11 | 10 | 9 | 9 | 8 | 30 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| 25 | 14 | 14 | 13 | 11 | 11 | 40 | 33 | 32 | 30 | 29 |
| 10 | 22 | 20 | 14 | 14 | 13 | 56 | 49 | 54 | 37 | 39 |
| Tempo | 3 peças | | | | | 4 peças | | | | |
| Percentil | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 100 | 20 | 15 | 14 | 12 | 11 | 45 | 34 | 33 | 30 | 30 |
| 75 | 27 | 18 | 16 | 14 | 14 | 57 | 41 | 36 | 37 | 36 |
| 50 | 54 | 25 | 21 | 17 | 16 | 85 | 58 | 44 | 50 | 47,5 |
| 25 | 90 | 39 | 31 | 25 | 20 | 158 | 97 | 90 | 71 | 66 |
| 10 | 162 | 61 | 47 | 34 | 29 | 225 | 165 | 162 | 120 | 84,3 |

Anexo B

Desempenho nos treinos com 3 e 4 peças, pelo número de movimentos e pelo tempo gasto em segundos pelas mulheres.

| Movimento | 3 peças | | | | | 4 peças | | | | |
|-----------|---------|----|----|----|----|---------|-----|-----|-----|----|
| Percentil | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Treino | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 100 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 16 | 16 | 16 | 17 | 16 |
| 75 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 20 | 17 | 17 | 18 | 17 |
| 50 | 11 | 11 | 11 | 9 | 9 | 30 | 21 | 24 | 22 | 20 |
| 25 | 18 | 16 | 13 | 12 | 11 | 40 | 34 | 40 | 28 | 28 |
| 10 | 32 | 27 | 27 | 20 | 18 | 74 | 66 | 62 | 67 | 45 |
| Tempo | 3 peças | | | | | 4 peças | | | | |
| Percentil | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Treino | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 100 | 23 | 16 | 14 | 13 | 13 | 47 | 37 | 31 | 34 | 31 |
| 75 | 31 | 19 | 16 | 15 | 15 | 67 | 43 | 38 | 39 | 35 |
| 50 | 67 | 31 | 25 | 19 | 18 | 89 | 60 | 56 | 51 | 49 |
| 25 | 128 | 56 | 42 | 27 | 23 | 152 | 112 | 122 | 70 | 61 |
| 10 | 166 | 68 | 49 | 35 | 28 | 227 | 162 | 175 | 126 | 83 |

Anexo C

Desempenho nos treinos com 3 e 4 peças, pelo número de movimentos e pelo tempo gasto em segundos pelos homens.

| Movimento | 3 peças | | | | | 4 peças | | | | |
|-----------|---------|----|----|----|----|---------|-----|----|-----|----|
| Percentil | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 100 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 19 | 17 | 16 | 16 | 16 |
| 75 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 19 | 19 | 18 | 17 | 19 |
| 50 | 11 | 9 | 8 | 8 | 8 | 30 | 22 | 21 | 21 | 23 |
| 25 | 14 | 13 | 11 | 11 | 11 | 39 | 30 | 27 | 32 | 32 |
| 10 | 15 | 15 | 14 | 14 | 13 | 52 | 36 | 37 | 41 | 39 |
| Tempo | 3 peças | | | | | 4 peças | | | | |
| Percentil | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 100 | 16 | 14 | 13 | 11 | 11 | 41 | 34 | 35 | 30 | 29 |
| 75 | 23 | 17 | 15 | 13 | 13 | 51 | 40 | 36 | 38 | 39 |
| 50 | 49 | 23 | 17 | 16 | 15 | 80 | 57 | 39 | 47 | 47 |
| 25 | 82 | 32 | 23 | 20 | 19 | 167 | 84 | 56 | 70 | 67 |
| 10 | 100 | 39 | 34 | 32 | 29 | 204 | 154 | 97 | 105 | 83 |