

TESTE DE LABIRINTO: INSTRUMENTO DE ANÁLISE NA AQUISIÇÃO DE UMA HABILIDADE MOTORA

SOUZA DE, FRANÇA FR E CAMPOS TF

Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN - Brasil

Correspondência para: Dra. Tania Fernandes Campos, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Av. Gal. Gustavo Cordeiro de Farias, s/n, Petrópolis, CEP 59010-180, Natal, RN - Brasil, e-mail: taniacampos@ufrnet.br

Recebido: 04/07/2005 – Aceito: 26/06/2006

RESUMO

Contexto: A análise da aquisição de uma habilidade motora através de instrumento simples e fácil pode auxiliar no diagnóstico e no tratamento fisioterapêutico. Objetivo: O estudo se propôs a verificar se o teste de labirinto pode ser utilizado como um instrumento de análise na aquisição de uma habilidade motora, através de medidas, tais como, tempo de execução e número de tentativas para estabilizar o desempenho, sob a influência de pistas visuais. Método: A amostra consistiu de 70 estudantes universitários saudáveis do sexo masculino, de 20 ± 2 anos, divididos em dois grupos que fizeram testes de labirinto com e sem pistas visuais. Foram realizadas 30 tentativas e dois testes de retenção. Os dados foram analisados pela ANOVA two-way de medidas repetidas (Newman-Keuls *post hoc*). Resultados: Verificou-se diferença significativa no tempo de execução entre as tentativas com estabilização do desempenho a partir da 8ª tentativa no labirinto sem pistas e da 6ª tentativa no labirinto com pistas, se mantendo após os testes de retenção. No teste de labirinto com pistas a estabilização ocorreu mais cedo e o tempo de execução do movimento foi maior. Conclusões: As evidências encontradas mostraram que o teste de labirinto permite identificar a quantidade adequada de prática para treinar uma habilidade motora e verificar a influência da pista visual na estabilização do desempenho, sugerindo um instrumento a ser utilizado na Fisioterapia.

Palavras-chave: teste de labirinto, habilidade motora, aprendizagem motora.

ABSTRACT

Maze Test: Instrument for Analyzing the Acquisition of Motor Skills

Background: Analysis of the acquisition of motor skills by means of a simple and easily used instrument may assist in physiotherapeutic diagnosis and treatment. Objective: To verify whether the maze test can be used as an instrument for analyzing the acquisition of motor skills, by means of measurements such as the time taken and number of attempts required for performance stabilization, under the influence of visual clues. Method: The sample consisted of 70 healthy male university students, aged 20 ± 2 years, divided into two groups that underwent maze tests with and without visual clues. Thirty attempts were made and two retention tests were performed. The data were analyzed using two-way ANOVA with repeated measurements (with *post hoc* Newman-Keuls test). Results: There were significant differences in the time taken between attempts, with performance stabilization from the eighth attempt in the maze without clues and from the sixth attempt in the maze with clues, and this was maintained after the retention tests. In the maze test with clues, stabilization occurred earlier and the time taken to perform the movement was greater. Conclusion: The evidence showed that the maze test enables identification of the appropriate quantity of practice for training motor skills and verifying the influence of visual clues on performance stabilization of performance, thereby suggesting that this instrument can be used in physical therapy.

Key words: maze test, motor skill, motor learning.

INTRODUÇÃO

A investigação dos mecanismos e processos envolvidos na aquisição de habilidades motoras e dos fatores que afetam a aprendizagem é de fundamental importância para a Fisioterapia, podendo auxiliar no diagnóstico de patologias neurológicas e contribuir para a planificação das estratégias de tratamento.

A aprendizagem motora é caracterizada como uma mudança na capacidade de executar atividades em função da prática ou experiência, sendo a melhora do desempenho a cada tentativa e a retenção após um intervalo de tempo consideradas prioritariamente como medidas de análise do processo¹. Um dos modelos teóricos especifica que a aprendizagem motora ocorre em três estágios: o estágio cognitivo, que envolve a seleção do estímulo, percepção e desenvolvimento de um programa motor, se caracterizando por uma grande quantidade de erros de desempenho e elevado nível de processamento cognitivo; o estágio associativo, que apresenta menor quantidade de erros, assim como, necessidade de *feedback* visual e do monitoramento cognitivo; e o estágio autônomo, no qual os aspectos mais importantes da tarefa são refinados com a prática e os componentes espaciais e temporais do movimento tornam-se bem organizados². Nesse sentido, um dos objetivos do tratamento fisioterapêutico é capacitar o indivíduo a fazer a transição do estágio cognitivo para o autônomo, utilizando *feedback* visual ou auditivo fundamentalmente para detecção e correção de erros.

Na seqüência de procedimentos realizados durante o processo de aprendizagem e reaprendizagem motora, o fisioterapeuta após preparar o plano de tratamento deve transmitir ao paciente as informações nele contida de uma forma seqüencial e ordenada. Estas informações precisam estar relacionadas basicamente ao objetivo e o modo de execução da atividade funcional. O movimento executado pelo paciente é, então, observado e avaliado pelo fisioterapeuta que utiliza as informações obtidas para auxiliá-lo nas próximas tentativas³. Entretanto, adquirir ou readquirir uma habilidade motora não é um processo simples, tendo em vista os diversos fatores envolvidos em cada etapa. O paciente deverá saber o que praticar e ser capaz de impedir respostas motoras incorretas. De acordo com esses aspectos, seria de fundamental importância que a Fisioterapia pudesse utilizar instrumentos ou protocolos simples e de fácil aplicação que permitissem a análise dos fatores envolvidos na aquisição de habilidades motoras. A identificação da quantidade de prática necessária para o treinamento dos componentes de uma habilidade, além da análise dos efeitos de dicas durante a realização de uma tarefa, influenciaria diretamente o processo terapêutico.

Estudos para avaliar funções cognitivas e motoras têm utilizado diferentes tipos de teste, alguns incluem padrões

gráficos, outros empregam testes de trilhas e muitos deles realizam testes de labirinto^{4,5,6,7,8}.

Foi realizado um estudo que utilizava um padrão gráfico, a fim de investigar a estabilização de uma habilidade motora, onde os autores conseguiram mostrar que esse tipo de tarefa pode ser usada para analisar a formação de um programa de ação organizado hierarquicamente, observando a macroestrutura, expressa nos aspectos invariantes da habilidade motora, estando assim relacionada à consistência (estabilidade) e a microestrutura, expressa nos aspectos variantes estando relacionada à desordem e à variabilidade⁴.

O teste de trilhas é frequentemente utilizado na prática clínica e em pesquisas neuropsicológicas como medida da função executiva, que compreende a capacidade para planejar, organizar e efetuar ações e comportamentos. Na primeira parte do teste é apresentada uma folha com 25 círculos numerados, distribuídos ao acaso, que devem ser unidos em uma linha contínua. Na segunda, os círculos apresentam 13 números e 12 letras, que devem ser unidos alternadamente (1-A, 2-B, etc). Os erros são apontados e devem ser corrigidos pelo próprio participante. O teste é encerrado após três erros ou em 5 minutos⁵.

Nos testes de labirinto têm-se a possibilidade de avaliar diversos aspectos neuropsicológicos, tais como, função executiva, aprendizagem espacial e memória implícita. O labirinto em cruz elevado é o modelo mais utilizado em estudos com animais e recentemente foi empregado para o desenvolvimento de novos fármacos e para o conhecimento das bases neurobiológicas da ansiedade⁶. O labirinto radial foi empregado para verificar a integridade de áreas cerebrais de ratos, como o córtex frontal e entorrinal e o hipocampo, avaliando a memória espacial após o uso de anestésicos, sedativos e fármacos colinérgicos utilizados no tratamento da Doença de Alzheimer e na Demência dos Corpos de Lewy^{9,10}.

Na literatura ainda existe uma escassez de estudos abordando o desenvolvimento de instrumentos que analisam a estabilização do comportamento motor^{11,12}. A definição de um teste experimental é difícil e deve ser embasada na necessidade de identificar e combinar os componentes da atividade motora na mesma tarefa, nesse sentido, tem sido proposto que as habilidades gráficas atendem esses aspectos¹¹. A curva de desempenho global, observada através da aplicação de um teste, pode expressar a aquisição de uma habilidade motora, na qual se verifica que o desempenho é aperfeiçoado ao longo de várias tentativas, em seguida, estabiliza-se não sendo facilmente perturbado por estímulos externos. Outra forma objetiva para verificar a estabilidade do sistema motor refere-se à introdução de uma modificação da tarefa que gere uma perturbação a esse estado⁴. A persistência do desempenho alcançado mesmo após um intervalo de tempo garante que houve a retenção das informações obtidas^{11,12}.

Para a realização do presente estudo utilizou-se um labirinto desenvolvido pelo Departamento de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, disponibilizado através do site www.mat.ufrgs.br/~edumatec/software/softw.htm#winarc. Em “Winarc”, é possível fazer o “Download” e em seguida selecionar “Mazes”. Para abrir o labirinto vai em “Settings” e depois em “Overview”. Para começar a solucionar o labirinto vai em “Esc” e seguida movimenta-se com as setas do teclado. Esse programa permite modificar facilmente o labirinto, alterando-se o tamanho e a complexidade através do aumento do número de rotas ou saídas, contribuindo para maior demanda de funções cognitivas e motoras. O labirinto utilizado no estudo foi adaptado com um tamanho menor, apresentando poucas rotas para a solução.

O estudo se propôs a verificar se o teste de labirinto pode ser utilizado como um instrumento de análise da aquisição de uma habilidade motora, através das medidas de tempo de execução e número de tentativas para estabilizar o desempenho, sob a influência de pistas visuais. Considerou-se que a solução do teste de labirinto envolve a operacionalização da intenção de movimentar-se para alcançar um objetivo e a estabilização do desempenho pode indicar a utilização de estratégias cognitivas e formação de um programa de ação.

METODOLOGIA

Sujeitos

Participaram deste estudo 70 indivíduos jovens, saudáveis, do sexo masculino e estudantes universitários, com média de idade de 22 ± 2 anos, divididos em dois grupos para realizar o teste de labirinto sem pistas ($n=35$) e com pistas ($n=35$). Os critérios de exclusão adotados foram: lateralidade sinistral e evidências clínicas de alteração na saúde geral e no membro superior direito.

Procedimentos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa através do processo nº 51/03. Antes do início dos testes os procedimentos da pesquisa foram devidamente explicados e os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Os indivíduos foram avaliados através do CIRS (Cumulative Inness Rating Scale)¹³ para verificar ausência de patologias, principalmente comprometimentos osteomioarticulares do membro superior direito. Também foram avaliados através da ficha de dominância lateral¹⁴. A coleta de dados foi realizada à tarde, das 14:30 às 16:30 h.

Foram realizados inicialmente 30 labirintos, solucionados um de cada vez ao sinal de uma campainha. O teste foi repetido depois de uma tarefa distratora (teste de memória com dígitos) e de um intervalo de quinze minutos, totalizando 32 labirintos. Cada labirinto apresentava apenas uma entrada à esquerda e uma saída à direita. Foram registradas medidas de desempenho tais como, tempo para completar a tarefa e número

de tentativas para estabilização do desempenho. Nas figuras dos labirintos com pistas, foram colocados seis traços em locais pré-determinados, no terço inicial, médio e final, desenhados como pistas da rota de solução (Figura 1).

Análise Estatística

Através da ANOVA two-way de medidas repetidas foi analisado o desempenho (tempo de execução do teste) em função das tentativas realizadas e do uso de pistas visuais, verificando-se as possíveis diferenças entre as 30 tentativas, tarefa distratora (31ª tentativa) e intervalo de retenção (32ª tentativa) e entre os grupos que utilizaram ou não as pistas visuais. Na análise *post hoc* foi utilizado o teste de Newman-Keuls. Os dados foram analisados utilizando o programa Statistica 5.0, atribuindo-se o nível de 5%.

RESULTADOS

De acordo com a ANOVA two-way de medidas repetidas verificou-se diferença significativa no tempo de realização do teste entre as tentativas, no teste de labirinto sem pistas ($F_{(31,930)} = 9,45$; $p < 0,0001$) e com pistas ($F_{(31,930)} = 8,89$; $p < 0,0001$). Após a aplicação do teste de Newman-Keuls, observou-se estabilização do desempenho a partir da 8ª tentativa no labirinto sem pistas e a partir da 6ª tentativa no labirinto com pistas, não sendo mais encontrada diferença significativa entre as tentativas.

Para ambos os tipos de labirinto, não houve diferença significativa no tempo de execução entre a 30ª, 31ª e 32ª tentativas (Figura 2), confirmando a confiabilidade do teste em identificar o momento de estabilização do desempenho, visto que os sujeitos foram capazes de manter o desempenho adquirido após perturbação e no teste de retenção.

Das 32 tentativas realizadas, observou-se que não ocorreu diferença significativa entre os grupos na segunda ($p < 0,349$), terceira ($p = 0,501$), quarta ($p < 0,136$), sexta ($p = 0,143$), sétima ($p = 0,525$) e oitava ($p = 0,252$). Nas demais tentativas foram encontradas diferenças significativas com $p < 0,05$ (Figura 2).

DISCUSSÃO

Os resultados indicaram a possibilidade do teste de labirinto ser utilizado para análise da aquisição de uma habilidade motora. Observou-se que os perfis do tempo de execução do teste de labirinto quando realizado com e sem pistas comportaram-se como uma curva específica de desempenho, ou seja, com grande variação no início e menor ou nenhuma no final da prática, sendo possível verificar o momento de estabilização do desempenho para cada teste realizado.

A estabilização do desempenho no teste se manteve após a tarefa distratora e intervalo de retenção, em ambos os tipos de labirinto, confirmando a manutenção das informações adquiridas durante as tentativas anteriores, sugerindo que o

indivíduo passou a entender a estrutura do padrão de ação a ser realizado e em seguida, armazenaram as informações adquiridas, resultados semelhantes aos encontrados no estudo que utilizou um padrão gráfico⁴. Entretanto, segundo a literatura, a estabilização leva a estados temporários que podem ser alterados à medida que se modifica a complexidade da tarefa¹². Labirintos mais complexos podem ser utilizados para analisar a relação estabilidade-instabilidade-estabilidade do comportamento motor.

A solução do labirinto sem pistas ocorreu mais tarde, porém o tempo de execução foi menor, enquanto que a do labirinto com pistas ocorreu mais cedo e com um tempo maior.

Possivelmente a pista visual auxiliou no planejamento da estratégia de solução do labirinto, porque já indicava o caminho a ser percorrido, no entanto, pode ter prejudicado o tempo de execução em função da necessidade de ligar os traços presentes no labirinto. Por outro lado, esse resultado pode indicar a atuação de mecanismos de controle motor na realização da tarefa. Quando o movimento é lento, o controle é dominado pelo processo de *feedback*, todavia, se o movimento é rápido, então os componentes do circuito aberto tendem a dominar. O comportamento motor não é controlado exclusivamente por um circuito aberto ou fechado, mas uma combinação de ambos¹⁵. Nesse sentido, observa-se que a pista

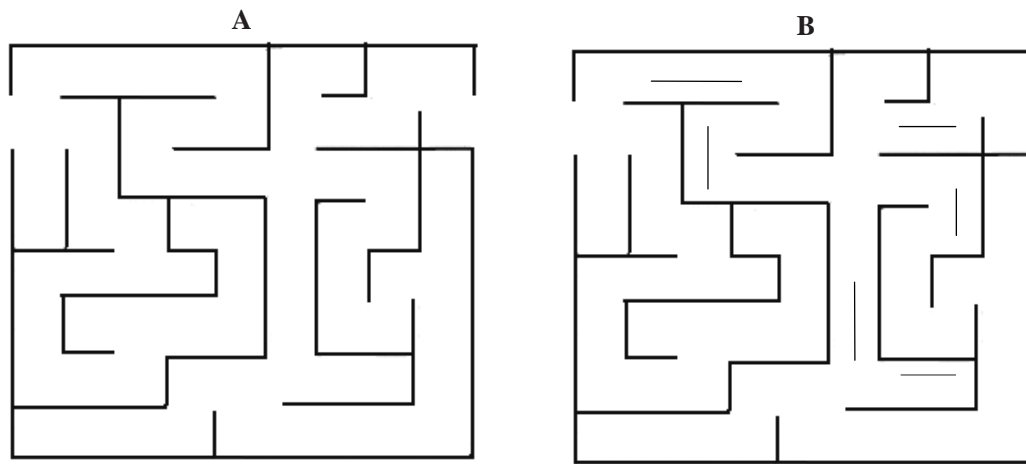


Figura 1. Labirintos com uma entrada à esquerda e uma saída à direita, desenhados sem pistas (A) e com pistas (B). As pistas visuais são seis traços colocados no terço inicial, médio e final do labirinto, indicando a solução correta.

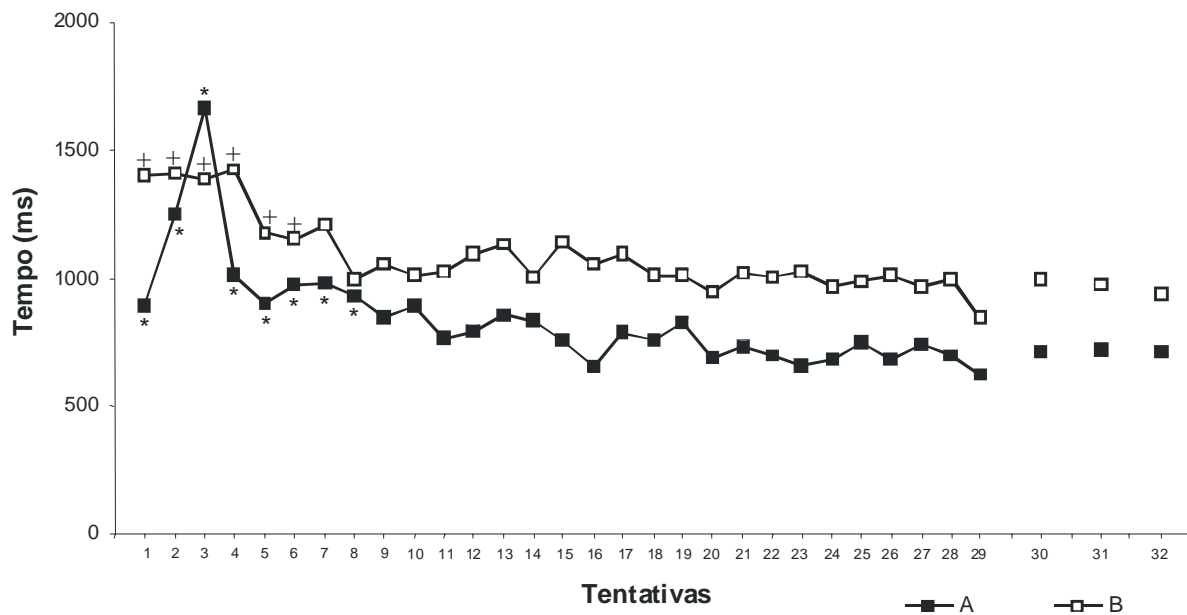


Figura 2. Médias do tempo de execução dos testes de labirinto sem (A) e com pistas visuais (B). Diferenças entre as tentativas (Sem pistas: $F_{(31,930)} = 9,45$; $p < 0,0001$; com pistas: $F_{(31,930)} = 8,89$; $p < 0,0001$) foram encontradas, com estabilização do desempenho a partir da 8ª tentativa para labirintos sem pistas e da 6ª para labirintos com pistas, a qual se manteve após tarefa distratora e intervalo de retenção (31ª e 32ª tentativas, respectivamente).

visual, ainda pouco utilizada durante a realização da fisioterapia, além de ser importante para demonstração da atividade ou função a ser aprendida, contribui para a identificação de possíveis erros de execução e para os mecanismos de correção¹².

Embora a diferença no número de tentativas para estabilização do desempenho ocorrer não tenha sido muito grande entre os tipos de labirintos (na 6ª tentativa para os labirintos com pistas e na 8ª tentativa para os labirintos sem pistas), esse resultado sugere maior ativação de processos relacionados com a percepção do estímulo (pista), do processamento da informação e programação motora. A possibilidade de estabilizar o desempenho mais cedo, completar a tarefa mais rápido e realizar um menor número de erros, possivelmente implica numa melhor interação cognitivo-motora.

Na Fisioterapia neurológica, o aprendizado ou reaprendizado de tarefas motoras funcionais envolve a repetição constante de atividades mais simples até mais complexas, utilizando pistas sensoriais para favorecer o desempenho motor, mas o número de repetições ou a quantidade de prática necessária para a reaprendizagem motora deve se basear no diagnóstico realizado, para que durante o tratamento a reprodução dos movimentos não leve a formação de padrões estereotipados e rígidos¹². Em pacientes com patologias neurológicas, para se estimular a plasticidade neural, deve-se treinar não apenas uma solução única e eficiente para um dado problema motor, mas um conjunto de soluções apropriadas, a fim de incluir sistemas neurais não afetados na reorganização da função¹⁶.

Quando uma atividade motora envolve metas a serem cumpridas, como no desafio do indivíduo solucionar um labirinto, a cada tentativa ele irá adquirir informações quanto ao resultado do movimento, do plano motor executado, em função do teste envolver a estimulação dos órgãos dos sentidos, dos mecanismos de percepção e de processamento, do mecanismo efetor, dos circuitos de *feedback*, além de fatores motivacionais e de memória^{17,18,19,20,21}.

É importante que esse instrumento possa ser aplicado na avaliação diagnóstica dos pacientes com alterações no controle e na aprendizagem motora, a fim de identificar que aspectos estão comprometidos durante a execução de uma tarefa motora: processos relacionados com a percepção do estímulo (pista), processamento da informação e planejamento estratégico (número de erros), função executiva (tempo de execução da tarefa), aprendizagem (estabilização do desempenho) e memória espacial (manutenção do desempenho após tarefa distratora e intervalo de retenção).

Ainda é necessário aprofundar os conhecimentos à respeito de determinados aspectos da aprendizagem motora, como as fontes de erros, o tipo de prática utilizada na Fisioterapia, bem como, a importância da utilização de *feedback* visual.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que o teste de labirinto praticado com e sem pistas pode ser um instrumento importante de análise do processo de aquisição de uma habilidade motora a ser utilizado na Fisioterapia. As evidências encontradas sugerem que o teste de labirinto permite identificar a quantidade de prática necessária para o treinamento de uma habilidade motora e verificar a influência da pista visual na estabilização do desempenho, possibilitando ao indivíduo selecionar estratégias do plano motor para execução do teste.

Tarefas como soluções de labirintos têm a vantagem de poderem ser adaptadas para um número diverso de sujeitos da população, pois requerem habilidades motoras básicas, podendo ser aplicadas em crianças, idosos e pessoas acometidas por patologias neurológicas como a Doença de Parkinson e a Doença de Alzheimer. Entender de que forma o fisioterapeuta pode avaliar e intervir, como o paciente aprende uma habilidade motora e determinar que fatores influenciam este processo, contribuirá significativamente para uma reabilitação mais adequada e eficaz.

Agradecimentos: Ao CNPq pelo financiamento da bolsa de iniciação científica, aos voluntários que participaram da coleta dos dados e ao Prof. Jamilson Simões Brasileiro pelo tempo dedicado à leitura deste trabalho e pelas sugestões apresentadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Magill RA. Aprendizagem motora: conceitos e aplicações. 5nd. São Paulo: Editora Edgar-Blucher Ltda; 2005.
2. Fitts PM, Posner MI. Human Performance. Califórnia: Brooks Cole; 1967.
3. Carr JH, Sherpherd BR. Programa de reaprendizagem motora para o hemiplégico adulto. São Paulo: Ed. Manole; 1988.
4. Freudenheim AM, Manoel EJ. Organização hierárquica e a estabilização de um programa de ação: um estudo exploratório. Rev paul Educ Fis 1999; 13: 177-196.
5. Bertolucci PHF, Okamoto IH, Brucki SMD, Siviero MO, Toniolo Neto J, Ramos LR. Applicability of the CERAD Neuropsychological Battery to Brazilian elderly. Arq Neuropsiq 2001; 59: 532-536.
6. Carobrez AP. Transmissão pelo glutamato como alvo molecular na ansiedade. Rev Bras Psiquiatr 2003; 25: 52-58.
7. Levin HS, Song J, Ewing-Lobbs L, Roberson G. Porteus maze performance following traumatic brain injury in children. Neuropsychol 2001; 15: 557-567.
8. Aadland J, Beatty WW, Maki RH. Spatial memory of children and adults assessed in the radial maze. Develop Psychol 1985; 18: 163-172.
9. Culley DJ, Baxter MG, Yukhananov R, Crosby G. Spatial memory performance 2 weeks after general anesthesia in adult rats. Anesth Analg 2005; 101: 1389-1392.

10. Wezenberg E, Verkes RJ, Sabbe BG, Ruigt GS, Hulstijn W. Modulation of memory and visuospatial processes by biperiden and rivastigmine in elderly healthy subjects. *Psychopharmacology* 2005; 181: 582-594.
11. Manoel EJ, Connolly KJ. Variability and the development of skilled actions. *Inter J Psychophys* 1997; 19: 129-147.
12. Tani G. Processo adaptativo em aprendizagem motora: o papel da variabilidade. *Rev Paul Educ Fis* 2000; 3: 55-61.
13. Xavier FMF, Ferraz MPT, Pertollucci P, Poyares D, Moriguchi EH. Episódio depressivo maior, prevalência e impacto sobre qualidade de vida, sono e cognição em octogenários. *Rev Bras Psiquiatr* 2001; 23: 62-70.
14. Bagatini V. *Psicomotricidade para deficientes*. Porto Alegre: Sagra DC Luzzatto; 1992.
15. Willingham DB. A neuropsychological theory of motor skill learning. *Psycho Review* 1998; 105: 558-584.
16. Boniface SJ. Plasticity after acute ischaemic stroke by transcranial magnetic stimulation. *J Neurol, Neurosurg & Psychiatr* 2001; 71: 713-715.
17. Dancause N, Pfitz A, Levin MF. Error correction strategies for motor behavior after unilateral brain damage: short-term motor learning process. *Neurology* 2002; 40: 1313-1323.
18. Choshi K. Aprendizagem motora como um problema mal-definido. *Rev Paul Educ Fis* 2000; Supl.3: 16-23.
19. Grafton ST, Mazziotta JC, Presty S, Fristow KJ, Frackowiak RSJ, Phelps ME. Functional anatomy of human procedural learning determined with regional cerebral blood flow and PET. *J Neurosci* 1992; 12: 2542-2548.
20. Nixon PD, McDonald KR, Gough PM, Alexander IH, Passingham RE. Cortico-basal ganglia pathways are essential for the recall of well-established visuomotor associations. *Eur J Neurosci* 2004; 20: 3165-3178.
21. Mattar AAG, Gribble PL. Motor learning by observing. *Neuron* 2005; 46: 153-160.