

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE PSICOLOGIA

ERICA TARDELLI DAS NEVES

**Aprendizagem de movimentos seqüenciais de dedos  
em idosos saudáveis:efeitos da escolaridade.**

São Paulo  
2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ERICA TARDELLI DAS NEVES

**Aprendizagem de movimentos seqüenciais de dedos  
em idosos saudáveis:efeitos da escolaridade**

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Psicologia da Universidade de São  
Paulo como exigência parcial para  
obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Neurociências e  
Comportamento.

Orientadora: Maria Elisa Pimentel  
Piemonte

São Paulo  
2008

Neves, E.T. **Aprendizagem de movimentos seqüenciais de dedos em idosos normais: Efeitos da Escolaridade.** São Paulo, 2007. 82p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.

Aprendizado motor é o processo pelo qual o sistema nervoso modifica suas respostas motoras. Sendo um processo implícito, tem como principais características o desenvolvimento lento, baseado em um grande número de repetições, cujos resultados só podem ser verificados por meio da modificação do desempenho. Muitos aspectos do processo de aprendizado motor têm sido estudados, dentre eles o efeito do envelhecimento neste processo. Com o crescimento mundial da população idosa o interesse sobre as características do envelhecer tem aumentado consideravelmente. No Brasil, grande parte da população idosa é composta por pessoas com baixa escolaridade, entretanto existem poucos estudos que descrevam como o cérebro desses idosos se comporta durante a vida, e principalmente como esses indivíduos se comportam quando são submetidos à aprendizagem de novos comportamentos. Esse trabalho tem como objetivo investigar a influência da escolaridade no desempenho motor de indivíduos idosos normais em uma tarefa de movimentos de oposição de dedos. Para isso foram avaliados 42 sujeitos acima dos 60 anos, divididos em dois grupos: um de baixa escolaridade 1-7 anos de ensino formal, com idade média de (66,5 e DP 5,4) e outro de alta escolaridade com 8 anos ou mais de ensino formal com idade

média de (68,3 e DP 6,1). Os resultados analisados, por meio da Análise Multivariada para medidas repetidas, demonstraram que ambos os grupos beneficiaram-se do treinamento, com melhora do desempenho para seqüência treinada evidenciando o aprendizado da tarefa. No entanto, apesar dos idosos do GBE serem capazes de realizar movimentos de oposição de dedos na mesma velocidade do que os idosos do GAE, eles apresentam prejuízo ao realizá-los numa ordem específica, o que poderia ser explicado por diferenças na formação de modelos internos de movimento mais do que na capacidade de execução da tarefa. Esta hipótese pôde ser confirmada pelas diferenças encontradas na capacidade de generalização do aprendizado, onde os idosos do GBE apresentaram prejuízo em relação aos idosos do GAE. Indicando assim, que a escolaridade pode influenciar no desempenho motor de uma tarefa específica de oposição de dedos, onde os indivíduos com menor nível de escolaridade apresentam pior desempenho em relação aos idosos com maior nível de escolaridade. Apesar disso, parecem ser capazes de aprender como os idosos com maior nível de escolaridade.

Palavras-chave: aprendizagem motora; idosos; cognição.

Neves, E.T. Learning sequential movements of fingers in normal elderly: Effects of Education. São Paulo, 2007. 91p. Dissertation (Masters). Institute of Psychology, University of Sao Paulo.

Learning motor is the process by which the nervous system modify their sponses motor. As an implicit, has as main features the slowly developing, based on a large number of replications, whose results can only be verified through modification of the performance. Many aspects of the process of learning engine have been studied, including the effect of aging in the process. With global growth of the elderly population the interest on the characteristics of aging has increased considerably. In Brazil, much of the elderly population is composed of people with low education, though there are few studies that describe how the brain is behaving the elderly throughout life, and especially how these people behave when they are submitted to the learning of new behaviors. This work aims to investigate the influence of education on performance engine elderly individuals in a normal task of the opposition movements of fingers. For that were assessed 42 subjects over 60 years, divided into two groups: one with low education 1-7 years of formal education, with mean age (66.5 and SD 5.4) and another from high school in 8 years or more of formal education with average age (68.3 and SD 6.1). The results analyzed by means of Multivariate Analysis for repeated measures showed that both groups benefited from the training, with improvement in performance for trained sequence showing the learning of the task. However, despite the elderly GBE be able to perform movements of opposition from fingers at the same

speed than the elderly of the GAE, they show prejudice to implement them in a specific order, which could be explained by differences in the formation of internal models of movement more than the capacity to execute the task. This hypothesis could be confirmed by differences in the ability of generalization of learning, where the elderly of GBE showed prejudice in relation to the elderly of the GAE. Give so that the school can influence the performance engine of a specific task of opposition from fingers, where individuals with the lowest level of education have worse performance in relation to the elderly with higher level of education. Nevertheless, seem to be able to learn how the elderly with higher level of education.

Keywords: motor learning; elderly; cognition.





## SUMÁRIO

<i>1. INTRODUÇÃO</i> .....	1
2.0 REVISÃO DA LITERATURA .....	6
2.1 Aprendizagem Motora.....	6
2.2 Cognição e Escolaridade .....	23
<i>3.0. OBJETIVO</i> .....	29
<i>4.0. CASUÍSTICA E MÉTODO</i> .....	30
4.1. SUJEITOS .....	30
4.2. Local .....	32
4.3. Materiais .....	32
4.4. Procedimentos.....	32
4.4.1 Fase I.....	36
4.4.2. Fase II .....	37
4.4.3 Fase III .....	38
4.4.4 Fase IV .....	40
4.4.5 Fase V .....	40
4.5 Análise Estatística .....	40
<i>5.0 Resultados</i> .....	43
5.1 Treinamento .....	43
5.1.1 Análise do tempo de treinamento .....	43
5.1.2 Análise da velocidade no treinamento.....	46
5.2. Aprendizagem da Tarefa.....	49
5.2.1. Análise da Velocidade nas avaliações (AVA 1 e AVA 2 e RET).....	49
5.2.2. Análise do erro absoluto .....	52
5.2.3. Análise da Acurácia Percentual .....	55
5.3. Generalização da Tarefa .....	58
5.3.1. Análise da Velocidade nas avaliações (AVA 1 e AVA 2 e RET).....	58
5.3.2. Análise do erro absoluto .....	61

5.3.3. Análise da Acurácia Percentual .....	64
6.0 DISCUSSÃO.....	69.
7.0 CONCLUSÃO.....	76
8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

## 1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população é um fenômeno mundial que têm conseqüências diretas nos sistemas de saúde pública e na economia dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Dados de censos internacionais projetam crescimento de 300% nos próximos 50 anos na população com idade superior a 60 anos, com crescimento maior nos países em desenvolvimento. O Brasil é um dos países com maior aceleração do crescimento populacional de idosos nos últimos anos. Estimativas mostraram que, em 2025, o Brasil poderá ser o sexto país do mundo com maior proporção de idosos (KULAIF, T.; 2005).

Nessa população, segundo uma pesquisa lançada pelo Instituto Paulo Montenegro e pela Ação Educativa no Dia Internacional da Alfabetização, 8 de setembro de 2005, no Brasil, 75% das pessoas na faixa etária dos 15 aos 64 anos não conseguem ler e escrever plenamente. Apesar da quantidade expressiva de idosos analfabetos nos países em desenvolvimento, em especial no Brasil, estudos para compreender a saúde e as características sócio-demográficas desta parcela significativa da população ainda são escassos. (BRUCKI ET AL, 2003).

Uma das características do processo de envelhecimento é o declínio cognitivo e motor com o avançar da idade, característica esta, amplamente descrita na literatura ( SHALLICE ET AL, 2002).

Entretanto, perante o crescimento da fração de população idosa, e que em grande parte apresenta baixo nível de escolaridade, ainda existem poucos estudos que investiguem a possível influência da escolaridade no processo de envelhecimento, especificamente sobre a interferência nos processos motores.

Castro-Caldas et al. (1998) em um estudo com mulheres idosas analfabetas, mostrou que aprender a ler e escrever durante a infância influencia na organização funcional do cérebro humano adulto. Adicionalmente, estudos recentes reportam que indivíduos com mais de oito anos de instrução formal são protegidos contra uma redução de suas capacidades para solucionar testes cognitivos, enquanto que indivíduos com baixo nível de instrução, apresentam sinais precoces de envelhecimento. (KULAIIF, T. 2005).

Na literatura internacional, estudos com esta natureza investigativa são escassos e circunscritos às alterações dos processos cognitivos. Neste sentido, o presente estudo é pioneiro na exploração da interferência da escolaridade na aprendizagem de tarefas motoras em idosos.

Com a proposta de abordar especificamente a influência da escolaridade no processo de aprendizagem motora, realizamos um estudo que compara o desempenho de idosos entre diferentes níveis de escolaridade numa tarefa de movimentos de oposição de dedos. Esse tipo de tarefa é considerado de grande relevância para as atividades do cotidiano uma vez que a maioria dos movimentos que realizamos diariamente envolve componentes seqüenciais. Estudos demonstram que esse tipo de habilidade que exige seqüência de movimentos está envolvido não apenas em atos motores, mas também em funções como linguagem e raciocínio lógico (HIKOSAKA et al., 1999). Além disso, a utilização desta metodologia em diversos trabalhos, em associação com estudos de imagem (KARNI, 1995; KARNI, 1997; KARNI, 1998), mostrou correlação entre os dados obtidos com imagem e os dados comportamentais, ou seja, mudanças no desempenho. Isto demonstra sua adequação na

investigação da aquisição de novas habilidades permitindo admitir que, havendo mudanças comportamentais, estas estariam relacionadas a mudanças estruturais das conexões cerebrais, e que, portanto, houve aprendizado. Por fim é uma tarefa habitual o suficiente que permite que todos os idosos consigam realizar após poucas tentativas por se tratarem de movimentos simples de oposição de dedos, e específica o suficiente de modo que a experiência prévia não tenha interferência significativa no desempenho.

A investigação do processo de aprendizagem motora foi realizada em um nível comportamental no qual inferimos a ocorrência de tal processo pela modificação do desempenho dos sujeitos. Essa análise baseou-se na idéia de que a aprendizagem motora é um processo implícito e que, portanto, necessita de repetição para ser consolidada, ou seja, para que as mudanças sinápticas temporárias desencadeadas pelo treino, possam tornar-se permanentes. Como resultado deste processo há a formação de modelos internos do movimento, ou seja, uma “idéia geral” do movimento que pode ser aplicada a diferentes situações pela adaptação da relação entre seus sub-componentes. Sendo assim, o conceito de modelo interno nos permite explicar o aprendizado de uma tarefa independentemente do efetor ou mesmo apenas pela prática mental, sugerindo que funções cognitivas (além das sensório- motoras), estariam envolvidas na aquisição de uma habilidade motora. Do ponto de vista comportamental, a existência destes modelos pode ser evidenciada pela melhora do desempenho que se mantém mesmo sem treino adicional, e pela capacidade de generalização para tarefa similar. A partir do que foi proposto, algumas hipóteses podem ser levantadas sobre o comportamento motor de

idosos de diferentes níveis de escolaridade, após o treinamento: (1) os dois grupos teriam desempenho semelhante. Logo, as possíveis diferenças funcionais ou anatômicas entre os grupos não interfeririam na aquisição da tarefa; (2) os dois grupos apresentariam comportamento diferente. E a partir da análise dos diferentes aspectos que poderiam influenciar no comportamento (sensório-motores – capacidade de executar movimentos de oposição de dedos independentemente da seqüência, e/ou cognitivos – capacidade de generalização da tarefa) poderíamos inferir a qual deles as diferenças poderiam ser atribuídas. A relevância deste trabalho sustenta-se no fato de que não foram encontrados trabalhos que se propusessem a caracterizar a aprendizagem motora em idosos com níveis de educação formal distintos. Utilizando esta tarefa, acreditamos que os nossos resultados possam contribuir significativamente não apenas para a prática clínica, pelo aprimoramento da intervenção terapêutica, uma vez que mostra a importância de considerar o nível de escolaridade do indivíduo ao se elaborar um plano terapêutico, como também para o campo da neurociência, fornecendo informações importantes sobre como o tempo de escolaridade interfere no processo de aprendizagem motora, acrescentando uma nova evidência sobre a relação entre cognição e ação.

Com este trabalho acrescentaremos à prática clínica de todos os profissionais interessados no aprendizado de movimentos, a importância de considerar a escolaridade como fator relevante no desempenho do indivíduo idoso.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Aprendizagem Motora

A aprendizagem é o processo por meio do qual nós e outros animais adquirimos conhecimento sobre o mundo. E é por meio da memória que retemos ou armazenamos esse conhecimento. Até mesmo os animais simples têm capacidade de aprender de seu ambiente. Entretanto, essa capacidade atinge sua forma mais complexa nos seres humanos. A maior parte dos comportamentos humanos depende de alguma forma de aprendizado. A memória por sua vez, proporciona vantagem adaptativa da experiência prévia para a solução de uma diversidade de problemas que a sobrevivência impõe. Essa vantagem não se restringe às funções como o desempenho habilidoso de tarefas percepto-motoras, gerada pelo registro de contingências espaciais e temporais entre estímulos, e destes com suas respostas, tampouco se restringe à lembrança de estímulos familiares ou de locais específicos do ambiente. Além dessas funções, memórias permitem também gerar previsões probabilísticas sobre eventos ambientais com base na identificação de regularidades passadas; isso possibilita antecipar eventos e selecionar dentre as inúmeras informações disponíveis no ambiente, as que receberão processamento preferencial por meio do direcionamento da atenção (Xavier, 1996).

Esse fenômeno é bem conhecido para tarefas motoras onde inicialmente os movimentos são corrigidos por retroalimentação, e com o treinamento, adquirem a habilidade de antecipar as variáveis sensório-motoras do movimento, permitindo a programação prévia das correções necessárias, o que garante um desempenho mais habilidoso e com menor dispêndio atencional.

Existem pelo menos dois tipos de memória: “saber que”, caracterizada pelo conhecimento factual sobre o mundo e “saber como”, caracterizado pela forma habilidosa das pessoas em executar tarefas para as quais foram repetitivamente treinadas. Esse tipo de distinção ganhou grande destaque após a descrição do quadro amnésico apresentado pelo paciente H.M. (MILNER et al, 1957)

Cohen (1984) e Squire e Zola-Morgan (1991) propuseram uma distinção para os sistemas de memória, segundo a qual haveria uma memória de curta duração representada pela capacidade de retenção de informações por um curto período de tempo que exibe capacidade limitada de armazenamento, além de ser temporalmente limitada e dependente da atenção para sua manutenção, e uma de longa duração dividida em declarativa (ou explícita), usualmente prejudicada em pacientes amnésicos e preservada em pacientes



cerebelares ou com disfunções nos gânglios da base, e em memória de procedimentos (ou implícita), usualmente preservada nos pacientes amnésicos, mas prejudicada nos pacientes cerebelares ou com danos nos gânglios da base.

Inserida na memória de curta duração existe um sistema de memória responsável pela retenção temporária da informação verbal e acústica, onde os traços mnemônicos apresentam a duração de dois ou três segundos e dependem da recuperação rápida para serem mantidos. (BADDELEY, 1998).

Os experimentos neuropsicológicos que analisaram a memória de indivíduos normais estabeleceram a existência de dois subcomponentes: o estoque fonológico e o ensaio articulatório (ou processo subvocal).

Está claro que existe uma relação recíproca entre a alça fonológica e a aprendizagem da leitura. Estudos com crianças disléxicas verificaram problemas para memorizar dígitos e manipulação de fonemas (BADDELEY, 1993).

De forma similar, os adultos não alfabetizados também não apresentam bom desempenho ao realizarem tarefas que envolvam a memória de dígitos, de lista de palavras e de não palavras. (MORAIS et al., 1987 e CASTRO – CALDAS et al, 1998).

Além disso, existem fortes indícios que existe aumento da capacidade de estoque temporário do material verbal na seqüência dos anos escolares. Isso reflete as mudanças no funcionamento dos componentes da alça fonológica e do sistema de memória operacional, incluindo as mudanças na eficiência da atenção relacionada com o ensino formal. (GATHERCOLE, 1999)

Por meio de estudos com neuro-imagem, Castro-caldas et al. (1998), concluíram que a aprendizagem da leitura modifica a conectividade encefálica do sistema de linguagem. Os participantes alfabetizados adultos apresentaram

maior atividade cortical na região parietal esquerda quando comparados aos analfabetos nas tarefas de repetição de palavras.

Esses dados sugerem então, que indivíduos com baixo nível de escolaridade possuem diferenças no funcionamento da alça fonológica quando comparados a adultos com mais anos de ensino formal.

Já a memória de longa duração se refere à retenção de informações por prolongados períodos de tempo. Como vimos ela pode ser dividida em dois tipos (ou módulos), incluindo "saber QUE", denominada atualmente "memória declarativa" (ou explícita) pelo fato dela ser passível de relato verbal, e "saber COMO", denominada atualmente "memória de procedimentos" (ou implícita), que se expressa pelo desempenho habilidoso das atividades previamente treinadas. Tanto no caso das memórias explícitas como no caso das memórias implícitas, os processos de arquivamento das informações envolveriam alterações sinápticas; porém, em cada caso, elas ocorreriam em regiões distintas do sistema nervoso, cujas regras de funcionamento seriam diferentes. É importante ressaltar que em pessoas saudáveis esses dois tipos de memória são utilizados concomitantemente. Isto é, a maioria de nossas experiências aprendidas recruta ambos os sistemas. Com base em estudos de dissociação, essas duas classes de memória foram adicionalmente subdivididas em diversos componentes, cada qual relacionado ao funcionamento de diferentes estruturas nervosas. (XAVIER, 1996; SHERRY, 1987; COHEN; 1984)

Memória explícita refere-se à retenção de experiências sobre fatos e eventos do passado, às quais o indivíduo tem acesso consciente, sendo, portanto passíveis de relato verbal. Suas características a tornam apropriada para o arquivamento de associações arbitrárias que podem formar-se mesmo após uma única experiência.

Diferentes estruturas do sistema nervoso, interconectadas entre si, estão envolvidas na formação de memórias explícitas. A amnésia produzida por danos em qualquer dessas estruturas pode, portanto, ser vista como uma desconexão desse circuito. Informações ambientais chegam às áreas de associação corticais onde são processadas. Essas informações, além de mantidas nas áreas de associação, são retransmitidas para processamento adicional no hipocampo e amígdala, e então para estruturas diencefálicas e córtex pré-frontal. Estas estruturas projetam-se para o prosencéfalo basal que, por sua vez, influencia a atividade nervosa das áreas de associação corticais. Assim, se a informação em processamento é motivacionalmente e/ou emocionalmente relevante, ou se muita atenção foi despendida em seu processamento, ocorre ativação colinérgica nas áreas de associação corticais, estimulando as alterações sinápticas responsáveis pelo arquivamento das informações, o que, neste caso, ocorre nos tecidos corticais, sob o controle desse circuito. E, como vimos, se a experiência for constituída de diferentes componentes modalmente específicos, diferentes regiões corticais estarão envolvidas, formando uma rede espalhada por toda a estrutura. Evidências experimentais permitem subdividir adicionalmente a memória explícita. A lembrança consciente da situação em que a aprendizagem sobre um

determinado item ocorreu, i.e., a memória para eventos (ou episódica), parece diferir da sensação de familiaridade perante um determinado item de informação, sem no entanto, haver a lembrança do acontecimento específico em que essa informação foi adquirida, i.e., memória para fatos (ou semântica). Embora ambas pareçam depender das estruturas do lobo temporal medial, relações destas estruturas com outras, como os lobos frontais, parecem importantes.

Por exemplo, pacientes idosos com sinais de disfunção nos lobos frontais exibem maiores dificuldades na memória para eventos do que na memória para fatos. Além disso, lesões associadas nos lobos temporal e frontal, como pacientes vítimas de amnésia após traumatismo crânio-encefálico, igualmente resultam em deficiências da memória episódica, com pouca interferência na memória semântica. Evidências produzidas por meio de estudos funcionais com neuro-imagem favorecem o ponto de vista de que esses sistemas tornam-se ativos durante o processamento de informações episódicas para a memória de longa duração. Em relação à memória episódica também parece haver subdivisões, incluindo uma distinção entre informações de natureza verbal e não-verbal, neste caso relacionada aos dois hemisférios cerebrais, ou ainda de informações de natureza neutra ou até emocional-afetiva, que pode envolver estruturas como septo e amígdala, respectivamente (com participações proporcionais ao tipo de processamento realizado). (XAVIER, 1996; SHERRY, 1987; COHEN; 1984)

Entretanto, a memória implícita é evidenciada por meio do desempenho habilidoso de tarefas e, diferentemente de memória explícita, sua aquisição é

gradual, dependendo de várias tentativas de treino. Como consequência, é difícil fazer um relato verbal de como elas se processa. Por exemplo, ao fazer uma curva um ciclista deve produzir uma inclinação do próprio corpo e da bicicleta num ângulo que depende da velocidade da bicicleta, das características do terreno e do ângulo da curva. Ao se solicitar que ele explique como essa inclinação é “calculada”, a resposta não é clara; mesmo assim, depois do treinamento repetitivo necessário para sua aquisição, a ação é realizada sem qualquer esforço. Para um datilógrafo experiente, a seqüência de movimentos utilizada para datilografar uma palavra é produzida automaticamente, sem que ele tenha que pensar em cada uma das letras que está sendo teclada e nos movimentos requeridos para cada dedo. Também um ginasta ao realizar um salto mortal triplo produz um movimento exaustivamente pré-treinado; essa repetição torna a execução do movimento automática. É comum o técnico orientar o ginasta a não pensar em cada um dos sub-componentes do movimento que realizará; uma vez automatizado, o desempenho pode ser prejudicado pela interferência da atenção em sua execução. Acredita-se que as alterações nas estruturas nervosas relacionadas à aquisição de memórias implícitas ocorram de forma cumulativa, i.e., a cada tentativa em que a tarefa é desempenhada e mobiliza essas estruturas nervosas; o conhecimento contido neste tipo de memória manifesta-se pela ativação das estruturas nervosas envolvidas no processo de aquisição, e se expressa sob a forma de desempenho habilidoso da tarefa.

Diversas são as evidências, oriundas de estudos de dissociação, que permitem sub-dividir memórias implícitas em diferentes sub-componentes,

tanto em termos de seus substratos neurais quanto em termos da sua fenomenologia comportamental.(XAVIER, 1996; DASELAAR et al.,2003).

Embora não haja dúvidas quanto à necessidade de um grande número de repetições para o aprendizado de uma habilidade, não é uma tarefa fácil estimar esse número. Recentemente, um grupo de pesquisadores na área de aprendizado se propôs a estabelecer um método que possibilitasse tal façanha. Assim, os autores, utilizando uma tarefa de enumeração, mostraram que quando dentro da sessão, o número de repetições atinge o que é chamado de “ponto de saturação”, ou seja, mesmo com a continuidade do treino, não se observam mais ganhos no desempenho, não há perdas no desempenho após o término do treino. Pelo contrário, são observados ganhos adicionais decorrentes da consolidação do processo associados ao sono. Caso o treino seja interrompido antes do “ponto de saturação”, não são observados ganhos adicionais e o desempenho atingido pode apresentar regressão. Este ponto seria individual e específico para cada tipo de tarefa (HAUPTMANN e KARNI, 2002; HAUPTMANN et al., 2005).

Paralelamente, outros estudos mostraram que, além da quantidade, a distribuição das repetições no tempo também pode interferir no aprendizado. Mackay et al. (2002) e Dail et al. (2004) mostraram que a prática distribuída, i.e., treino dividido em várias sessões, foi mais eficiente que a prática maciça, i.e., em uma única sessão de treino.

Diferente da questão sobre a importância da repetição para o processo, a discussão sobre outra característica importante do aprendizado, a especificidade para os parâmetros treinados, não encontrou um consenso.

Apesar de estudos defenderem a especificidade do processo (KARNI, 1995, WILLINGHAM et al., 2000), Hikosaka et al. (1995), num estudo com dois macacos em uma tarefa a qual denominou "Tarefa 2x5", onde os macacos eram treinados a desempenhar movimentos de pressionar botões luminosos em diferentes seqüências, verificou que (1) inicialmente, o aprendizado é específico para a seqüência treinada, observado durante uma única sessão de treinamento, (2) mais tardiamente o aprendizado pode se generalizar para tarefas similares, o que é observado por meio da melhora do desempenho em novas seqüências nunca treinadas. Os resultados mostraram que os macacos alcançaram uma melhora rápida do desempenho para seqüências específicas com um curto período de treinamento (menos que 5 minutos), que não se mantinha até o próximo dia, e que melhoraram progressivamente seu desempenho com a prática diária durante 30 dias. Já o aprendizado de seqüências inéditas dentro das mesmas condições de teste, apresentou uma melhora lenta, podendo ser observada apenas depois de vários dias de treinamento com novas seqüências. Baseados nessa dissociação, os autores propuseram a existência de dois níveis diferentes de aprendizado. Um relacionado com os aspectos motores da tarefa (responsável pela retenção da velocidade para seqüências treinadas), mantida por períodos mais longos de tempo e, outro relacionado com os aspectos de procedimentos da tarefa (responsável pela seleção das respostas), mantida por períodos mais curtos tempos. Hikosaka et al. (1999) propuseram um modelo para o aprendizado de tarefas motoras segundo o qual as informações sensório-motoras de cada um dos elementos envolvidos na tarefa seriam gradualmente substituídas por

informações sobre as seqüências de movimentos necessárias para a tarefa. Isso possibilitaria que uma seqüência de movimento já adquirida pudesse ser utilizada como elemento para o aprendizado de uma nova seqüência. Assim, a memória de múltiplas seqüências poderia ser combinada de diferentes formas, para produzir um novo comportamento, mais complexo.

Apesar de o aprendizado motor ser processado de forma implícita, não há dúvidas que vários processos cognitivos conscientes incrementam o seu desenvolvimento. Willingham (1998) estabeleceu um modelo de aprendizado motor denominado COBALT (*control-based learning theory*), o qual aplica três princípios básicos ao processo de aprendizado motor: (1) o princípio da dissociabilidade, que propõe que diferentes componentes cognitivos e motores sejam processados em diferentes áreas cerebrais; (2) o princípio da representação distinta, que propõe que os diferentes componentes envolvidos no processo utilizam diferentes formas de representação neural e (3) o princípio do modo duplo, que propõe que um ato motor pode ser executado de forma consciente, no qual todas as etapas envolvidas no processo são controladas conscientemente com grande dispêndio de atenção, ou de forma inconsciente, ou seja, automática, com pouco envolvimento da atenção, no qual apenas a escolha da estratégia é controlada conscientemente, forma pela qual a grande maioria dos movimentos é executada. Embora o autor reconheça que a forma consciente esteja mais presente nos estágios iniciais do aprendizado podendo ser lentamente substituída pela forma inconsciente, ele defende a idéia que as duas formas de operação sejam possíveis conforme a natureza e contexto da tarefa. De acordo com esse modelo o processo de



aprendizagem teria quatro etapas: (1) a escolha da estratégia onde o objetivo do movimento é identificado, que envolve o córtex frontal dorsolateral, (2) a integração percepto-motora onde os parâmetros do movimento são selecionados, que envolve o córtex pré-motor e o lobo parietal posterior, (3) a programação das seqüências de movimento, que envolvem a área motora suplementar e os núcleos da base, e finalmente (4) o processo dinâmico onde o movimento é executado por meio de um novo modelo espacial e temporal de atividade muscular, que envolve a medula espinhal.

Em congruência, Brown (1999) sugeriu a existência de dois possíveis sistemas de processamento e que as informações obtidas por meio de um deles podem ser acessadas de alguma forma pelo outro. Um desses sistemas envolve o nível cortical, consciente, e predomina nas fases iniciais do aprendizado. O outro é processado em nível subcortical (com destaque para o estriado), de forma inconsciente e, gradualmente, substitui a forma consciente até que o desempenho se torne automático. Poldrack et al. (2001), mostraram por meio de um estudo em 40 participantes normais, com a utilização de Ressonância Magnética Funcional durante o aprendizado de uma tarefa de pressionar um entre dois botões, que o aprendizado envolve a competição entre os dois sistemas de memória humana: (1) o declarativo evidenciado pela atividade no lobo temporal medial, e (2) o não-declarativo, evidenciado pela atividade no estriado. A competição entre esses dois sistemas refletiria mecanismos adaptativos que serviriam para aperfeiçoar o aprendizado conforme a demanda da tarefa. Quando a tarefa exigisse regras flexíveis, o sistema, preferencialmente, ativado seria o declarativo e quando o aprendizado

seguisse regras específicas, envolvendo respostas associativas rápidas e automáticas entre estímulo e resposta, o sistema, preferencialmente, ativado seria o não-declarativo.

Lagarde et al. (2002), também mostraram a interação entre o sistema implícito e explícito, por meio de um estudo sobre o aprendizado de uma tarefa de preensão, com 33 sujeitos adultos, onde as instruções explícitas fornecidas aos sujeitos melhoraram seu desempenho, ou atenuaram os déficits motores durante o aprendizado motor implícito.

Muitos trabalhos têm investigado quais áreas do sistema nervoso estão envolvidas no aprendizado. Atualmente, é bem conhecida a participação de estruturas subcorticais, como cerebelo e núcleos da base, sendo que há evidências de que diferentes partes dessas estruturas participam de diferentes fases do processo.

Honda et al. (1998), num estudo com 21 voluntários saudáveis, de 20 a 52 anos, examinaram o envolvimento de diferentes regiões cerebrais por meio do uso do PET, numa tarefa de aprendizagem de movimentos seqüenciais, procurando por áreas relacionadas com o sistema explícito e implícito. Os autores observaram que a atividade na região frontoparietal estava correlacionada com a correta recuperação da seqüência, uma medida de aprendizado explícito, onde os sujeitos desenvolveram consciência sobre a seqüência. Já a atividade na região central, mais especificamente na área motora suplementar contralateral, mostrou correlação com o tempo de reação durante a fase de aprendizado implícito, fase que eles chamaram de pós-aprendizado.

Atualmente, com a ampliação na utilização científica das técnicas de imageamento cerebral, numerosos estudos têm confirmado a participação de áreas corticais e subcorticais no processo de aprendizado motor. Sumariamente, identifica-se: (1) fase inicial, na qual o desempenho é lento, incerto e com grande dependência atencional, o envolvimento do córtex frontal dorso-lateral, área pré-motora suplementar, córtex pré-motor, córtex cingulado, região anterior dos núcleos da base e cerebelo e (2) fase tardia, quando há melhora expressiva do desempenho da tarefa que passa a ser realizada de forma automática, observa-se a ativação da região médio-posterior dos núcleos da base, região do sulco intraparietal, precuneos, área motora suplementar e cerebelo. Além do cerebelo, como área comum de ativação tanto nas fases iniciais quanto nas finais do aprendizado (porém mais ativo nas fases iniciais) e os núcleos da base (mais ativos nas fases finais), o córtex somatossensorial e motor primário, também são ativados nesses dois estágios do aprendizado como descrito por Lu et al. (1998) onde as regiões dorsal e central do núcleo denteado do cerebelo estariam envolvidas na estocagem, isto é, na memória de seqüências aprendidas, pois a injeção de muscimol nestes locais promoveu severos prejuízos na execução da tarefa aprendida, porém não afetou o desempenho de novas seqüências. A injeção nas regiões ventral e lateral do núcleo denteado e nos núcleos interpósito e fastigial não afetou o desempenho da tarefa, a não ser pela lentificação dos movimentos da mão ipsilateral à injeção de muscimol. Além do cerebelo e dos gânglios da base, o processo de aprendizagem motora envolve modificações nas redes neurais corticais envolvidas na tarefa. (RAYMOND et al. 1996; HALLET; GRAFFMAN, 1997;

DOYON et al. 1998; TONI et al. 1998; HIKOSAKA et al. 1999 e 2002; DOYON et al. 2003).

Em síntese, o aprendizado motor faz parte do sistema de procedimentos cujas características são a aquisição lenta, baseada na experiência e evidenciada pela melhora no desempenho. Inicialmente há a demanda dos sistemas de retro-alimentação e atenção que se tornam menos participativos após a automatização do processo. Nessa fase acredita-se que o treinamento tenha permitido a elaboração e consolidação de um programa motor que pode antecipar os parâmetros do movimento.

O conceito de programa motor emerge das teorias que buscaram elucidar o processo de aprendizagem motora, dentre elas a Teoria do Esquema, elaborada por Schmidt em 1975, para aquisição de habilidades discretas (tarefas de curta duração, e com início e fim determinados, tais como: chute, salto, arremesso, etc). Essa teoria baseia-se em dois pressupostos centrais: o conceito de programa motor generalizado e o conceito de esquema.

Programa motor generalizado (PMG) é “uma estrutura abstrata da memória que governa uma dada categoria de movimentos, a qual requer um padrão comum” (SHAPIRO e SCHIMIDT, 1982 apud FREUDENHEIM, 2005). Segundo Schmidt, os programas motores não conteriam, portanto, características específicas dos movimentos, mas a representação da estrutura da ação (*timing relativo* e força relativa) adquirida durante o aprendizado, que pode ser aplicada a diversos contextos (SCHUMWAY-COOK e WOOLACOTT, 2003). Além do PMG, com a prática, o sujeito desenvolve também regras que permitem com que a ação possa ser executada de acordo com a demanda, o

que é conhecido como esquema. Para isso, após executar um movimento, quatro aspectos são armazenados na memória: (1) condições iniciais de movimento (fatores gerais a respeito do sujeito e objeto); (2) parâmetros utilizados no programa motor generalizado; (3) efeito do movimento em termos de conhecimento de resultados; (4) as conseqüências sensoriais do movimento. Essas informações abstratas são armazenadas na forma de um esquema de lembrança (motor), utilizado para selecionar uma resposta específica (produção do movimento), e um esquema de reconhecimento (sensorial) utilizado para avaliar a resposta (correção), ambos sendo componentes do esquema da resposta motora. Como essas regras são capazes de fornecer diretrizes para um conjunto de variações de respostas, os parâmetros e/ou conseqüências sensoriais de uma situação particular poderiam ser estimadas mesmo que o movimento nunca tenha sido executado anteriormente.

O aprendizado seria portanto, um processo contínuo de atualização desses esquemas e a prática levaria ao fortalecimento desses esquemas, permitindo a generalização do programa motor (FREUDENHEIM, 2005; SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 2003; SCHIMIDT, 2003, CLARK e OLIVEIRA, 2006).

Baseando-se nos mesmos princípios de que haveria uma representação neural dos movimentos, porém elucidando algumas questões pendentes na Teoria do Esquema, um conceito mais recente foi proposto: o conceito de Modelos Internos.

Esta teoria explica, dentre outras coisas, como ocorre o aprendizado na ausência da execução do movimento, questão não explicada pela teoria anterior, como a aprendizagem por meio da prática mental baseada na imaginação motora, uma vez que não existem as informações intrínsecas ou extrínsecas necessárias para formar o esquema (SHERWOOD e LEE, 2003). Além disso, fornece informações mais consistentes do papel da cognição para o aprendizado. A prática mental pode ser definida como um processo ativo durante o qual a representação específica de uma ação é reproduzida internamente pela memória de trabalho ou operacional, sem nenhum *output* motor correspondente (DECETY e GRÉZES, 1999).

Segundo os resultados obtidos por Jackson et al. (2003), o aprendizado de seqüências motoras após treinamento com imaginação motora (seqüências de 10 elementos de movimentos dos pés - dorsiflexão ou flexão plantar) produziu alterações funcionais encefálicas semelhantes às encontradas após a prática física da mesma tarefa, com redução significativa do tempo de reação para execução da tarefa pós-prática mental para a seqüência treinada em relação à randômica. Segundo os autores, esse tipo de treinamento estaria mais relacionado a processos não conscientes de reparação/antecipação dos movimentos envolvidos na seqüência motora do que à execução em si.

Lacourse et al (2005) sugerem que os dados encontrados quanto ao padrão de atividade cerebral, tanto para tarefas novas quanto aprendidas, fornecem evidência de que as técnicas de prática mental baseadas da imaginação motora seriam eficazes na aquisição de novas habilidades motoras

assim como na retenção/reaprendizado de habilidades necessárias aprendidas durante a reabilitação neurológica.

Gentili (2006) investigou se os efeitos positivos da imaginação motora se aplicariam a tarefas mais complexas, que exigissem o controle dinâmico da ação (no caso deste estudo, pela variação da gravidade e da inércia do movimento), e se os indivíduos seriam capazes de generalizar a tarefa para uma situação não treinada. Como resultado, apesar da melhora do desempenho ter sido maior para o grupo que realizou a prática física, ela foi significativa para ambos os grupos. Já a quantidade de generalização foi igual para os grupos de prática mental e prática física.

Segundo o autor, estes dados podem ser explicados dentro do conceito de modelos internos, no qual o processo de imaginação motora seria parte das representações motoras, e estaria relacionado a níveis superiores do sistema nervoso central, envolvidos na preparação e predição motoras, o que permite a transferência do que foi aprendido para tarefas similares, desde que contenham o mesmo modelo interno já adquirido. Isto evidencia que os dois tipos de prática compartilhariam mecanismos cognitivos similares e, mais do que isso, demonstra o importante papel de mecanismos cognitivos no aprendizado sensório-motor. Um modelo interno é uma representação neural da dinâmica e da cinemática do movimento, por meio do qual o sistema nervoso é capaz de prever as interações físicas dinâmicas do membro e o meio externo e, a partir disso gerar comandos motores, permitindo, portanto, que se adapte a diversas situações (SHADMEHR, 2004; TIN e POON, 2005).

Sendo assim, padrões de generalização seriam característicos dos sistemas neurais que processam modelos internos. A aquisição da memória do modelo interno é apenas o primeiro passo na seqüência de eventos que, pode ou não, resultar numa representação a longo-prazo daquela memória motora. Sendo assim, o modelo interno muda não apenas durante a sessão de treinamento, mas também nas horas subseqüentes.

A memória motora parece progredir gradualmente a partir de um estágio frágil para um estágio mais resistente à presença de outra tarefa subseqüente (SHADMEHR, 2004). Além dos dados obtidos com prática mental por imaginação motora, estudos que discutem a existência de representações de uma tarefa independente do efector fortalecem a existência de modelos internos (BAPI et al, 2000; van MIER e PETERSEN, 2006).

Se entendermos a cognição como uma função que nos permite controlar as ações pró-ativamente, por basear-se em regras e representações de eventos (von Hofsten, 2004), fica fácil deduzir porque não podemos pensar em ação sem pensar em cognição e porque a cognição estaria, conseqüentemente, diretamente relacionada à aprendizagem motora. Nossos movimentos são organizados sob forma de ações e não reações. Isto implica, portanto, em planejamento com um objetivo/alvo definidos. Para planejarmos uma ação devemos ser capazes de extrair as informações mais relevantes sobre o que deve acontecer a seguir, de entender as regras que governam os eventos (ou tarefas), e de representar eventos que não estão diretamente acessíveis aos nossos sentidos (VON HOFSTEN, 2007). De fato, [Hasband e Lange \(2006\)](#) também descreveram as fases do aprendizado motor. Durante a fase inicial do



aprendizado, os indivíduos, por tentativa e erro, buscam o movimento esperado a partir de uma nova correlação entre a pista sensorial e o correto comando motor. A partir disso, devem decidir o movimento seguinte e, utilizando as informações adquiridas com a retroalimentação - caso haja - guardar a resposta na memória. Sendo assim, o estabelecimento de uma nova associação sensoriomotora arbitrária – necessária durante o aprendizado por tentativa e erro - está relacionada à atenção (na identificação das pistas necessárias), à tomada de decisão e seleção de movimentos, ao processamento do feedback sensorial e à memória operacional. Uma vez encontrado o padrão certo de movimento, um novo mapa sensoriomotor é gerado, porém os estímulos sensoriais ainda devem ser mantidos na memória operacional a fim de serem traduzidos no correto *output* motor. Por estes motivos, nesta fase os movimentos são lentos e imprecisos, sendo a retroalimentação e o processamento atencional de grande importância. Dessa forma a “cognição motora” surge da interação entre percepção e ação, provavelmente mediada por modelos internos, nos permitindo, assim, antecipar as conseqüências das nossas ações (JACKSON e DECETY, 2004).

No entanto, para cada modo de ação que é desenvolvido, surgem novos problemas prospectivos da construção do movimento, que requerem tempo para que sejam descobertos modos de resolvê-los.

A aprendizagem motora pode ser entendida, então, como o processo de construção dessas representações internas, no qual os aspectos cognitivos teriam grande importância, e que, com o treino, viabilizariam um melhor

desempenho da tarefa por tornarmos cada vez mais capazes de controlar nossos movimentos ao invés de corrigi-los.

## 2.4. Cognição e escolaridade

Vários estudos têm demonstrado a relação entre nível educacional e desempenho em várias medidas neuropsicológicas.

Finlayson, Johnson e Reitan (1977) aplicaram uma série de testes neuropsicológicos em adultos saudáveis e com dano cerebral. Seus resultados mostraram que o nível educacional dos sujeitos influencia significativamente no desempenho de testes neuropsicológicos, particularmente na população normal.

Da mesma forma, Cornelius e Caspi (1987) num estudo com 126 sujeitos saudáveis de diferentes idades (20 a 78 anos), observaram que o nível educacional tem uma relação substancial com o desempenho de testes verbais. Heaton et al. 1986; Bornstein e Suga 1988, compararam o desempenho de sujeitos saudáveis por meio de testes neuropsicológicos em três diferentes idades (< 40, 40-59, >60 anos) e em três níveis educacionais diferentes (9,13 e 17 anos de educação), eles encontraram efeitos significantes relacionados ao nível de escolaridade em todos os testes aplicados, apenas foi relacionado à idade, o teste de velocidade psicomotora.

Em 1985, Ostrosky et al., na cidade do México, aplicaram uma bateria de testes neuropsicológicos em 109 sujeitos de dois níveis sócio-culturais diferentes. Os indivíduos com nível sócio-cultural mais alto foram melhores em todas as sessões da bateria de testes. Analisando os dados os autores encontraram que os itens mais sensíveis ao nível sócio-cultural são aqueles os quais envolvem o uso de aspectos conceituais complexos de linguagem e organização de seqüências motoras. Confirmando estudos anteriores como o de Cameron, Currier e Haerer (1971)

que relataram diferenças na organização cerebral da linguagem entre alfabetizados e analfabetos.

Morais et al. (1979) estudaram analfabetos adultos e ex-analfabetos numa tarefa de manipulação de fonemas. Os autores encontraram melhor capacidade de omitir e adicionar fonemas entre os ex-analfabetos, sugerindo que a aquisição da leitura é fundamental para impulsionar o desenvolvimento da alça fonológica.

Mais tarde, Lecours et al. (1988) estudaram 188 sujeitos com Acidente Vascular Encefálico por meio de testes de nomeação de palavras, repetição de palavras ou de figuras. Os sujeitos eram totalmente analfabetos ou tinham recebido no máximo 4 anos de educação. Eles observaram que, nas tarefas de repetição, não houve influência do fator educacional. Embora, tenha havido algum grau de dificuldade com “caça-palavras” ou uma redução na evocação da fala, como também, na produção de fonemas nos sujeitos com baixo nível de escolaridade.

Para avaliar a necessidade da maturidade do sistema fonológico, Morais e Content (1988) treinaram adultos analfabetos portugueses na tarefa de omissão inicial de fonemas, a qual se relaciona com a alça fonológica. Por exemplo, a palavra “fak” deveria tornar-se “ak” após a retirada do fonema inicial. Apesar do desempenho alterado no início da tarefa, 69% dos participantes aprenderam a realizar a omissão do fonema no final do teste. Essa capacidade de aprendizagem foi mais fácil para os adultos do que para as crianças em idade pré-escolar. Esses achados sugerem que a maturação do

sistema fonológico pode estar envolvida no processo de alfabetização. (GATHERCOLE e BADDELEY, 1993)

Em 1998, Castro-Caldas et al., em um estudo com mulheres portuguesas por meio de imageamento por emissão de pósitrons, estudaram a ativação cerebral numa tarefa de repetição de palavras e pseudopalavras em alfabetizados e analfabetos. Os autores encontraram evidências, que confirmam achados comportamentais descritos anteriormente, em relação às diferenças no processamento fonológico em sujeitos analfabetos. Durante a repetição de palavras, os dois grupos obtiveram *performance* similar, e ativaram as mesmas áreas cerebrais. Em contraste, sujeitos analfabetos tiveram maior dificuldade para repetir pseudopalavras corretamente, e não ativam as mesmas estruturas neurais como os alfabetizados.

Os autores concluíram que esses resultados são condizentes com a hipótese de que aprender a forma escrita da linguagem (ortografia) influencia o funcionamento da linguagem oral; e, que aprender a ler e escrever durante a infância influencia na organização funcional do cérebro humano adulto.

Dessa forma, é possível concluir que existem diferenças no funcionamento cerebral de analfabetos e alfabetizados. Pode-se concluir que a alfabetização possibilita o conhecimento da estrutura fonológica da linguagem oral, favorecendo também o desenvolvimento do sistema fonológico. Então, parece que a alfabetização influencia a memória operacional e colabora com o seu desenvolvimento ao fornecer aos indivíduos o conhecimento explícito sobre as tarefas de adição, omissão e substituição de fonemas, além de possibilitar a criação e a repetição de não palavras.

Além das dificuldades com as tarefas que exigem a análise, omissão e adição de fonemas em adultos analfabetos e crianças disléxicas, Gathercole e Baddeley (1993) e Morais et al. (1987) também observaram dificuldades desses indivíduos para realizar tarefas que envolvem a memória de dígitos.

Mais tarde, Reis et al. (2001), demonstraram a dificuldade de indivíduos idosos em nomear objetos sob forma de desenho ou fotografia, mas não o próprio objeto, mostrando segundo os autores, que o desempenho em tarefas de nomeação visual é principalmente dependente dos sistemas de reconhecimento visual e processamento de linguagem, bem como a interação ou interface entre esses sistemas. Em paralelo com a aquisição de conhecimento ortográfico na escola, os sujeitos alfabetizados praticam a tarefa de interpretar representações esquemáticas em duas dimensões, o que torna os sujeitos alfabetizados mais familiarizados em decodificar e interpretar informações em duas dimensões.

A nomeação de objetos por confrontação visual depende da adequada percepção da forma, do acesso a um conhecimento semântico e visual prévios para o reconhecimento, de acesso ao léxico mental, e finalmente da organização articulatória da resposta verbal. Portanto, a educação formal e o aprendizado da leitura e escrita, modulam o sistema cognitivo, envolvido em vários processos como a nomeação de representações em duas dimensões de objetos reais.

Cavalcante, (2004) num estudo de avaliação do desempenho de idosos normais em um protocolo de produção e reconhecimento de gestos, verificou que a escolaridade influenciou no desempenho dos indivíduos nos protocolos

de produção e no protocolo de reconhecimento de gestos, onde os indivíduos com menor nível de escolaridade tiveram um desempenho pior quando comparados aos idosos de maior nível de escolaridade. A autora discute que o baixo grau de instrução pode ser associado a uma dificuldade maior de se realizar gestos fora do contexto, uma vez que o repertório de gestos pode ser menor e esse fator gerar uma dificuldade maior para evocar a representação correta da postura da mão. A escolaridade também influenciou no resultado final do reconhecimento gestual.

Observando a influência da escolaridade em funções cerebrais como a linguagem e a memória operacional, Nitrini et al. (2005), em uma tarefa motora (Luria's fist-edge-palm) testou 966 indivíduos idosos, com o objetivo de investigar a influência da escolaridade numa tarefa aparentemente não-influenciada pela educação formal.

Cinquenta e oito, dos 238 analfabetos foram incapazes de reproduzir a seqüência de movimentos, e os indivíduos analfabetos que conseguiram realizar a tarefa, precisaram de um número maior de apresentações em relação com os indivíduos alfabetizados, para realizar a atividade adequadamente.

A hipótese dos autores para explicar esses achados está baseada na necessidade de usarmos 2 estratégias para imitar a seqüência de gestos. Uma é baseada na análise visual (sensorial) do gesto, com a transformação do *input* sensorial para a representação motora. A outra é baseada na interpretação verbal do gesto. (Para realizar o gesto, transformamos em símbolos verbais "fist-edge-palm"). A capacidade para transformá-los em símbolos verbais é provavelmente reforçada pela educação formal. Assim, os indivíduos com maior nível educacional poderiam usar as duas estratégias para reproduzir a seqüência motora, enquanto que os analfabetos só poderiam dispor da análise sensorial do gesto.

No mesmo ano, Kulaif (2005), usando o teste de cores e palavras de Stroop, instrumento de estabelecida reputação e amplamente utilizado na prática neuropsicológica como medida de atenção seletiva, realizou um estudo com 30 indivíduos analfabetos e 30 indivíduos com escolaridade até a 4ª. série do ensino fundamental. A autora modificou o teste original para aplicá-lo em indivíduos sem capacidade de leitura, utilizando uma tarefa de números. Ambos os grupos realizaram a tarefa, porém os resultados demonstraram que a tarefa de números, produziu um efeito de interferência que não depende da capacidade de leitura, evidenciado pelo maior tempo gasto pelo grupo de indivíduos analfabetos, em relação ao grupo de indivíduos com escolaridade até a 4ª. série. A autora discute os resultados de forma semelhante à Nitrini et al. (2005), relacionando os achados às evidências de que a nomeação seqüencial de elementos verbais está fortemente relacionada com as habilidades de leitura.

Em razão das evidências da influência da escolaridade nas funções cerebrais, como as funções executivas, funções de linguagem, de memória operacional e de produção de gestos, é possível imaginar, que a escolaridade também influencie na aprendizagem de novos movimentos, uma vez que o aprendizado motor é identificado em diversas áreas do cérebro.

### **3.0. OBJETIVO**

#### **3.1 Geral:**

- Investigar, por meio da análise do desempenho motor em uma tarefa de oposição de dedos, treinada durante oito sessões, se há diferenças no processo de aprendizagem motora entre idosos de diferentes níveis de escolaridade.

#### **3.2 Específico:**



- Verificar se há diferenças no processo de aprendizagem motora em idosos de diferentes níveis de escolaridade, tomando como medida de desempenho a velocidade e a acurácia, antes e depois de oito sessões de treino.

- Verificar se há diferenças no processo de generalização da aprendizagem de uma seqüência de movimentos a sua reversa, após oito sessões de treino.

## **4.0. CASUÍSTICA E MÉTODO**

### **4.1. Sujeitos**

O desenho do estudo englobou o treinamento de 42 sujeitos selecionados randomicamente de uma mesma comunidade de idosos, com idade igual ou superior a 60 anos, sendo 25 do sexo feminino e 20 do sexo masculino. Estes foram divididos em dois grupos, conforme tabela abaixo (tabela 1): um GRUPO DE BAIXA ESCOLARIDADE (GBE), com idade média de 66 e DP 5,4 e o outro GRUPO DE ALTA ESCOLARIDADE (GAE), com idade média de 68,3 e DP 6,1 todos destros. O grupo de baixa escolaridade compreendia os sujeitos com escolaridade de 1 a 7 anos e o grupo de alta escolaridade os sujeitos de 8 anos de escolaridade ou mais. Foram considerados com um ano de escolaridade aqueles sujeitos que informaram que não haviam cursado um ano de escola formal, mas que sabiam ler e escrever frases.

Todos os sujeitos foram submetidos à avaliação cognitiva breve por meio do Mini-Exame do Estado Mental (FOLSTEIN et al. 1975; BRUCKI et al. 2003). (ANEXO A) Foram excluídos do estudo aqueles que apresentaram pontuação no MEEM menor que 21 para aqueles que freqüentaram a escola de 1 a 3 anos, 24 para os sujeitos com escolaridade de quatro a sete anos e 26 para aqueles com escolaridade superior a sete anos. Não foram incluídos no estudo sujeitos que fizessem uso de drogas com ação sobre o sistema nervoso central bem como aqueles com história de abuso de álcool, e que apresentassem distúrbios visuais e/ou auditivos sem correção, além daqueles que apresentassem história de doença neurológica e/ou psiquiátrica prévia, conforme dados de história clínica. Sujeitos especialmente habilidosos em movimentos de dedos como músicos ou digitadores também foram excluídos do estudo. Os indivíduos que participaram do estudo eram oriundos do Centro Educacional e Esportivo Joerg Bruder da Prefeitura do Município de São Paulo.

Todos os participantes foram informados sobre o objetivo do estudo e dos procedimentos a serem realizados, só fazendo parte aqueles que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – HCFMUSP. (ANEXO B)

Tabela 1 – **Característica dos participantes:**

<b>Escolaridade</b>	<b>Idade</b>	<b>Número de</b>
<b>Sujeitos</b>		

---

GBE 1-7 anos	60-74 anos	22 (12 F – 10 M)
--------------	------------	------------------

---

GAE 8 ou mais	≥ 75 anos	20 (13F - 7 M)
---------------	-----------	----------------

#### 4.2. Local

Laboratório de Aprendizado Sensório-Motor do Centro de Docência e Pesquisa da Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

#### 4.3. Materiais

1. Luvas de procedimento hospitalar.
2. Cadeira, na qual o sujeito se ajustava da maneira que lhe fosse mais confortável.
3. Mesa, para que o sujeito apoiasse seu membro superior da maneira mais confortável para realizar a tarefa.
4. Uma cabine especial que garantia a redução de interferências auditivas e visuais do ambiente
5. Fitas adesivo-metálicas coladas nos dígitos das luvas de procedimento hospitalar, às quais cabos eram conectados.
6. Cabos de conexão luva-computador, para o registro do desempenho (Figura 2).
7. **Um computador cuja programação permitia o controle do desempenho dos movimentos de oposição de dedos.**



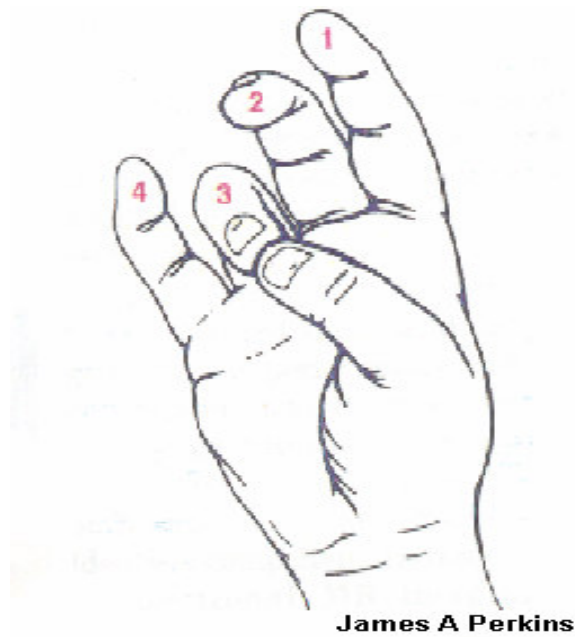
**Figura 1:** Mão preparada para o registro dos movimentos de oposição dos dedos. Os cabos se conectam, através de uma interface, a um microcomputador programado para registrar o contato entre o polegar e os demais dedos.

#### 4.4. Procedimentos

**A seqüência de eventos envolvidas no procedimento do presente estudo pode ser visualizada na Figura 13.**

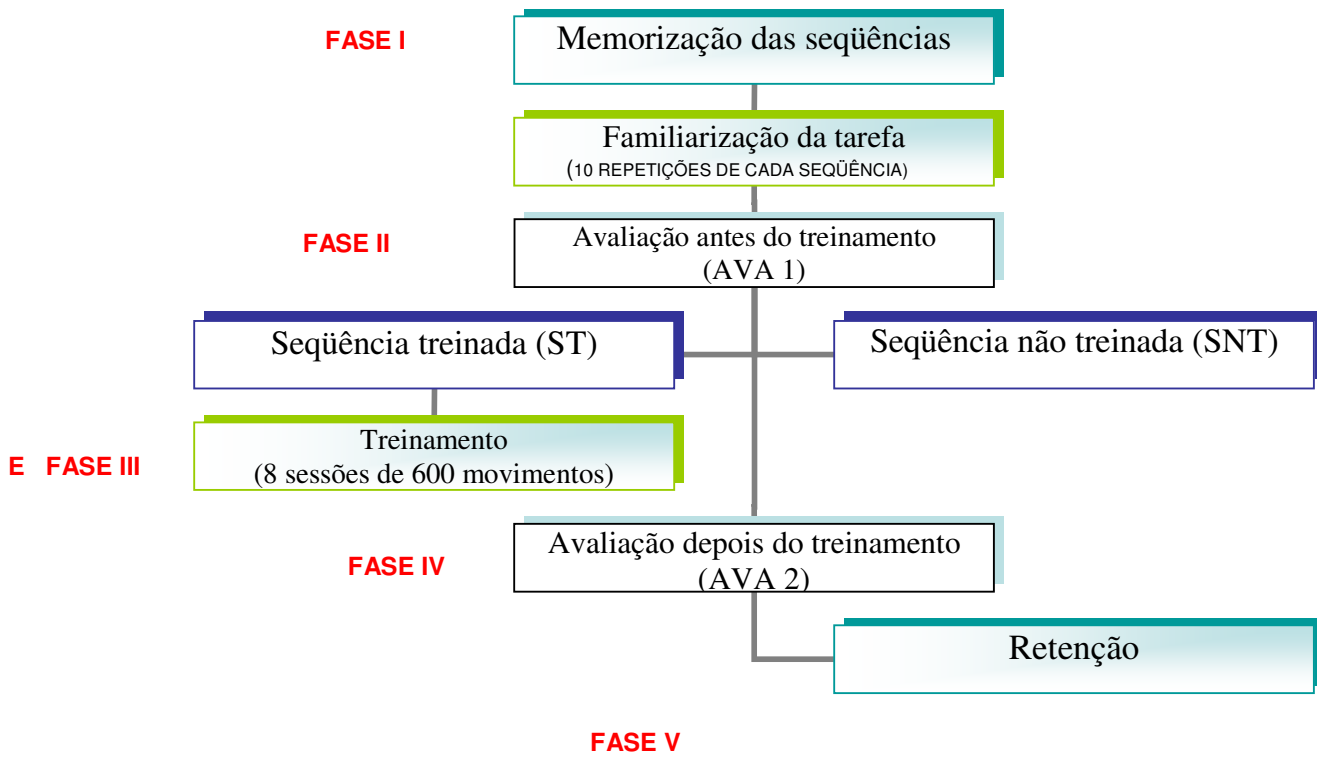
##### 3.4.1 Apresentação da tarefa

A tarefa consistiu de movimentos seqüenciais dos dedos, em oposição, sendo que todos os sujeitos realizaram a tarefa com a mão dominante. Os dedos foram numerados de 1 a 4 (do dedo “indicador” ao “mínimo”), sendo que o primeiro dedo anatômico (“polegar”) não recebeu numeração devido aos movimentos serem realizados em função dele. Sendo assim, o segundo dedo anatômico (“indicador”) foi designado número 1, o terceiro dedo (“médio”), o número 2, o quarto dedo (“anelar”), o número 3 e o quinto dedo (“mínimo”), o número 4 (figura 3).



**Figura 2:** Representação esquemática da situação de oposição de dedos conforme Karni (1995), mostrando a oposição com o dedo “anelar” (que recebeu a numeração 3).

**Figura 3:** Representação esquemática da metodologia pode ser visualizada na figura abaixo:



#### 4.4.1 Fase I: aprendizagem explícita da tarefa



Foram apresentados aos sujeitos dois cartões, nos quais estavam escritas as seqüências numéricas a serem memorizadas. As seqüências eram iniciadas e finalizadas com a oposição do primeiro (“polegar”) e quinto dedo (“mínimo”), sendo que uma era a reversa da outra de forma que dos cinco submovimentos envolvidos, apenas o último era comum às duas seqüências (tabela 1).

Após 2 minutos, a retenção das seqüências foi verificada por meio da evocação verbal.

**Tabela 2:** Demonstração dos diferentes componentes das seqüências, exceto a última:

Subcomponentes	Seqüência ST	Seqüência SNT
	4*1*3*2*4	4*2*3*1*4
subcomponente 1	4 * 1	4 * 2
subcomponente 2	1 * 3	2 * 3
subcomponente 3	3 * 2	3 * 1
subcomponente 4	2 * 4	1 * 4
subcomponente 5	4 * 4	4 * 4

#### 4.4.2 FASE II: avaliação antes do treinamento (AVA 1)

Após a seqüência ser memorizada, os participantes realizaram 10 repetições de cada seqüência para a familiarização com a tarefa motora. Então, seu desempenho nas seqüências foi reavaliado.

As avaliações foram realizadas em sessões individuais, em uma sala com boa luminosidade e com baixo ruído, com os participantes confortavelmente sentados em uma cadeira com braços, dentro de uma cabine com anteparos lateral e frontal, com os membros superiores apoiados sobre uma mesa.

Assim, foi realizada a primeira avaliação do desempenho motor na qual, durante um minuto, os indivíduos deveriam realizar a oposição dos dedos conforme a seqüência treinada (ST), de forma mais acurada e rápida possível. O mesmo teste foi realizado para a seqüência não-treinada (SNT).

#### 4.4.3 Fase III: aprendizagem implícita por meio do treino

Após a primeira avaliação:

Ambos os grupos realizaram duas sessões de treinamento de apenas uma das seqüências, denominada como seqüência treinada (ST), duas vezes por semana, durante quatro semanas, totalizando um total de 8 sessões.

A outra seqüência, que não recebeu treinamento, foi então denominada de seqüência não treinada (SNT) A distribuição das seqüências entre ST e SNT foi randômica.

As sessões eram individuais e compostas por um único bloco de 600 movimentos de oposição de dedos, seguindo a ST, o que possibilitava a realização de 120 seqüências.

O treinamento era realizado sob as mesmas condições da avaliação inicial (AVA1), inclusive a orientação para que os movimentos fossem realizados da forma mais acurada e rápida possível.

Antes do início da sessão era solicitado aos participantes que evocassem verbalmente a seqüência numérica que representava a ST. Caso o participante apresentasse qualquer erro, era imediatamente corrigido com o auxílio do cartão usado para a memorização da tarefa, no início dos procedimentos. Então era novamente checada a memorização da seqüência, a fim de se dar início a sessão de treino.

Durante a sessão era permitido que o participante realizasse quantas pausas considerasse necessário para descansar os dedos.

Caso o participante não comparecesse a uma das sessões, essa era repostada dentro da mesma semana.



**Figura 4:** Foto de um sujeito simulando o treinamento.

#### 4.4.4. **FASE IV:** avaliação após o treinamento (AVA 2)

Imediatamente após o término das oito sessões de treino, o desempenho para a seqüência que recebeu treinamento (ST) e para a que não recebeu treinamento (SNT) foi reavaliado, sob as mesmas condições da avaliação 1, 1 minuto para cada seqüência.

#### 4.4.5. FASE V: retenção (RET)

Após 72 horas do término das oito sessões de treinamento, o desempenho para a seqüência que recebeu treinamento (ST) e para que não recebeu treinamento (SNT) foi reavaliado, sob as mesmas condições da avaliação depois do treinamento, 1 minuto para cada seqüência.

### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

No presente estudo foram analisadas as seguintes variáveis:

1. Para medida de tempo de treinamento foi tomado o tempo em segundos para a realização de 600 movimentos, que totalizam 120 seqüências de 5 sub-componentes ST (4-1-3-2-4) ou (4-2-3-1-4), em cada sessão de treinamento (S 1, S 2, S 3, S 4, S 5, S 6, S 7 e S 8) .
2. Para medida de velocidade no treinamento foi tomado o número de seqüências corretas completadas em 1 minuto, em cada sessão de treinamento (S 1, S 2, S 3, S 4, S 5, S 6, S 7 e S 8).

3. Como medida de velocidade foi tomado o número de seqüências corretas completadas em 1 minuto.
4. Para medida de erro absoluto foi tomado o número de seqüências incorretas completadas em 1 minuto.
5. Para medida de acurácia percentual foi calculado o número percentual de seqüências incorretas iniciadas em 1 minuto em relação ao número total de tentativas, para cada avaliação, obtido por meio da fórmula:

$$AP = (\text{número de seqüências incorretas/número total de tentativas}) \times 100$$

Então, após testes para checar normalidade, homogeneidade e independência dos dados, o desempenho durante o treinamento foi analisado por meio de duas ANOVAs 2 X 8, (GRUPO x SESSÃO) sendo o segundo fator medida repetida. A primeira comparação focou o efeito do grupo (GBE e GAE) e as sessões de treinamento (S 1, S 2, S 3, S4, S 5, S 6, S 7 e S 8), sobre o tempo de treinamento. A segunda comparação verificou o efeito do grupo (GBE e GAE) e as sessões de treinamento (S 1, S 2, S 3, S 4, S 5, S 6, S 7 e S8) sobre a velocidade no treinamento.

Em seguida, após testes para checar normalidade, homogeneidade e independência dos dados, os resultados obtidos nas avaliações foram analisados por meio de três ANOVAs 2 X 3 (GRUPO x AVALIAÇÃO). A primeira focou o efeito de grupo (GBE e GAE), e das avaliações (AVA 1, AVA 2 e RET), sendo o último, fator de medidas repetidas, sobre a velocidade. A segunda focou o efeito de grupo (GBE e GAE) e das avaliações (AVA 1, AVA 2 e RET), sendo o último fator de medida repetida, sobre o erro absoluto. E a terceira focou o efeito de grupo (GBE e GAE) e das avaliações (AVA 1, AVA 2 e RET), sendo o último fator de medida repetida, sobre a acurácia percentual.

Finalmente, após testes para checar normalidade, homogeneidade e independência dos dados, os efeitos do treino para a generalização da tarefa foram analisados por meio de três ANOVAs 2X3X2 (GRUPO X AVALIAÇÃO X SEQÜÊNCIA). A primeira focou o efeito de grupo (GBE e GAE), das avaliações (AVA 1, AVA 2 e RET), e das seqüências (ST e SNT), sendo as duas últimas medidas repetidas, sobre a velocidade. A segunda focou o efeito do grupo (GBE e GAE) e das seqüências (ST e SNT) sobre o erro absoluto. E a terceira focou o efeito de grupo (GBE e GAE), das avaliações (AVA 1, AVA 2 e RET) e das seqüências (ST e SNT), sendo as duas últimas fatores de medidas repetidas, sobre a acurácia percentual .

Para ajustar as múltiplas comparações duas a duas, foi aplicado o pós-teste de Scheffé.

O nível de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ .

Toda a análise foi realizada através do programa *Statistic Release 7*.

## 5.0 RESULTADOS

### 5.1 Treinamento

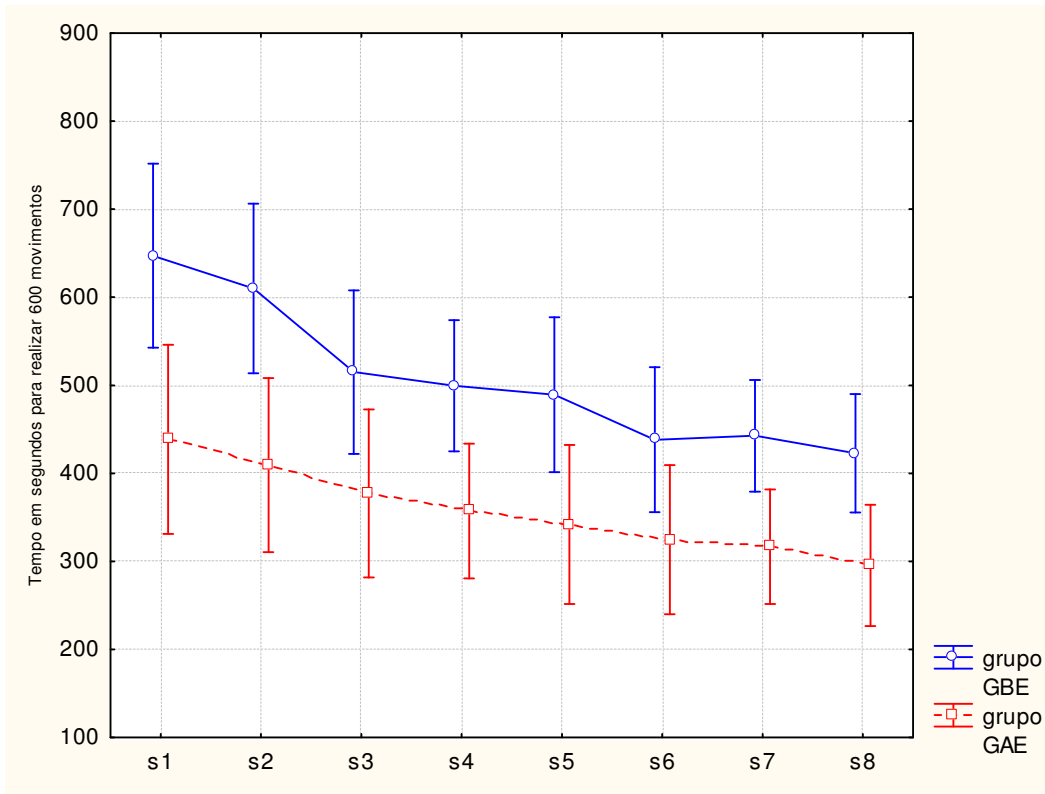
#### 5.1.1 Análise do Tempo de treinamento

A média e desvio padrão dos resultados do tempo de treinamento podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3:** Médias e desvio padrão dos resultados da análise do tempo de treinamento nas sessões (s1,s2,s3,s4,s5,s6,s7,s8), nos dois grupos (GBE e GAE).

		S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4
	Total	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
<b>Grupo</b>	<b>42</b>	445,567	205,566	332,878	227,056	447,973	208,481	430,297	156,020
<b>GBE</b>	<b>22</b>	497,262	269,758	489,894	253,160	421,532	249,186	499,526	185,845
<b>GAE</b>	<b>20</b>	388,560	92,469	340,744	79,578	577,766	82,770	295,500	78,589

Para tempo de treinamento, foi encontrado efeito de grupo, confirmado pelo pós-teste que mostrou um prejuízo significativo no tempo de treinamento no GBE ( $p < 0,01$ ) e de sessão, confirmado pelo pós-teste que mostrou melhora significativa depois do treino, independente do grupo ( $p < 0,001$ ), mostrando que os grupos se comportaram de forma semelhante durante o treinamento.



**Figura 5:** Tempo em segundos para realizar 600 movimentos (expressa na ordenada) entre os dois grupos, em cada sessão de treinamento (expresso na abscissa). As barras verticais representam 95% do intervalo de confiança  $F(7,245)=1,3139, p=0,24411$ . Legenda: A linha azul representa o grupo de baixa escolaridade (GBE) e a linha vermelha o grupo de alta escolaridade. (GAE)



**Tabela 4:** ANOVA 2 X 8 (GRUPO X SESSÃO), sendo medidas repetidas para verificar o efeito do grupo (GBE e GAE) e as sessões (s1, s2, s3, s4, s5, s6, s7 e s8) sobre o tempo de treinamento.

	<i>SS</i>	<i>Degr. of</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Intercept</i>	55421103	1	55421103	271,8566	0,0000001
<b>Grupo</b>	<b>1672503</b>	<b>1</b>	<b>1672503</b>	<b>8,2041</b>	<b>0,007</b>
<i>Error</i>	7135154	35	203862		
<b>Sessão</b>	<b>1085864</b>	<b>7</b>	<b>155123</b>	<b>17,9164</b>	<b>0,0000001</b>
<b>Sessão X grupo</b>	79633	7	11376	1,3139	0,244112
<i>Error</i>	2121253	245	8658		

### 5.1.2 Análise da velocidade durante o treinamento:

A média e desvio padrão dos resultados do número de seqüências corretas realizadas em 1 minuto durante as sessões de treinamento podem ser observados na Tabela 5.

**Tabela 5:** Médias e desvio padrão dos resultados da análise da velocidade durante o treinamento (s1,s2,s3,s4,s5,s6,s7,s8),para cada grupo (GBE e GAE).

S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4
----	----	----	----	----	----	----	----

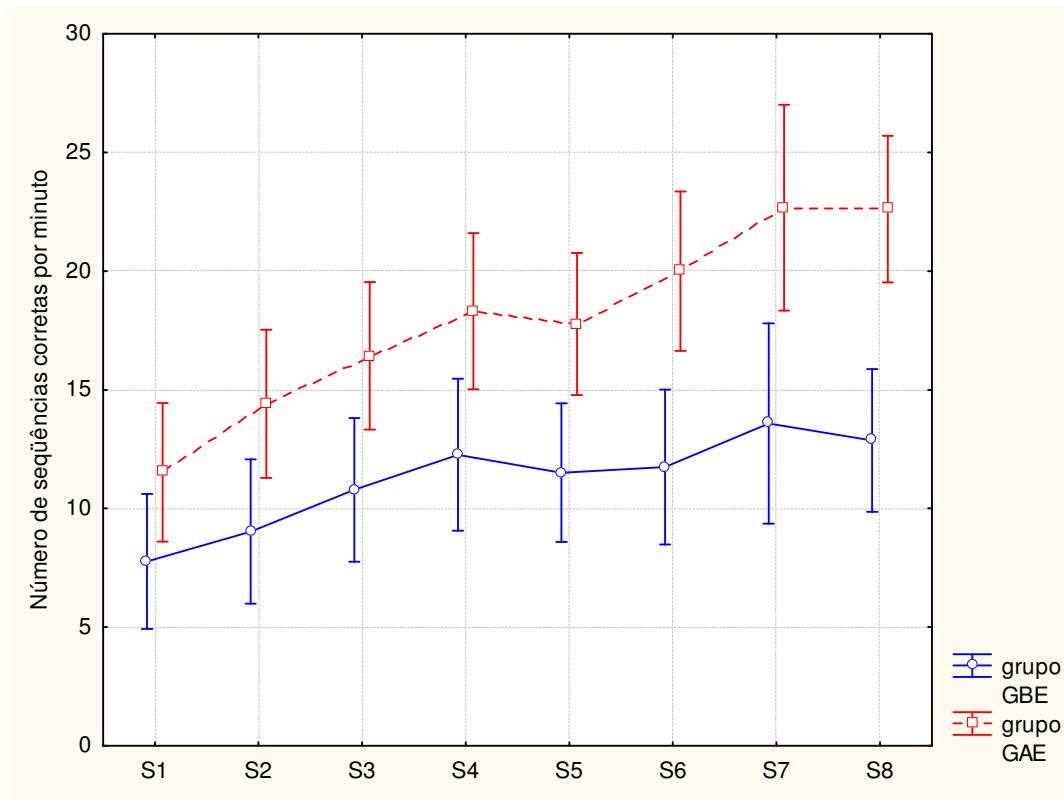
	Total	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
<b>Grupo</b>	42	9,592	6,312	11,642	6,980	13,528	7,011	13,528	7,011
<b>GBE</b>	22	7,765	3,753	9,025	4,992	10,784	6,056	10,784	6,056
<b>GAE</b>	20	11,520	7,861	14,404	7,814	16,424	6,926	16,424	6,926

		S5	S5	S6	S6	S7	S7	S8	S8
	Total	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
<b>Grupo</b>	42	14,555	6,940	15,758	8,080	18,004	10,051	17,606	8,055
<b>GBE</b>	22	11,507	5,726	11,745	7,022	13,580	6,143	12,869	6,810
<b>GAE</b>	20	17,772	6,778	19,994	7,003	22,675	11,357	22,606	6,062

Para velocidade (figura 6), durante as sessões de treinamento (s1,s2,s3,s4,s5,s5,s6,s7,s8), foram encontrados efeitos significativos para grupo e sessão, e para a sua interação.

A comparação intra-grupo mostrou que houve melhora significativa da velocidade durante o treinamento exclusivamente para o GAE, a partir da quarta sessão de treinamento ( $p < 0,0001$ ).

Além disso, a comparação inter-grupo mostrou que os idosos do grupo de baixa escolaridade apresentaram um prejuízo significativo na habilidade de executar as seqüências corretamente durante todas as sessões ( $p < 0,0001$ ).



**Figura 6:** Número de seqüências corretas realizadas em um minuto (expressa na ordenada) entre os dois grupos, em cada sessão de treinamento (expresso na abscissa) nos dois grupos. As barras verticais representam 95% do intervalo de confiança.  $F(7,245)=2,4286$   $p=0,02015$   
 Legenda: A linha azul representa o grupo de baixa escolaridade (GBE) e a linha vermelha o grupo de alta escolaridade. (GAE)

	<i>SS</i>	<i>Degr. of</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Intercept</i>	62858,88	1	62858,88	233,6415	0,0000001
<b>Grupo</b>	3389,93	1	3389,93	12,600	0,001123
<i>Error</i>	9416,40	35	269,04		
<b>Sessão</b>	2154,18	7	307,74	19,201	0,0000001
<b>Sessão X grupo</b>	272,46	7	38,92	2,428	0,020146

**Tabela 6:** ANOVA 2 X 8 (GRUPO X SESSÃO), sendo medidas repetidas para verificar o efeito do grupo (GBE e GAE) e das sessões (s1, s2, s3, s4, s5, s6, s7 e s8) sobre a velocidade durante o treinamento.

<i>Error</i>	3926,58	245	16,03
--------------	---------	-----	-------

## 5.2. Aprendizagem da Tarefa

### 5.2.1. Análise da Velocidade nas avaliações (AVA 1, AVA 2 e RETENÇÃO)

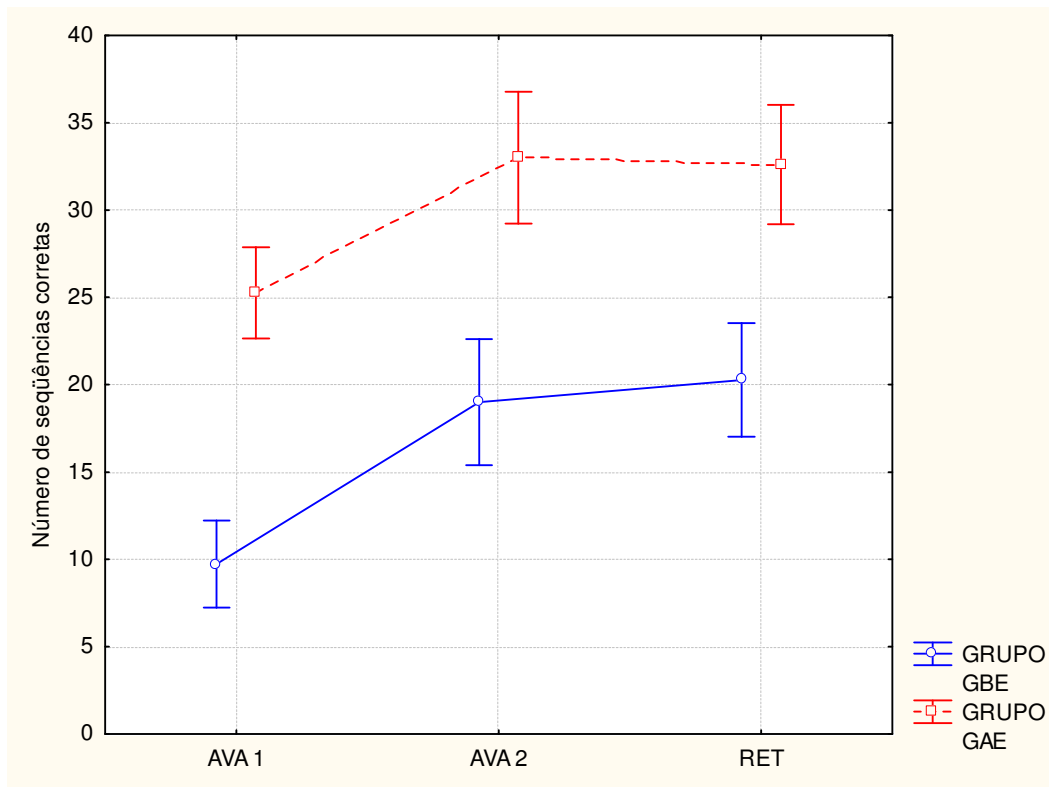
A média e desvio padrão dos resultados da velocidade nas avaliações (AVA 1, AVA 2 e RETENÇÃO) podem ser observados na Tabela 7.

**Tabela 7:** Médias e desvio padrão dos resultados da análise da velocidade nas avaliações (AVA 1, AVA 2 e RETENÇÃO) para cada grupo (GBE e GAE).

	AVA1ST	AVA1ST	AVA2ST	AVA2ST	RET	RET
Total	Média	DP	Média	DP	Média	DP

<b>Grupo</b>	42	17,119	9,703	25,666	10,879	26,142	9,721
<b>GBE</b>	22	9,727	3,010	19,000	6,110	20,272	6,033
<b>GAE</b>	20	25,250	7,765	33,000	10,300	32,600	8,940

Para velocidade (Figura 7), foi encontrado efeito significativo de grupo confirmado pelo pós-teste que mostrou que os idosos de baixa escolaridade apresentam um desempenho inferior desde a avaliação antes do treinamento (AVA 1), que se manteve mesmo após oito sessões de treinamento (AVA 2) e na retenção (RET), quando comparados aos idosos de alta escolaridade (GAE), e um efeito significativo de avaliação, confirmado pelo pós-teste que mostrou que ambos os grupos apresentaram uma melhora significativa da velocidade após o treino.



**Figura 7:** Número de seqüências corretas (expressa na ordenada) entre os dois grupos, antes (AVA 1), depois do treinamento (AVA 2) e na retenção (RET) (expresso na abscissa) nos dois grupos. As barras verticais representam 95% do intervalo de confiança.  $F(2,80)=1,9539$ ,  $p=0,14842$  Legenda: A linha azul representa o grupo de baixa escolaridade (GBE) e a linha vermelha o grupo de alta escolaridade. (GAE)

	<i>SS</i>	<i>Degr. of</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Intercept</i>	68297,86	1	68297,86	513,1785	0,0000001
<b>Grupo</b>	<b>6116,08</b>	<b>1</b>	<b>6116,08</b>	<b>45,9552</b>	<b>0,0000001</b>
<i>Error</i>	5323,52	40	133,09		
<b>Avaliação</b>	<b>2132,89</b>	<b>2</b>	<b>1066,45</b>	<b>77,8597</b>	<b>0,0000001</b>
<b>AvaXGrupo</b>	53,53	2	26,76	1,9539	0,148425
<i>Error</i>	1095,76	80	13,70		

**Tabela 8:** ANOVA 2 X 3 (GRUPO X AVALIAÇÃO), sendo medidas repetidas para verificar o efeito do grupo (GBE e GAE) ,sobre avaliações (AVA 1, AVA 2 e RETENÇÃO) sobre a velocidade.

### 5.2.2. Análise do erro absoluto:

As Médias e desvio padrão relacionados ao erro absoluto estão demonstrados na Tabela 9.

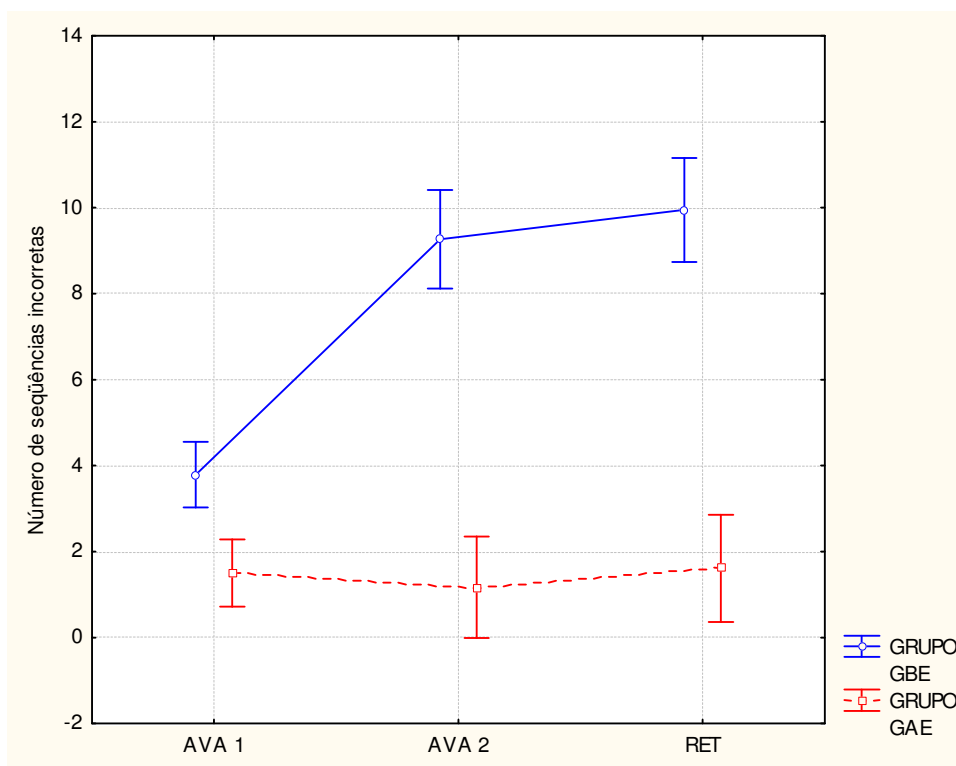
**Tabela 9:** Médias e desvio padrão do erro absoluto para a seqüência treinada (ST), para cada

		<i>AVA 1</i>	<i>AVA 1</i>	<i>AVA 2 ST</i>	<i>AVA 2 ST</i>	<i>RETENÇÃO</i>	<i>RETENÇÃO</i>
		<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>
<b>Total</b>	42	2,675	1,986	5,324	4,767	5,891	4,942
<b>GRUPO</b>	GBE 22	3,789	1,873	9,263	3,263	9,947	3,487
<b>GRUPO</b>	GAE 20	1,500	1,339	1,166	1,098	1,611	1,036

grupo.

Para erro absoluto (Figura 8), efeitos significativos foram observados para grupo, avaliação, e para a interação avaliação e grupo (Tabela 10).





**Figura 8:** Número de seqüências incorretas (expressa na ordenada) entre os dois grupos, antes (AVA 1), depois do treinamento (AVA 2) e na retenção (RET) (expresso na abscissa) nos dois grupos. As barras verticais representam 95% do intervalo de confiança.  $F(1,34)=5,4974$ ,  $p=0,02502$  Legenda: A linha azul representa o grupo de baixa escolaridade (GBE) e a linha vermelha o grupo de alta escolaridade. (GAE)

**Tabela 10:** ANOVA 2 X 3 (GRUPO X AVALIAÇÃO), sendo a última medida repetida para verificar o efeito do grupo (GBE e GAE) e das avaliações (AVA 1, AVA 2 e RETENÇÃO) sobre o erro absoluto.

	<b>SS</b>	<b>Degr. of Fred</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Intercept</b>	2292,562	1	2292,562	201,3355	0,0000001
<b>GRUPO</b>	1079,985	1	1079,985	94,8456	0,0000001

<b>Error</b>	398,537	35	11,387		
<b>AVA</b>	206,425	2	103,212	49,9886	0,0000001
<b>AVAxGRUPO</b>	216,731	2	108,366	52,4844	0,0000001
<b>Error</b>	144,530	70	2,065		

A comparação intra-grupo mostrou que houve um aumento significativo no número de erros após o treinamento da ST, que se manteve até fases tardias, apenas para o grupo de baixa escolaridade ( $p < 0,0000001$ ).

A comparação inter-grupo mostrou que o GBE apresenta valores de erro absoluto significativamente maiores em comparação ao GAE, apenas depois do treinamento (AVA 2) que se manteve na retenção ( $p < 0,0000001$ ).

### 5.2.3 Análise da acurácia percentual:

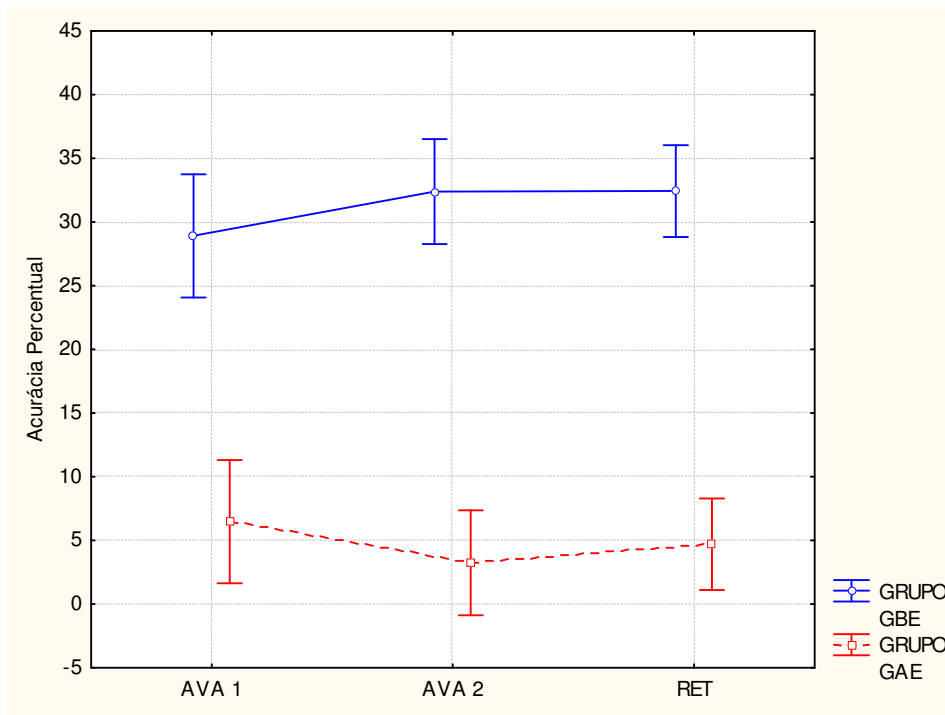
As médias e desvios-padrão relacionados à acurácia percentual estão demonstrados na Tabela 11.

**Tabela 11:** Média e desvio padrão da acurácia percentual para os grupos (GBE e GAE)

			<i>AVA 1</i>	<i>AVA 1</i>	<i>AVA 2</i>	<i>AVA 2</i>	<i>RETENÇÃO</i>	<i>RETENÇÃO</i>
			<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>
<b>Total</b>		42	17,694	15,317	17,814	17,152	15,997	2,595
<b>GRUPO</b>	GBE	22	28,911	12,885	32,387	12,116	10,616	2,435
<b>GRUPO</b>	GAE	20	6,477	7,116	3,240	3,096	2,715	0,622

ia percentual (Figura 9), foi observado efeito significativo para grupo e para a interação avaliação e grupo. (Tabela 12).

P  
ara  
acurác



**Figura 9:** Acurácia Percentual (expressa na ordenada) entre os dois grupos, antes (AVA 1), depois do treinamento (AVA 2) e na retenção (RET) (expresso na abscissa) nos dois grupos. As barras verticais representam 95% do intervalo de confiança.  $F(2,72)=4,7658$   $p=0,01138$   
 Legenda: A linha azul representa o grupo de baixa escolaridade (GBE) e a linha vermelha o grupo de alta escolaridade. (GAE)

**Tabela 12:** ANOVA 2X3 (GRUPO X AVALIAÇÃO). Para verificar o efeito do grupo (GBE e GAE) e das avaliações (AVA 1, AVA 2 e RET) sobre a acurácia percentual.

	<i>SS</i>	<i>Degr. of Freedom</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
<i>Intercept</i>	37044,50	1	37044,50	188,3763	0,0000001
<b>GRUPO</b>	<b>19921,13</b>	<b>1</b>	<b>19921,13</b>	<b>101,3016</b>	<b>0,0000001</b>
<i>Error</i>	7079,46	36	196,65		
<b>AVA</b>	17,17	2	8,58	0,343	0,710217
<b>AVA x GRUPO</b>	<b>237,96</b>	<b>2</b>	<b>118,98</b>	<b>4,765</b>	<b>0,011383</b>
<i>Error</i>	1797,56	72	24,97		

A comparação intra-grupo mostrou que a acurácia percentual se manteve igual nas avaliações para ambos os grupos.

Entretanto, a comparação inter-grupo mostrou que o GBE apresenta uma acurácia percentual significativamente pior em comparação ao GAE, tanto antes como depois do treinamento, e na retenção ( $p < 0,0000001$ ).

ácia

### 5.3 Generalização da tarefa:

#### 5.3.1 Análise da velocidade da SNT

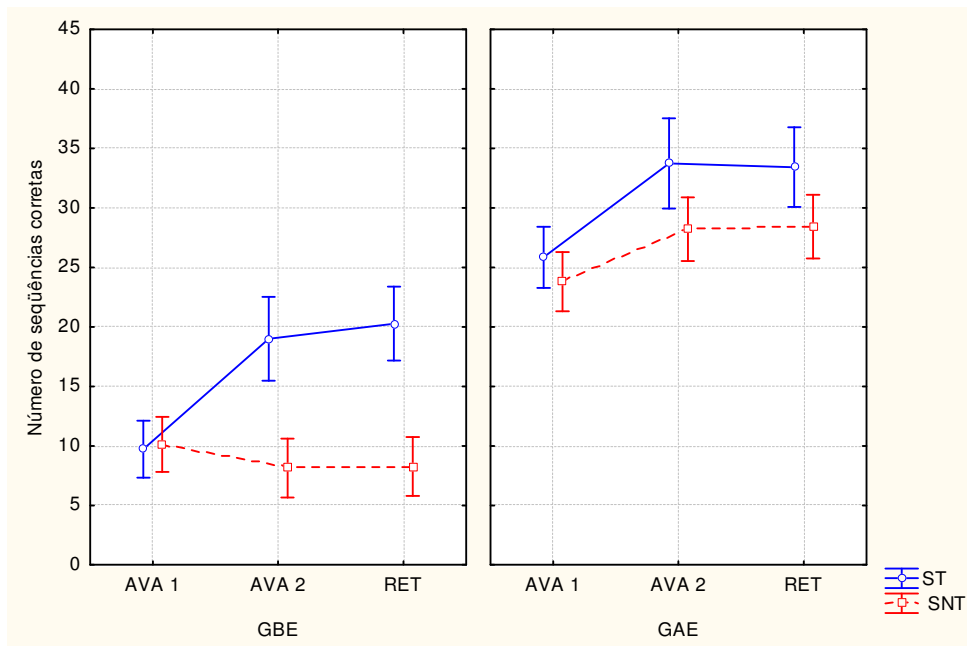
As médias e desvios-padrão relacionados à velocidade estão demonstrados na Tabela 13.

**Tabela 13:** Média e desvio padrão da velocidade nas avaliações (AVA 1, AVA 2 e RET) para os grupos (GBE e GAE) para as duas seqüências (ST e SNT).

		AVA1SNT	AVA1SNT	AVA2SNT	AVA2SNT	RET SNT	RET SNT
<b>Grupo</b>	Total	Média	DP	Média	DP	Média	DP
<b>GBE</b>	22	10,136	4,475	8,136	4,015	8,272	4,199
<b>GAE</b>	20	23,789	6,241	28,210	7,269	28,421	7,159

Para velocidade (Figura 10), foi observado efeito significativo para grupo seqüência e avaliação, e para as suas interações. (Tabela 14).

		<i>AVA 1ST</i>	<i>AVA 1ST</i>	<i>AVA 2 ST</i>	<i>AVA 2 ST</i>	<i>RET ST</i>	<i>RET ST</i>
		<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>
<b>Total</b>	42	17,694	9,811	25,829	10,963	26,365	9,733
<b>GRUPO</b>	GBE 22	9,727	3,010	19,000	6,110	20,272	6,033
<b>GRUPO</b>	GAE 20	25,842	7,500	33,736	10,026	33,421	8,375



**Figura 10:** Número de seqüências corretas realizadas em um minuto (expressa na ordenada) entre os dois grupos, antes (AVA 1), depois do treinamento (AVA 2) e na retenção (RET) (expresso na abscissa) nos dois grupos. As barras verticais representam 95% do intervalo de confiança.  $F(2,78) = 16,612$   $p = 0,000001$  Legenda: A linha azul representa a seqüência treinada (ST) e a linha vermelha a seqüência não treinada (SNT).

**Tabela 14:** ANOVA 2X3 (GRUPO X AVALIAÇÃO). Para verificar o efeito do grupo (GBE e GAE) e das avaliações (AVA 1, AVA 2 e RET) sobre a velocidade.

	<b>SS</b>	<b>Degr. of Freedom</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<i>Intercept</i>	105323,0	1	105323,0	618,6124	0,0000001
<b>GRUPO</b>	<b>16277,6</b>	<b>1</b>	<b>16277,6</b>	<b>95,6061</b>	<b>0,0000001</b>
<i>Error</i>	6640,0	39	170,3		
<b>SEQ</b>	<b>2085,5</b>	<b>1</b>	<b>2085,5</b>	<b>48,7610</b>	<b>0,0000001</b>
<b>SEQ*GRUPO</b>	<b>165,7</b>	<b>1</b>	<b>165,7</b>	<b>3,8747</b>	<b>0,056158</b>
<i>Error</i>	1668,0	39	42,8		
<b>AVA</b>	<b>1396,6</b>	<b>2</b>	<b>698,3</b>	<b>89,3981</b>	<b>0,0000001</b>
<b>AVA*GRUPO</b>	<b>68,3</b>	<b>2</b>	<b>34,1</b>	<b>4,3701</b>	<b>0,015889</b>
<i>Error</i>	609,3	78	7,8		
<b>SEQ*AVA</b>	<b>770,8</b>	<b>2</b>	<b>385,4</b>	<b>49,2198</b>	<b>0,0000001</b>
<b>SEQ*AVA*GRUPO</b>	<b>260,2</b>	<b>2</b>	<b>130,1</b>	<b>16,6124</b>	<b>0,000001</b>
<i>Error</i>	610,8	78	7,8		

A comparação intra-grupo mostrou que houve melhora significativa da velocidade da SNT apenas para o grupo de alta escolaridade, evidenciando uma dificuldade do grupo de baixa escolaridade para generalizar a tarefa ( $p < 0,01$ ).

A comparação inter-grupo mostrou que, o GBE apresenta um desempenho inferior da SNT em relação à velocidade desde a avaliação antes do treinamento que se manteve depois do treinamento quando comparado ao grupo GAE ( $p < 0,000005$ ).



### 5.3.2. Análise do erro absoluto da SNT:

As Médias e desvio padrão relacionados ao erro absoluto estão demonstrados na Tabela 15.

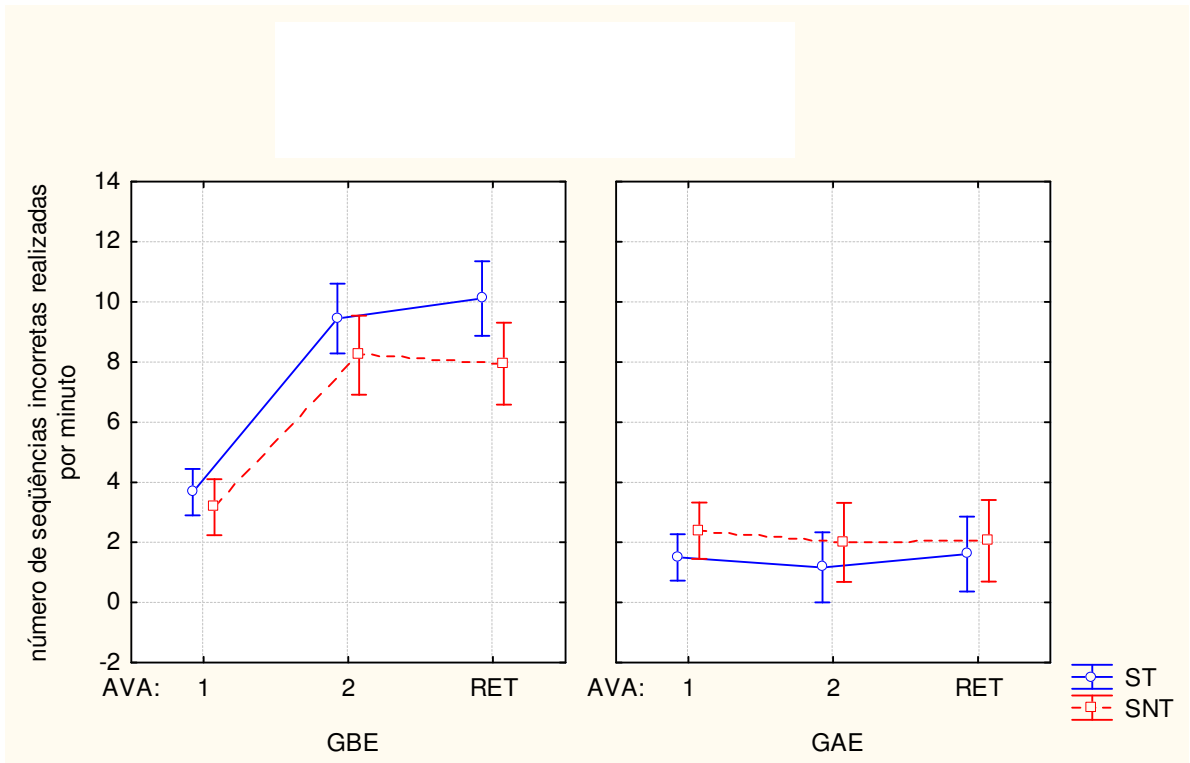
**Tabela 15:** Médias e desvio padrão do erro absoluto para a seqüência treinada (ST) e para a seqüência não treinada (SNT) para cada grupo.

		<i>AVA 1 SNT</i>	<i>AVA 1</i>	<i>AVA 2 SNT</i>	<i>AVA 2 SNT</i>	<i>RET</i>	<i>RET</i>	
		<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>SNT</i>	<i>SNT</i>	
						<i>Média</i>	<i>DP</i>	
						<i>SNT</i>	<i>SNT</i>	
<b>Total</b>		42	2,777	1,958	5,111	4,152	5,000	4,091
<b>GRUPO</b>	GBE	22	3,166	2,093	8,222	3,687	7,944	3,749
<b>GRUPO</b>	GAE	20	2,388	1,786	2,000	1,188	2,055	1,433

		<i>AVA 1ST</i>	<i>AVA 1</i>	<i>AVA 2 ST</i>	<i>AVA 2 ST</i>	<i>RET ST</i>	<i>RET ST</i>	
		<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	
<b>Total</b>		42	2,675	1,986	5,324	4,767	5,891	4,942
<b>GRUPO</b>	GBE	22	3,789	1,873	9,263	3,263	9,947	3,487
<b>GRUPO</b>	GAE	20	1,500	1,339	1,166	1,098	1,611	1,036

Para erro absoluto (Figura 11), efeitos significativos foram observados para grupo e avaliação e para as suas interações (Tabela 16).



**Figura 11:** Número de seqüências incorretas (expressa na ordenada) entre os dois grupos, antes (AVA 1), depois do treinamento (AVA 2) e na retenção (RET) (expresso na abscissa) nos dois grupos para as duas seqüências (ST e SNT). As barras verticais representam 95% do intervalo de confiança.

$F(2,68)=1,2100$ ,  $p=0,30453$  Legenda: A linha azul representa o grupo de baixa escolaridade (GBE) e a linha vermelha o grupo de alta escolaridade. (GAE)

	<b>SS</b>	<b>Degr. of Fred</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Intercept</b>	4257,782	1	4257,782	200,9663	0,0000001
<b>GRUPO</b>	1520,042	1	1520,042	71,7456	0,0000001
<b>Error</b>	720,343	34	21,187		
<b>SEQ</b>	4,449	1	4,449	1,2742	0,266875
<b>SEQ x GRUPO</b>	55,005	1	55,005	15,7536	0,000354
<b>Error</b>	118,713	34	3,492		
<b>AVA</b>	336,037	2	168,019	47,3059	0,0000001
<b>AVA x GRUPO</b>	396,778	2	198,389	55,8568	0,0000001
<b>Error</b>	241,519	68	3,552		
<b>SEQ X AVA</b>	10,259	2	5,130	3,6832	0,030287
<b>SEQ X AVA X GRUPO</b>	3,370	2	1,685	1,2100	0,304532
<b>Error</b>	94,704	68	1,393		

**Tabela 16:** ANOVA 2 X 3 (GRUPO X AVALIAÇÃO), sendo a última medida repetida para verificar o efeito do grupo (GBE e GAE) e das avaliações (AVA 1, AVA 2 e RETENÇÃO) sobre o erro absoluto.

A comparação intra-grupo mostrou que houve um aumento significativo no número de erros independente da seqüência apenas para o grupo de baixa escolaridade ( $p < 0,0000001$ )

A comparação inter-grupo mostrou que o GBE apresenta valores de erro absoluto significativamente maiores em comparação ao GAE, apenas após o treino ( $p < 0,0000001$ ).

### 5.3.3 Análise da acurácia percentual da SNT:

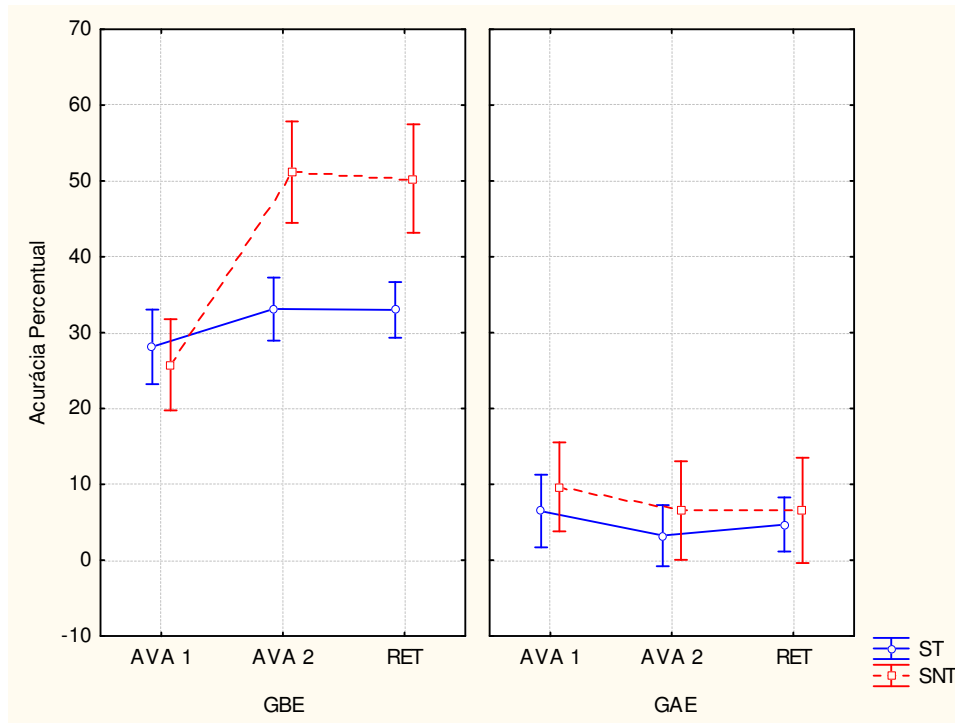
As médias e desvios-padrão relacionados à acurácia percentual estão demonstrados na Tabela 17.

**Tabela 17:** Média e desvio padrão da acurácia percentual para as duas seqüências (ST e SNT) e para os grupos (GBE e GAE).

			<i>AVA 1ST</i>	<i>AVA 1ST</i>	<i>AVA 2 ST</i>	<i>AVA 2 ST</i>	<i>RET ST</i>	<i>RET ST</i>
			<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>
<b>Total</b>		42	17,694	15,317	17,814	17,152	15,997	2,595
<b>GRUPO</b>	GBE	22	28,911	12,885	32,387	12,116	10,616	2,435
<b>GRUPO</b>	GAE	20	6,477	7,116	3,240	3,096	2,715	0,622

			<i>AVA 1SNT</i>	<i>AVA 1 SNT</i>	<i>AVA 2 SNT</i>	<i>AVA 2 SNT</i>	<i>RETSNT</i>	<i>RET</i>
			<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>SNT</i>
							<i>DP</i>	
<b>Total</b>		42	17,502	14,851	28,248	26,467	27,860	26,589
<b>GRUPO</b>	GBE	22	25,765	16,406	51,154	19,468	50,316	20,626
<b>GRUPO</b>	GAE	20	9,674	7,348	6,547	4,610	6,585	5,494

Para acurácia percentual, (Figura 12) foi observado efeito significativo para grupo, seqüência e avaliação e para as suas interações (Tabela 18).



**Figura 12:** Número de seqüências incorretas (expressa na ordenada) entre os dois grupos, antes (AVA 1), depois do treinamento (AVA 2) e na retenção (RET) (expresso na abscissa) nos dois grupos para as duas seqüências (ST e SNT). As barras verticais representam 95% do intervalo de confiança.

F (2,70)=16,778 p= 0,000001 Legenda: A linha azul representa o grupo de baixa escolaridade (GBE) e a linha vermelha o grupo de alta escolaridade. (GAE)

**Tabela 18:** ANOVA 2X3X2 (GRUPO X AVALIAÇÃO X SEQÜÊNCIA). Para verificar o efeito do grupo (GBE e GAE), das avaliações (AVA 1, AVA 2 e RET) e das seqüências (ST e SNT) sobre a acurácia percentual.

	<i>SS</i>	<i>Degr. of Freed</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
<i>Intercept</i>	103101,4	1	103101,4	207,5985	0,0000001
<b>GRUPO</b>	<b>52293,2</b>	<b>1</b>	<b>52293,2</b>	<b>105,2943</b>	<b>0,0000001</b>
<i>Error</i>	17382,4	35	496,6		
<b>SEQ</b>	<b>2639,0</b>	<b>1</b>	<b>2639,0</b>	<b>16,7327</b>	<b>0,000240</b>
<b>SEQ x GRUPO</b>	<b>933,6</b>	<b>1</b>	<b>933,6</b>	<b>5,9193</b>	<b>0,020226</b>
<i>Error</i>	5520,0	35	157,7		
<b>AVA</b>	<b>1815,4</b>	<b>2</b>	<b>907,7</b>	<b>21,9797</b>	<b>0,0000001</b>
<b>AVA X GRUPO</b>	<b>3896,1</b>	<b>2</b>	<b>1948,0</b>	<b>47,1714</b>	<b>0,0000001</b>
<i>Error</i>	2890,8	70	41,3		
<b>SEQ X AVA</b>	<b>1176,7</b>	<b>2</b>	<b>588,4</b>	<b>14,9961</b>	<b>0,000004</b>
<b>SEQ X AVA XGRUPO</b>	<b>1316,5</b>	<b>2</b>	<b>658,3</b>	<b>16,7782</b>	<b>0,000001</b>
<i>Error</i>	2746,4	70	39,2		

A comparação intra-grupo mostrou que houve piora significativa da acurácia percentual apenas para o grupo de baixa escolaridade para a seqüência não treinada ( $p < 0,0000001$ ).

A comparação inter-grupo mostrou que o GBE apresenta uma acurácia percentual significativamente pior em comparação ao GAE apenas depois do treino ( $p < 0,0000001$ ).

Em síntese, os resultados obtidos durante o treinamento mostraram que os idosos de baixa escolaridade apresentaram uma curva de aprendizagem semelhante em relação ao tempo para a realização de 600 movimentos quando comparados aos idosos de alta escolaridade.

Entretanto, com relação à velocidade durante o treinamento (acertos/minuto), apenas o grupo de alta escolaridade melhorou seu desempenho.

Durante a aprendizagem da tarefa os resultados das avaliações antes e depois do treinamento e retenção mostraram que os idosos de baixa escolaridade foram capazes de melhorar o desempenho com o treinamento de forma semelhante aos idosos de alto nível de escolaridade. Porém, os valores absolutos mostram uma velocidade para executar os movimentos seqüenciais inferior.

Além disso, os idosos de baixo nível de escolaridade apresentaram um número maior de erros absolutos, associada a pior acurácia percentual em comparação aos idosos de alta escolaridade.

Adicionalmente, os resultados da generalização da tarefa mostraram que houve melhora da velocidade apenas para o grupo de alta escolaridade e piora da acurácia apenas para o grupo de baixa escolaridade, indicando que os idosos de baixa escolaridade apresentaram prejuízos na generalização da aprendizagem para a seqüência que não recebeu treinamento.

## **6.0 DISCUSSÃO**

O objetivo deste trabalho foi verificar se, com a mesma quantidade de treino, o aprendizado de movimentos seqüenciais de dedos ocorreria na mesma velocidade e com a mesma eficiência para idosos de diferentes níveis de escolaridade. A hipótese que diferentes níveis de escolaridade pudessem interferir na capacidade de aprender uma nova habilidade motora, sustenta-se pelo fato de que o cérebro humano passa por modificações estruturais e funcionais na presença de educação formal, estas modificações, por sua vez, poderiam interferir não só em processos cognitivos, mas também motores. A escolha da tarefa baseou-se, entre outros fatores, na importância de movimentos seqüenciais em diversas atividades do cotidiano, relacionadas não

apenas à função motora propriamente dita, mas também a outras funções superiores, como linguagem e memória episódica (ASHE, et al, 2006).

Os resultados mostraram que o GBE, apesar de apresentar uma lentificação na execução dos movimentos em comparação ao GAE, que persistiu após o treino, apresentou uma melhora da velocidade de execução da seqüência treinada proporcional ao GAE.

Por outro lado, essa melhora da velocidade, observada no GBE, ao contrário que no GAE, foi associada a um aumento no número de erros absolutos e percentuais. Assim, tomando como princípio que o processo de aprendizagem motora deve proporcionar uma melhora no desempenho em termos de velocidade e acurácia, podemos considerar que os idosos com baixa escolaridade não foram capazes de aprender a tarefa motora, mesmo após 4.800 repetições. De fato, podemos inclusive observar que após o treino, ao contrário do esperado, a probabilidade de erro (relação entre o número de seqüências corretas e incorretas) aumentou em comparação a antes do treino.

Assim, surpreendentemente, após o treino os idosos de baixa escolaridade apresentaram-se mais velozes, porém muito mais suscetíveis ao erro.

Segundo Hauptmann et al. (2005), o treinamento deve ser suficiente para que os sujeitos atinjam o “ponto de saturação” para uma tarefa em questão, sendo este fator crítico para induzir processos tardios de aprendizagem (consolidação) tempo-dependentes, uma vez que, os idosos de diferentes níveis de escolaridade foram capazes de aprender uma tarefa seqüencial de dedos após oito sessões de treinamento e manter o



desempenho até a fase de retenção, podemos afirmar que o número de repetições foi suficiente para atingir o ponto de saturação, desencadeando mudanças permanentes no desempenho, sustentado por mudanças estruturais nas redes neurais envolvidas na tarefa. (KARNI ET AL, 1998)

No entanto, quando observamos a capacidade de executar os movimentos, dentro da seqüência que foi treinada, observamos que o GBE apresentou uma acurácia pior, mostrando um prejuízo no desempenho em relação ao GAE. Sendo assim, o efeito do treino sobre a velocidade de movimentos de oposição de dedos dentro de uma seqüência correta foi diferente para os grupos.

A realização de um movimento voluntário envolve diversas etapas: inicia-se com uma representação interna (ou seja, uma imagem do resultado desejado do movimento – que, no caso deste estudo, seria a seqüência do movimento), seguida pela construção do ato motor (montagem e coordenação dos componentes elementares, como, por exemplo, pela seleção de sinergias musculares) até a execução propriamente dita (iniciação dos movimentos) (KANDEL, 1997). Cada etapa está relacionada a estruturas cerebrais distintas, que sofrem diferentes influências do tempo de escolaridade. (HUTTENLOCHER e DABHOLKAR, 1997; CASEY et al, 2005).

Assim, provavelmente, as diferenças entre os grupos de alta e baixa escolaridade estejam relacionadas as primeiras etapas do processo, onde há a construção do modelo interno que guia os movimentos. Esse modelo, anteriormente denominado por alguns autores como programa ou esquema motor(Schimidt), atualmente chamado de modelo interno é definido como uma

representação neural que mimetiza o comportamento do sistema sensório-motor e dos objetos no ambiente (WOLPERT et al, 1995; KAWATO e WOLPERT, 1998). Esses modelos permitem que o sistema nervoso central seja capaz de prever quais as conseqüências dos comandos motores (modelo interno antecipatório), assim como transformar conseqüências sensoriais desejadas nos comandos motores que possibilitam alcançá-las (modelo interno inverso), o que na prática é visto pela flexibilização do comportamento, e pela utilização do conhecimento adquirido em experiências prévias em situações nunca vivenciadas (KAWATO e WOLPERT, 1998; IMAMIZU et al, 2007). Tais processos perceptuais e motores são resultado de “decisões” e, portanto, mediados pela cognição. A aprendizagem motora, dessa forma, surgiria não apenas de um processo percepção/ação, como classicamente descrito, mas de um processo mais complexo de percepção/cognição/ação (SCHUMWAY-COOK e WOOLACOTT, 2003; SHERWOOD e LEE, 2003).

A importância da cognição para a ação tem sido bastante explorada em diversos estudos. Von Hofsten (2007) propõe que ação e cognição são mutuamente dependentes e que juntas formam um sistema funcional, mobilizado a partir de “motivos”, por meio do qual o comportamento adaptativo se desenvolve. Essa adaptação do ser humano está relacionada à sua capacidade de antecipar o que irá acontecer a seguir, mais do que reagir, o que só é possível porque os eventos são regulados por regras e regularidades: em termos de controle motor (inércia, gravidade), relativas à tarefas específicas (como preensão de um objeto) ou mesmo regras sociais, que permitem, por exemplo, a comunicação. Tal controle prospectivo da ação parece estar

presente desde o nascimento, no entanto, para cada modo de ação que se desenvolve, novos problemas prospectivos da construção do movimento surgem, e requer tempo para que se descubram modos de se resolvê-lo. Se considerarmos a tarefa de executar movimentos numa seqüência determinada como um novo “modo de ação”, durante o processo de aprendizagem os sujeitos devem, então, construir um novo modelo que resolva os “problemas prospectivos”. O resultado dessa construção é o que chamamos modelo interno e a “descoberta” das regras que permeiam esta nova ação é o que chamamos de “cognição motora” (CASEY et al., 2000; ANDERSEN et al., 2003; JACKSON e DECETY, 2004; NAGY et al., 2004; CASEY et al., 2005).

Sendo assim, as alterações funcionais decorrentes da redução dos anos de escolaridade, não afetam apenas as funções cognitivas superiores, mas afetam também, a aprendizagem de uma nova tarefa motora provavelmente pelos mesmos mecanismos. Ou seja, levando a deficiência na formação de regras ou modelos que permitem o controle prospectivo da ação.

Outra evidência que contribui para essa hipótese é a diferença na capacidade de generalização da tarefa para a seqüência não treinada, na qual os idosos de baixa escolaridade apresentaram prejuízo em relação aos de alta escolaridade. Isto foi mostrado pela análise da velocidade e da seqüência não treinada (SNT), que demonstrou que para o GBE, que houve um efeito oposto do treino sobre a velocidade da ST e SNT: enquanto o treinamento proporcionou um aumento da velocidade da ST, mantido até a retenção, prejudicou o desempenho da SNT. Já para o GAE o treino levou a um aumento da velocidade tanto da ST quanto da SNT, como o esperado com base no

fenômeno da generalização. A análise da acurácia da SNT confirmou a deficiência de generalização associada à baixa escolaridade, à medida que, embora o erro absoluto tenha apresentado o mesmo comportamento da ST, ou seja, após o treino, houve um crescente aumento mantido até a retenção. A análise da acurácia percentual mostrou que houve um aumento muito expressivo do percentual de erros da SNT, alcançando 50% das tentativas totais, enquanto que para o GAE, não houve variação percentual do erro, a despeito do aumento da velocidade, para ambas as seqüências.

Segundo Gentili (2006), quando aprendemos uma tarefa, partimos de um modelo interno “vazio” que, com o treino, passa a representar regras que podem ser aplicadas a diferentes situações dentro da mesma tarefa, sendo esta capacidade de generalização do aprendizado motor, portanto, uma propriedade fundamental do sistema motor para adaptação do indivíduo. A aquisição da memória do modelo interno, no entanto, é apenas o primeiro passo na seqüência de eventos que resultará na sua representação a longo-prazo. O processo de consolidação progride de um estágio frágil para um estágio menos vulnerável à presença de outra tarefa realizada subsequente (SHADMEHR, 2004).

Analisando conjuntamente os resultados obtidos com a ST e SNT com o GBE, pudemos inferir que o modelo interno para esta tarefa não foi formado eficientemente a ponto de permitir que a experiência adquirida com a tarefa favoreça o aprendizado de novas seqüências, sendo assim passível de generalização. (HIKOSAKA et al., 1999).

Manoel e Tani (apud FREUDENHEIM, 2005) propuseram que a aquisição de habilidades motoras compreendia duas fases: estabilização e adaptação, sendo a primeira fase relacionada à formação de um programa de ação e a segunda relacionada à

reorganização dessa estrutura, permitindo um aumento de sua complexidade (FREUDENHEIM e MANOEL, 1999). Interpretando nossos resultados à luz dessas teorias, podemos supor que o GBE não alcançou a fase de adaptação ou não conseguiu formar adequadamente um modelo interno a ponto de permitir que a experiência adquirida com a ST pudesse ser utilizada para a aprendizagem da SNT. Para os idosos de alta escolaridade, a quantidade de treino realizada já teria sido suficiente, permitindo a generalização da tarefa.

A indagação natural seria se o GBE necessita de um treinamento mais prolongado, ou seja, um número maior de repetições, para adquirir a habilidade de generalização, por meio da consolidação de seu modelo interno. Os resultados do GBE obtidos durante as sessões de treino indicam que a deficiência é refratária ao aumento do número de repetições, pois, ao contrário do grupo de alta escolaridade, o grupo de baixa escolaridade não exibiu melhora progressiva no número de movimentos realizados dentro da seqüência correta entre nenhuma das sessões de treino. Somado a isto, o fato dos idosos do GBE ter mantido o desempenho alcançado na avaliação após o treino até a fase de retenção, indicam que o ponto de saturação foi alcançado. (HAUPTMANN ET AL, 2005). Então, de fato, a deficiência não se resolveria apenas com o aumento do número de repetições, mas provavelmente, com a elaboração de outras estratégias de exposição da tarefa ou da organização do treino, pois as mudanças funcionais decorrentes da baixa escolaridade podem levar a diferente forma de processamento de informação. (CASTRO-CALDAS ET AL, 1998).

Consideramos este achado de particular relevância para a prática clínica da fisioterapia em idosos de baixa escolaridade, pois indica que este aspecto tem que ser considerado na eleição e elaboração do esquema terapêutico, a fim de minimizar as dificuldades de aprendizado e generalização de novos comportamentos motores.

Além disso, as evidências deste estudo levantam a questão da importância em se considerar outros aspectos além do sensorio-motor da tarefa, na elaboração de estratégias de treino para indivíduos de baixa escolaridade.

Brucki et al. (2003), considerando que a escolaridade influencia na performance de medidas de rastreio cognitivo, descreveu sobre o uso do mini-exame do estado mental reportando sobre a importância de considerar que indivíduos com níveis educacionais mais baixos, possuem escores menores em itens como orientação temporal e espacial, atenção e escrita da mesma forma que Castro-Caldas et al. (1998), que por meio de imageamento cerebral, observou que a ausência de experiências precoces de aprendizagem da linguagem modificam a organização do cérebro adulto.

Adicionalmente, existem dados que mostram que indivíduos que freqüentaram a faculdade, sem obrigatoriamente ter completado o curso, apresentam desempenho superior em vários testes neuropsicológicos quando comparados a sujeitos que apresentaram apenas o colegial, sujeitos esses com o mesmo nível sócio-cultural. (WIEDERHOLT et al. 1993; CAVALCANTE, 2004). É importante que seja dada continuidade à investigação do real papel da escolaridade para o processo de aprendizado motor, ampliando os estudos para outros tipos de tarefa e de treinamento, para que busquemos formas cada vez mais eficientes de se conduzir o treinamento motor, tanto de indivíduos com alto nível de escolaridade, como para indivíduos de baixo nível de escolaridade.

## **7.0 CONCLUSÃO**

O nível de escolaridade interfere sobre a habilidade de aprender uma nova tarefa motora, sendo que os idosos do GBE demonstram um prejuízo na habilidade de melhorar seu desempenho após o treino, particularmente em relação à acurácia, e de generalizar a experiência adquirida com o treino de uma seqüência para a seqüência reversa. Neste estudo não foi encontrada evidência que com maior número de repetições as deficiências do GBE poderiam ser minimizadas. Adicionalmente, os resultados deste estudo indicam que apenas o aumento no número de repetições da tarefa não poderia atenuar tal deficiência, provavelmente devido a alterações funcionais e/ou estruturais

decorrentes da baixa exposição à escolaridade, que dificultam a formação de um modelo interno para a ação.

## 8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ATKINSON R. C. e SHIFFRIN R. M. The control of short-term memory. **Sci Am.** v. 225, n. 2, p. 82-90. 1971.
2. BADDELEY A. The episodic buffer: a new component of working memory? **Trends Cogn Sci.** v.4, n.11, p. 417-423., 2000.
3. BADDELEY A. Development of working memory: should the Pascual-Leone and the Baddeley and Hitch models be. **J Exp Child Psychol.** v.77, n.2, p. 128-137., 2000.
4. BROCK J. F. In Memoriam J.A. RYLE. **S Afr Med J.** , v. 24, n. 15 p. 283 –4 , 1950.
5. BROWN R. G. et al. The role of cortico-striatal circuits in learning sequential information. **Parkinson's Disease: Advances in Neurology,** v. 80, p. 31 – 39, 1999.

6. BRUCKI S.M.D. et al. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. **Arq. Neuro-Psiquiatr.** V.61, n.3b, p. 777-81, Sept, 2003.
7. BRUCKI, S.M.D. AND ROCHA, M.S.G. Category fluency test: effects of age, gender and education on total scores, clustering and switching in Brazilizn Portuguese-speaking subjects. **Braz J Med Biol Res**, v. 37, n. 12, p. 1771-1777.
8. CASTRO-CALDAS. et al. The illiterate brain. *Brain*. v.121, n., p. 1053-63, 1998.
9. COHEN, N. J., Preserved learning capacity in amnesia: evidence for multiple memory systems. **Neuropsychological**,v. 2, n. 22, 1984.
- 10.DAIL, T. K.; CHRISTINA, R. W. Distribution of practice and metacognition in learning and long-term retention of a discrete motor task. *Res. Q. Exerc. Sport*. v.75, n. 2, p. 148-55, Jun. 2004.
- 11.DOYON, J.; et al. Role of striatum, cerebellum and frontal lobes inthe automatization of a repeated visumotor sequence of movements. **Neuropsychologia**. v. 36, n. 7, p. 625-41, 1998.
- 12.DOYON, J.; PENHUNE, V.; UNGERLEIDER, L. G. Distinct contribution of the cortico-striatal and cortico-cerebellar systems to motor skill learning. **Neuropsychologia**, v. 41, p. 252-62, 2003.
- 13.FICHMAN-CHARCHAT, H. et al. Decline of cognitive capacity during aging. **Rev. Bras.Psiquiatr.** v. 27, n. 1, Mar. ,2005.
- 14.HALLET, M.; GRAFMAN, J.; Executive function and motor skill learning. **International Review of Neurobiology**, v. 41, p. 297-323, 1997.



15. HAUPTMANN, B.; et al. The predictive value of the leveling off of within session performance for procedural memory consolidation. **Brain Res. Cogn. Brain Res.**, v. 24, n. 2, p. 181-89, 2005.
16. HAUPTMANN, B.; KARNI, A. From primed to learn: the saturation of repetition priming and the induction of long-term memory. **Brain Res. Cogn. Brain Res.**, v. 13, n. 3, p. 313-22, May. 2002.
17. HELENE A. F. e XAVIER G.F., (no prelo). Memória e (a elaboração da) percepção, imaginação, inconsciente, consciência. **Capítulo de livro em publicação.**
18. HIKOSAKA, O.; et al. Central mechanisms of motor learning. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 12, p. 217-222, Mar. 2002.
19. HIKOSAKA, O.; et al. Learning of sequential movements in monkey: process of learning and retention of memory. **Journal of Neurophysiology**, v. 74, n. 4, p. 1652-1661, Oct. 1995.
20. HIKOSAKA, O.; et al. Parallel neural networks for learning sequential procedures. **Trends Neurosci**, v. 22, p. 464-71, 1999.
21. KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M. **Fundamentos da Neurociência e do Comportamento.** s/e. Rio de Janeiro, R. J. Guanabara Koogan S. A., 2000. 591 p.
22. KARNI, A.; et al. Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during skill learning. **Nature**, v. 377, p. 155-158, Sep. 1995.
23. KARNI, A.; et al. The acquisition of skilled motor performance: fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, v. 95, p. 861-868, Feb. 1998.

24. KASAI, T.; et al. Evidence for facilitation of motor evoked potentials (MEPs) induced by motor imagery. **Brain Research**. v. 744, p. 147-150, 1997.
25. KULAIF, T. **O teste de cores e palavras de Stroop modificado para analfabetos**. Instituto de Psicologia, Neurociências e Comportamento, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 68, 2005. Tese (Mestrado).
26. LASHLEY, K.S. Cerebral organization and behavior. **Res. Publ. Assoc. Res. Nerv. Ment. Dis.** v. 36, p. 1-4, 1958.
27. LU, X.; HIKOSAKA, O.; MIYACHI, S. Role of monkey cerebellar nuclei in skill for sequential movement. **J. Neurophysiol.**; v. 79, n. 5, p. 2245-54, 1998.
28. MACHADO, A. **Neuroanatomia Funcional**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 1993. 363p.
29. MILNER G. Modified confinement motor activity test for use in mice. **J. Pharm. Sci.**,v. 57, n. 11, p. 1900-2Nov. 1968.
30. MIYACHI, S.; et al. Differential roles of monkey striatum in learning of sequential hand movement. **Exp. Brain. Res.**;v. 115, p. 1-5, 1997.
31. MOLINARI, M.; et al. Cerebellum and procedural learning evidence from focal cerebellar lesions. **Brain**, v. 120, p. 1753-62, Nov. 1997.
32. NEWELL, K. M. Motor skill acquisition. **Annu. Rev. Psychol.**, v. 42, p. 213-237.
33. NITRINI, R. et al. Performance in Luria's Fist-Edge-Palm Test According to Educational Level. **Cog Behav Neurol**. V. 18, n. 4, p 211-214, 2005.

34. NORMAN G.R. Problem solving skills versus problem based learning. **Cornell Vet.** V. 79, n. 4, p. 307-310., 1989.
35. PARSONS, M. W.; HARRINGTON, D. L.; RAO, S. M. Distinct neural systems underlie learning visuomotor and spatial representations of motor skills. **Hum. Brain Mapp.**, v. 24, n. 3, p. 229-47, Mar. 2005.
36. POLDRACK, R. A. et al. Interactive memory systems in the human brain. **Nature**, v. 414, p. 546 – 50, 2001.
37. RAND, M. K. et al. Characteristics of a long-term procedural skill in the monkey. **Experimental Brain Research**, v. 118, p. 293–97, 1998.
38. RAND, M. K. et al. Characteristics of sequential movements during early learning period in monkeys. **Exp. Brain Res.**, v. 131, p. 293-304, 2000.
39. RAYMOND, J. L.; et al. The cerebellum. A neuronal learning machine? **Science**, v. 272, p. 1126-1131, May. 1996.
40. ROSSELLI, M. ET AL. Neuropsychological Assessment in illiterates. **Brain and Cognition**, v.12, p. 281-296, 1990.
41. SCHMIDT, R. A. A schema theory of discrete motor skill learning. **Psychol. Rev.**, v. 82, p. 225-260, Jul. 1975.
42. SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Aprendizagem e Performance Motora: uma abordagem da performance baseada no problema.** 2 ed. Porto Alegre.: Artmed, 2001. 331p.
43. SCOVILLE W.B. e MILNER B., Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. **J Neuropsychiatr Clin Neurosci.**v. 12, n. 1, p. 103-13, 1957.

44. SHALLICE, T. e WARRINGTON, E.K. Independent functioning of verbal memory stores: a neuropsychological study. **Q J Exp Psychol.** V. 22, n. 2, p. 261-73., May, 1970.
45. SHERRY D.F.& SCHACTER D L., **Psychological Review.** V. 94, n. 4, p. 439-454., 1987.
46. SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Controle Motor: teoria e aplicações práticas.** 2. ed. Barueri: Manole, 2003. 592 p.
47. TAKADA, L.T. et al. Comparison between two tests of delayed recall for the diagnosis of dementia. **Arq. Neuro-Psiquiatr.** V. 64, n. 1, Mar. 2006
48. TANI, G. **Comportamento Motor: aprendizagem e desenvolvimento.** São Paulo.: Guanabara Koogan, 2005. 333p.
49. TONI, I.; et al. The time course of changes during motor sequence learning: a whole brain fMRI study. **Neuroimage**, v. 8, p. 50-61, 1998.
50. WILLINGHAM D. B. et al. Implicit motor sequence learning is represented in response locations. **Memory & Cognition**, v. 28, n. 3, p. 366 – 75, 2000.
51. WILLINGHAM, D. B. A neuropsychological theory of motor skill learning. **Psychological Review**, v. 105, n. 3, p. 558-584, 1998.
52. WILLINGHAM, D. B.; NISSEN, M. J.; BULLEMER, P. On the development of procedural knowledge. **Journal of Experimental Psychology**, v. 15, n. 6, p. 1047-1060, 1989.

53. XAVIER, G.F. Memória: correlatos anátomo-funcionais. In: Nitrini, R., Caramelli, P. & Mansur, L. **Neuropsicologia: das bases anatômicas à reabilitação**. P. 107-129.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)