

INTENSIFICAÇÃO DA INTEGRAÇÃO SENSORIAL E ESTIMULAÇÃO CEREBRAL POR SINTETIZAÇÃO FÓTICA E AUDITIVA: EFICÁCIA NA APRENDIZAGEM HÁBIL-MOTORA DE CRIANÇAS

C.J. SANTANA,;
R.C. LOPES,;
M.R. CALOMENI,;
V.F. SILVA,

Universidade Castelo Branco – UCB (RJ) – Rio de Janeiro, BRASIL
E-mail: claudianesant@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A aprendizagem humana é, em geral, um fenômeno muito complexo considerando-se todas as suas variantes, seja de ordem biológica, seja sociológica, seja psicológica. Essas discrepâncias em muito influenciam a capacidade de a criança aprender, fato que tem direcionado as pesquisas para o entendimento dos fatores que possam impedir o desenvolvimento adequado desse processo. Dentre os fatores tidos como relevantes para os problemas de aprendizagem, a integração sensorial é um dos principais. As evidências do déficit dessa integração sensorial se relacionam à baixa condição de aprendizagem da criança (LEITE, PINHO, KOEHLER, 2003; POLLOCK, 2006).

A integração sensorial, associada a uma série de mecanismos neurofisiológicos, desenvolve-se durante o curso da vida da criança. Juntamente com ela, as habilidades de planejamento motor e de adaptação às sensações provenientes do corpo e do meio ambiente. Todavia, muitas crianças não conseguem desenvolver essas competências de forma eficiente e, como consequência desse déficit, pode surgir, para elas, uma série de problemas de aprendizagem e desenvolvimento.

Muitas vezes, tais dificuldades são evidenciadas através do comportamento, mas, em alguns casos, permanecem ocultas e com difícil diagnóstico. Nesse caso, estima-se que 40% das crianças em idade escolar apresentam tais problemas em algum nível (PEREIRA et al., 2005), tendo como consequência um percentual de 54% de repetência na primeira série do ensino fundamental, o que contribui para o atraso e a possível evasão escolar (OKANO et al., 2004).

Porém, sabe-se que alguns tipos de treinamento podem estimular funções sensoriais, ampliando níveis funcionais de integração sensorial e qualificando certos tipos de habilidades motoras, cognitivas e/ou linguísticas. Um desses treinamentos, bastante em uso para a estimulação da aprendizagem, é a permeação de luz e som, em protocolos de intensidades e frequências adequadas. Os efeitos desse treinamento já foram examinados na aprendizagem do boliche (CARDOSO, 2004), no aumento da capacidade seletiva em ambiente ruidoso associado a tarefas de aprendizagem hábil-motora (SANTOS, 2005) e na aprendizagem motora e cognitiva em indivíduos de diferentes tipos hemisféricos (MARQUES et al., 2006).

Diante disso, o presente artigo centra-se na verificação da possibilidade teórica de que a aprendizagem de uma habilidade motora complexa possa decorrer de um modelo de integração sensorial intensificado e, caso se confirme essa possibilidade, possa ser ainda mais efetiva em função da técnica de estimulação cerebral por sintetização fótica e auditiva.

MATERIAL E MÉTODO

AMOSTRA

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Castelo Branco, protocolo número 0133/2008, realizado pelo Laboratório de Neurociência.

A população inerente à amostra qualificada foi representada por vinte e uma (n=21) crianças com idade entre cinco e seis anos, de ambos os gêneros, frequentadoras da rede privada de ensino da cidade de Ipatinga - Minas Gerais, sem deficiência mental, motora, auditiva e/ou visual que impossibilitassem a realização do treinamento.

Os indivíduos selecionados para a pesquisa foram divididos em três grupos distintos, de forma aleatória, sendo $n=7$ em cada um deles. Um grupo controle (GC) submetido ao treinamento motor pobre em estímulos; dois experimentais submetidos ao programa de treinamento motor associado a um modelo de intensificação de integração sensorial: um não conjugado e outro conjugado à estimulação cerebral por sintetização fônica e auditiva. Foram denominados G1 e G2 respectivamente.

INSTRUMENTOS

O instrumento EEG utilizado para determinação do padrão cortical da amostra da pesquisa consistiu-se de um aparelho eletrônico EEG com neurofeedback, denominado ProComp+, fabricado pela Thought Technology Ltda, com programa denominado BioGraph na versão 2.1 com capacidade para processar oito canais simultaneamente, sendo dois destes específicos para EEG. Por ser um equipamento de tecnologia avançada que utiliza sensores eletrônicos, apresenta padrões exatos para precisão de instrumento, sensibilidade, durabilidade, e facilidade de uso. Todos os sensores são completamente não invasivos, capacitando o ProComp+ a mostrar dados em tempo real.

Para realização do teste de transferência e do treino motor, foram utilizados uma pista de lançamento de alumínio, fixada no chão com fita adesiva, medindo 134 cm de comprimento, 3 cm de largura, 1,5 cm de altura e pesando 288 g; um bôlido metálico sobre rodas, modelo Ferrari, da marca Fresh Metal, medindo 7,4 cm de comprimento, 2,8 cm de largura, 2 cm de altura e pesando 32 g (KELSO, NORMAN, 1978). Foi usada a cor preta para o GC e vermelha para o G1 e G2.

Estimulação cerebral por sinterização fônica e auditiva se deu, também, através de um aparelho eletrônico denominado Sirius, fabricado pela Mindplace, composto por óculos escuros equipados com 4 leds no interior de cada lente, um fone de ouvido estéreo e um microprocessador no qual se consegue determinar as frequências de ondas cerebrais a serem estimuladas.

PROCEDIMENTOS

Para o primeiro passo desta pesquisa, procedeu-se à distribuição dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e dos questionários sobre a saúde do responsável e do menor, aos pais de todas as crianças em idade entre 5 e 6 anos, visando-se com isso o maior número de participantes possível.

Após a seleção da amostra, todos os indivíduos incluídos na pesquisa foram submetidos ao pré-teste, em que cada avaliado realizava 20 tentativas de lançamento de bôlido, sendo a avaliação do EEG feita durante 5 minutos antes e depois do referido bloco de 20 tentativas. Esse procedimento foi adotado devido à necessidade de se verificar as alterações no traçado eletroencefalográfico de cada indivíduo antes e após a realização da tarefa e, assim, poder-se detectar os possíveis efeitos dessa nos mesmos. O lançamento do bôlido foi explicado aos componentes da amostra, como arremesso de um carrinho para um sinal de parada (stop).

Posteriormente, iniciou-se o treino da tarefa hábil-motora, dividido em fases de aquisição e transferência (VIEIRA et al., 2006), e ocorreu durante 13 sessões de treinamento, 3 vezes por semana, com 50 tentativas diárias.

O GC realizou a tarefa hábil-motora em uma pista de lançamentos pobre em estímulos. Os grupos experimentais G1 e G2, em uma plataforma rica em estímulos com semáforos ilustrativos que delimitavam o local de referência (stop), ainda recebiam diversas orientações verbais para precisarem a força adequada a ser empregada em cada arremesso. Além disso, o grupo G2 também recebeu sessões de estimulação fônica e auditiva, através de um protocolo específico para aprendizagem, onde eram estimuladas predominantemente as ondas alfa, durante um tempo 25 minutos antes da sessão de treinamento da tarefa hábil-motora. Houve muito reforço positivo, no início e no decorrer de todos os lançamentos, já que havia o interesse de verificar os efeitos de um modelo de integração sensorial intensificado e da

estimulação cerebral por sinterização fótica e auditiva na aprendizagem da tarefa hábil motora de referência.

Na última sessão de treinamento da tarefa hábil-motora, foram realizados 40 arremessos e, ainda, o Teste de Transferência, composto de 10 lançamentos (VIEIRA et al., 2006; BRUZI et al., 2006; TERTULIANO et al., 2007), somando um total de 650 arremessos, durante 13 sessões de treino, com 50 tentativas diárias.

Por fim, todas as crianças selecionadas para a pesquisa realizaram o Pós-teste nos mesmos moldes do Pré-teste anteriormente descrito.

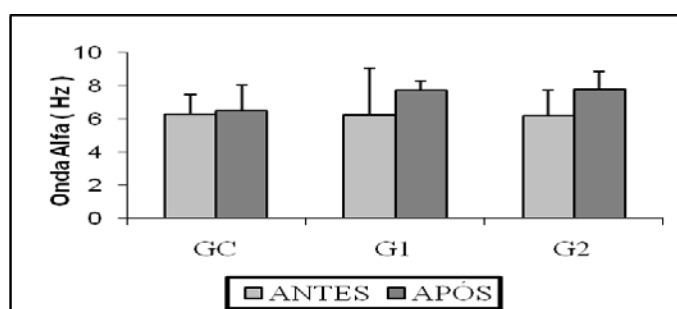
ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram analisados com o objetivo de realizar o teste das hipóteses do estudo; para isso foram utilizadas estatísticas em modelo descritivo e inferencial. Pontos de interesse da estatística descritiva foram as médias e os desvios-padrão dos grupos sobre os escores obtidos nos testes efetivados. Da mesma forma, esses escores foram examinados, no modelo inferencial, através de análises de variância e devido à natureza deles, as análises foram dos tipos paramétrica e não paramétrica. No modelo não paramétrico, selecionou-se o teste *Kruskal Wallis* e para o modelo paramétrico, testes *ANOVA ONEWAY*; o software utilizado foi o SPSS 11.0. Todos os testes efetivados obedeceram ao critério de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Inicialmente serão apresentados os dados do pré e pós-teste dos grupos que participaram do estudo. A amostra deste estudo foi constituída por vinte e um ($n = 21$) participantes, de ambos os gêneros, sendo 13 (61,9%) do gênero masculino e 8 (38,1%) do feminino, com idade entre cinco e seis anos, divididos em três grupos distintos, um grupo controle (GC $n = 7$) e dois experimentais (G1 $n = 7$ e G2 $n = 7$).

Na figura 1, apontam-se as médias de amplitude da onda Alfa entre os grupos GC, G1 e G2, antes e após a realização da tarefa de lançamento do bôlido para um local de referência (stop), durante a aplicação do Pós-teste. Pode-se observar uma tendência de aumento da atividade cortical, sobretudo nos grupos experimentais (G1 e G2), grupos estes submetidos a um programa de treinamento motor associado a um modelo de intensificação de integração sensorial. No entanto os valores, apesar do aumento observado, não são significativos estatisticamente.



ANOVA: * $p \leq 0,05$

FIGURA 1. Média de amplitude de onda alfa, entre os grupos GC, G1 e G2, antes e após a realização da tarefa de lançamento do bôlido para um local de referência (stop), durante a aplicação do pós-teste.

A seguir serão apresentados os dados da fase de aquisição e da fase de transferência referentes aos grupos GC, G1 e G2. A variável mensurada durante a fase de aquisição e a fase de transferência foi a dependente média de erros absolutos. A tabela 1 descreve a variável média de erros absolutos, no primeiro e último dias de treinamento motor, da tarefa de lançamento do bôlido para um local de referência (stop), entre os grupos GC, G1 e G2, durante a fase de aquisição, e permite verificar que não foram encontradas diferenças significativas estatisticamente entre a amostra.

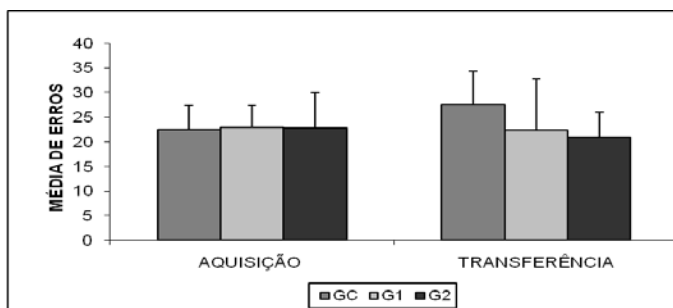
No entanto, é possível verificar, também, assim como o que ocorreu com os dados expostos na figura 1, uma tendência de diminuição na média de erros absolutos, nos grupos submetidos a um programa de treinamento motor associado a um modelo de intensificação de integração sensorial, G1 e G2, analisando-se o primeiro e último dia do treino hábil-motor.

TABELA 1. Média de erros absolutos, entre os grupos GC, G1 e G2, do primeiro e último dias de treinamento hábil-motor, da tarefa de lançamento do bôlido para um local de referência (stop), durante a fase de aquisição.

GRUPOS	PRIMEIRO	ÚLTIMO	LEVENE	ANOVA
	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	p	p
GC	22,43 ± 4,99	27,43 ± 6,9	0,402	0,088
G1	22,29 ± 4,46	10,48 ± 3,96		
G2	22,71 ± 7,32	5,08 ± 1,92		

ANOVA: * $p \leq 0,05$

Essa tendência de melhora, como acima mencionada, pode ser pensada como explícita quando se compara a média de erros absolutos, entre todos os grupos, tendo-se como referências a Fase de Aquisição e a de Transferência. Ou seja, a média dos referidos erros, como é demonstrado na figura 2, diminui bastante à medida que a prática de lançamento do bôlido para o sinal de parada (stop) aumenta em vezes. Essa melhora, todavia, ocorreu somente para os grupos G1 e G2. Para o grupo controle, isso mesmo não foi verdadeiro. Na verdade, na transferência este grupo revelou uma performance deteriorada em relação à sua fase de aquisição.



ANOVA: * $p \leq 0,05$

FIGURA 2. Média de erros absolutos, entre os grupos GC, G1 e G2, nas fases de aquisição e de fase de transferência, na tarefa de lançamento do bôlido para um local de referência (stop).

DISCUSSÃO

Aprendizagem motora é o conjunto de processos associados à prática ou à experiência, conduzindo a mudanças relativamente permanentes na capacidade de executar performance hábil-motriz (PINHO et al., 2007). Trata-se da mudança de comportamento viabilizada pela plasticidade dos processos neurais cognitivos, que evoluem gradativamente, conforme ocorre a maturação do córtex pré-frontal que, por sua vez, é mediada pela intencionalidade, valores e história do indivíduo (ANDRADE, LUFT, ROLIM, 2004). A explicação para esse fato é que córtex cerebral é suscetível a modificações em vários aspectos durante a aprendizagem (BASTOS et al., 2004).

A aprendizagem motora, também, provoca aumento da atividade Alfa (lenta e rítmica entre 8-12 Hz) na área pré-motora e motora do cérebro (LUFT, ANDRADE, 2006), e essa onda permite uma maior facilidade de aprendizagem (BONINI-ROCHA et al., 2008). Fenômeno semelhante a esse é mostrado na figura 1, onde se observa um aumento nas médias de amplitude de Alfa que, mesmo sem a relevância estatística, mostrou uma tendência de aumento da atividade cortical, indicativa de melhora funcional no Pós-teste, em todos os grupos estudados.

Comparando-se o primeiro e último dia de treinamento motor, foi possível observar a diminuição da média de erros absolutos, dessa forma caracterizando algum aumento em aprendizagem, durante o processo de aquisição da tarefa nos grupos experimentais (G1 e G2). Esse efeito observado, apesar de não ter encontrado a significância estatística relatada em estudos como o de Cruz (2003), em que se afirma que o treinamento motor permite a adaptação do córtex sensorio-motor e o processo de aprendizagem hábil-motriz, começa com um indivíduo sendo confrontado com uma determinada tarefa que requer ação da musculatura esquelética para atingir seu objetivo.

Depois de conhecida a tarefa, o processo passa ao estágio motor para refinar a habilidade e organizar eficientemente os padrões de movimentos, desenvolvendo coordenação e controle motor. Finalmente, após prática extensiva, quanto mais complexa a atividade motora mais os novos padrões que emergiram durante a experiência serão memorizados e automatizados. Mesmo assim, diferentemente de Bonini-Rocha et al.(2008), os resultados tendentes à melhora, verificados neste nosso estudo, não se mostraram significativos.

Ainda é importante destacar que os grupos experimentais receberam o treinamento motor associado a um modelo de intensificação de integração sensorial. E a literatura define a capacidade de integração sensorial como um processo que permite ao ser humano sentir o mundo, receber, registrar, modular, organizar e interpretar informações que chegam ao cérebro através dos sentidos (POLLOCK, 2006), mostrando-se um facilitador na capacidade de aprendizagem (GUERREIRO, MAIÃO, 2007). Além disso, o G2, que recebeu a integração sensorial conjugada a estimulação cerebral fótica e auditiva, mesmo sem relevância estatística, foi o que apresentou melhor desempenho hábil-motor em relação aos outros grupos. Essa falta de comprovação estatística na aprendizagem hábil-motriz não condiz com os trabalhos de Cardoso (2004), Marques et al. (2006) e Silva et al. (2008), os quais apontam a estimulação fótica e auditiva como um valioso instrumento na promoção desse tipo de aprendizagem.

Comparando-se, também, a fase de aquisição com a fase de transferência, verificou-se aumento em performance motora, através da redução na média de erros absolutos, na fase de transferência. Estudos nessa linha de pesquisa já comprovaram que a fase de transferência permite ao aprendiz a diferenciação dos efeitos transitórios da aprendizagem dos relativamente permanentes (TERTULIANO et al., 2007). E, ainda, otimiza a aprendizagem (TANI, MEIRA Jr., GOMES, 2005); além de promover um efeito de adaptação mais visível nas tarefas experimentadas na fase de aquisição (BARREIROS, 2006).

A hipótese considerando a efetividade dos dois fatores – estimulação cerebral e intensificação sensorial sobre a tarefa de aprendizagem – não recebeu suporte total quando da análise inferencial dos dados. Contudo os dados descritivos dos grupos deixam clara uma efetividade parcial, fazendo valer a noção da possibilidade positiva do uso desses recursos de ensino. De certa forma, os resultados relacionados acima indicam que essa comprovação estatística pode ser alcançada. Ou seja, respeitando-se as limitações impostas pelo método e as restrições observadas em função do tamanho amostral utilizado, não representativo para o restante da população, foi possível constatar que a utilização de tais meios serve como plataforma para o direcionamento de profissionais de ensino que busquem meios alternativos para tornar mais eficientes os seus métodos de trabalho.

É importante relatar que a presente investigação aponta para a possibilidade de abertura de um promissor campo de estudos no que se refere aos efeitos da integração sensorial e da estimulação fótica e auditiva em termos de aprendizagem hábil-motora da criança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A.; LUFT, C.B.; ROLIM, M.K.S.B. O desenvolvimento motor, a maturação de áreas corticais e a atenção na aprendizagem motora. **Efdeportes**, n.8, nov, 2004.

BARREIROS. J. Interferência e variabilidade na aprendizagem. **Rev Brás Educ Fís Esp**, São Paulo, v.20, n.5, p.41-2, set, 2006.

BASTOS, V.H. ET AL. Análise da distribuição de potência cortical em função do aprendizado de datilografia. **Rev Brás Méd Esp**, v.10, n.6, p.494-99, nov/dez, 2004.

BONINI-ROCHA, A.C.; TIMM, M.I.; CHIARAMONTE, M.; ZARO, M.; RASIA-FILHO, A.A.; WOLF, D. ET AL. Metodologia para observação e quantificação de sinais de EEG relativos a evidências cognitivas de aprendizagem motora. **Cien & Cogn**, v.13, n.2, p. 27-50, 2008.

BRUZI, A.T.; PALHARES, L.R.; FIALHO, J.V.A.P.; BENDA, R.N.; UGRINOWITSCH, H. Efeito do número de demonstrações na aquisição de uma habilidade motora: um estudo exploratório. **Rev Port Cien Desp**, São Paulo, v.6, n.2, p.179-187, 2006.

CARDOSO, F.B. **Estimulação cerebral e aprendizagem motora: efeitos na aprendizagem do jogo de boliche**. 2004. Tese de Mestrado em Ciência da Motricidade Humana, UCB, Rio de Janeiro.

CRUZ, J.F. **Modificações plásticas na atividade eletro-cortical em função da aprendizagem de datilografia**. 2003. Tese de Mestrado em Ciência da Motricidade Humana, UCB, Rio de Janeiro.

GUERREIRO, A.; MAIÃO, E.C.R.G. **Integração Sensorial: uma modalidade de reabilitação para crianças com distúrbios neuromotores, sensoriais e déficit de aprendizagem**. Trabalho de Conclusão do Curso de Fisioterapia, Faculdades Adamantinenses Integradas, Adamantina, 2007.

KELSO, J.A.S.; NORMAN, P.E. Drills (Practice); Infant Behavior; Infants; Motor Development; Perceptual Motor Learning; Transfer of Training. **J Develop Psychol**, v.14, n.2, p.153-56, 1978.

LEITE, C.O.; PINHO, F.; KOEHLER, S.M.F. Um estudo sobre as dificuldades de aprendizagem das crianças: contribuições da arte. **La nueva alfabetización: un reto para la educación del siglo XXI**, p.1-9, 2003. Disponível em: <<http://www.cesdonbosco.com/revista/congreso/15-camila%20de%20oliveira%20leite.pdf>>. Acesso em: 15 março 2008.

LUFT, C.; ANDRADE, A. A pesquisa com EEG aplicada à área de aprendizagem motora. **Rev Port Cien Desp**, v.6, n.1, p.106-115, 2006.

MARQUES, L.J.M.; SILVA, V.F.; SILVA, A.P.R.S.; ALBERGARIA, M.B. Padrão de atividade cortical ótima para aprendizagem hábil-motriz e cognitiva. **Fitness & Perform J**, v. 5, n. 3, p. 177-186, 2006.

OKANO, C.B.; LOUREIRO, S.R.; LINHARES, M.B.M.; MARTURANO, E.M. Crianças com dificuldades escolares atendidas em Programa de Suporte Psicopedagógico na Escola: avaliação do autoconceito. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.17, n.1, p.121-28, 2004.

PEREIRA, A.C.S.; AMBRÓZIO, C. R.; SANTOS, C. N.; BORSATO, F.; FIGUEIRA, F. F.; RIECHI, T. I. J. **Família e dificuldades de aprendizagem: uma reflexão sobre a relação pais e filhos**. Laboratório de Neuropsicologia - Departamento de Psicologia, UFPR, Paraná, 2005. Disponível em: <<http://www.proec.ufpr.br/enec2005/download/pdf>>. Acesso em 07 março 2008.

PINHO, D.M.; LAGE, G.M.; UGRINOWITSCH, H.; BRENDA R.N. Efeito da complexidade da tarefa na direção da transferência bilateral em habilidades motoras seriadas. **Rev Port Cien Desp**, v.7, n.2, p.209-16, 2007.

POLLOCK, N. **Sensory integration**. CanChild, Hamilton, n.3, 2006.

SANTOS, A.K. **Aprendizagem motora e seletividade neural em ambiente de ruído**. 2005. Tese de Mestrado em Ciência da Motricidade Humana, UCB, Rio de Janeiro.

SILVA, V.F.; CALOMENI, M.R.; MAXIMILIANO, W.O.P.; RIBEIRO Jr, S.M.S.; PINTO, M.V.M.; SILVA, A.L.S. Efeito agudo da estimulação cerebral, através de luz e som, no tempo de reação motora de jovens atletas. **Efdeportes**, Buenos Aires, a.13, n.120, may, 2008.

TANI, G.; MEIRA JR, C.M.; GOMES, F.R.F. Frequência, precisão e localização temporal de conhecimento de resultados e o processo adaptativo na aquisição de uma habilidade motora de controle da força manual. **Rev Port Cien Desp**, v.5, n.1, p.59-68, 2005.

TERTULIANO, I.W.; UGRINOWITSCH, A.A.C.; UGRINOWITSCH, H.; CORRÊA, U. C. Efeitos da frequência de feedback na aprendizagem do saque do voleibol. **Rev Port Cien Desp**, v.7, n.3, p.328-35, 2007.

VIEIRA, M.M.; ENNES, F.C.M.; LAGE, G.M.; PALHARES, L.R.; UGRINOWITSCH, H.; BRENDA, R.N. Efeitos do intervalo pós-conhecimento de resultados na aquisição do arremesso da Bocha. **Rev Port Cien Desp**, v.6, n.1, p.50-54, 2006.

Endereço para correspondência:

Claudiane José Santana.

Av. 26 de outubro, 2284, Bela Vista, Ipatinga – MG, CEP 35160-208.

Telefone: (31)3823-2830/ (31)8609-9799

E-mail: claudianesant@yahoo.com.br