

# A eficácia da estimulação cortical no desenvolvimento perceptivo motor de adolescentes com síndrome de Down

## *The efficacy of cortical stimulation in the motor perceptual development of adolescents with Down syndrome*

Alisson Padilha de Lima<sup>1</sup>; Fabricio Bruno Cardoso<sup>2</sup>

1 Profissional de Educação Física, Especialista em Educação Especial UCDB/MS, Mestre em Envelhecimento Humano UPF/RS.

Professor da Faculdade de Educação Física da Associação Educacional Luterana BOM JESUS/IELUSC. Joinville - SC, Brasil.

2 Profissional de Educação Física, Mestre em Ciência da Motricidade Humana UCB/RJ, Doutorando em Biofísica UFRJ/RJ.

Coordenador e Professor do Curso de Educação Física da Faculdade São Fidélis – FSF/CENSUPEG. São Fidélis – RJ, Brasil.

### Endereço para correspondência:

Alisson Padilha de Lima  
Faculdade de Educação Física BOM JESUS/IELUSC  
Rua Mafra, Bairro Saguacu, N° 80  
89221-665 - Joinville – SC [Brasil]  
professor.alissonpadilha@gmail.com.

### Resumo

**Objetivo:** Avaliar a eficácia da estimulação cortical no desenvolvimento perceptivo motor de adolescentes com Síndrome de Down (SD). **Métodos:** Realizou-se um estudo experimental, com 36 adolescentes com idade compreendida entre 13 a 17 anos de idade, estudantes da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais, divididos em grupo controle (GA) e grupo experimental (GB). Foram avaliados pelo teste de processamento mental e como procedimento de intervenção utilizou-se o programa de estimulação cortical que foi realizado através de estímulos auditivos por vias de batidas. **Resultados:** Obteve-se para GBXGA um valor significativo entre os blocos  $F= 21.08$  um  $p < 0.01$ , portanto o melhor desempenho dos participantes do GB, não foi ao acaso, pois para dirimir qualquer dúvida aplicou-se o teste de Turkey, que revelou para uma variância  $Q= 0.08$  um  $p < 0.01$ . **Conclusão:** Dessa forma a presente pesquisa constatou a eficácia que a estimulação cortical proporcionou na melhora significativa no desenvolvimento perceptivo motor dos adolescentes com SD.

**Descritores:** Atividade Motora; Estimulação Auditiva; Trissomia do Cromossomo 21.

### Abstract

**Objective:** To evaluate the efficacy of cortical stimulation in the motor perceptual development of adolescents with Down syndrome (DS). **Methods:** An experimental study was carried out with 36 adolescents between the ages of 13 and 17, students of the Association of Parents and Friends of the Exceptional, divided into control group (GA) and experimental group (GB). They were evaluated by the mental processing test and as an intervention procedure the cortical stimulation program was performed through auditory stimuli by beat pathways. **Results:** A significant value was found for GBXGA between the  $F= 21.08$  and  $p < 0.01$  blocks, so the best performance of the participants in GB was not random, since the Turkey test was used to resolve any doubts. Revealed for a variance  $Q= 0.08$  a  $p < 0.01$ . **Conclusion:** In this way the present research verified the effectiveness that the cortical stimulation provided in the significant improvement in the motor perceptual development of the adolescents with DS.

**Key words:** Motor Activity; Hearing Stimulation; Trisomy of chromosome 21.

## Introdução

A Síndrome de Down (SD), também conhecida como trissomia do cromossomo 21, é uma das anormalidades cromossômicas mais comuns nos seres humanos e a causa mais prevalente de deficiência intelectual<sup>1</sup>. Estima-se que mais de 5 milhões de pessoas em todo o mundo são afetadas pela SD<sup>2</sup>.

Além das deficiências intelectuais causadas no início da vida, praticamente todos os pacientes com SD desenvolvem alterações neuropatológicas, ou seja, alterações advindas de doenças causadas por distúrbios neurológicos como a doença de Alzheimer, que acomete o cérebro por volta dos 40 anos, e pelo menos 70% desenvolveram demência por idade dos 55 aos 60 anos<sup>3,4</sup>.

Através da presença de um cromossomo 21 adicional e alterações no conjunto gênico, pessoas com SD manifestam alterações estruturais e funcionais no sistema orgânico, com maior ênfase no sistema nervoso. Assim o encéfalo tende a ser menor que o verificado em outras pessoas, com uma redução no seu peso de 10% a 50%. Em indivíduos com deficiências intelectuais as partes específicas do encéfalo como o cerebelo encontram-se com redução considerável em relação ao seu tamanho normal<sup>5</sup>.

Conforme pesquisa realizada com crianças com SD, Flabiano *et al.*<sup>6</sup> afirmam que principalmente os indivíduos com SD que nascem prematuros e com baixo peso podem, portanto, apresentar atrasos mais acentuados em relação ao seu desenvolvimento neuromotor, desenvolvimento cognitivo e de linguagens expressivas durante a vida.

Em consequência das alterações neurofisiológicas identificadas, o desenvolvimento cognitivo das pessoas com SD foi usualmente marcada por concepções estereotipadas e sedimentadas. Anteriormente as descobertas científicas anatômicas e morfológicas do ser humano se acreditavam que o cérebro após o seu desenvolvimento, tornava uma estrutura estática e rígida, e que lesões nele seriam permanentes, pois

suas células, após passarem pelo processo de diferenciação, não poderiam ser reconstituídas ou reorganizadas<sup>7</sup>.

No entanto após as descobertas científicas e a evolução da pesquisa humana, sabe-se que o cérebro é uma estrutura dinâmica com capacidade de adaptabilidade, e que, mesmo no cérebro adulto, há evidências de plasticidade neural ou neuroplasticidade, definida como a propriedade do sistema nervoso de alterar a sua função ou as suas estruturas em respostas às influências ambientais que o atingem<sup>8</sup>.

O termo estimulação cortical se caracteriza através de uma técnica de estimulação auditiva, que busca trabalhar a predominância das ondas corticais tipo alfa, responsáveis pela aprendizagem motora. Essa metodologia utilizada é baseada em frequências do tipo alfa entre 8 e 13 hertz (hz), como normalmente utilizada em estudos nesta linha de investigação<sup>9</sup>.

A estimulação cortical pode ser usada para estimular ritmos elétricos no cérebro, esses estímulos das ondas cerebrais podem ser alcançados pelas batidas binaurais ou *isochronic tones*, e a gama das ondas cerebrais vai de 0 a 40 hz. Grande parte dessas frequências está fora da capacidade auditiva humana, porém, existem métodos específicos para realizar este estímulo, utilizando aparelhos que geram binaural *beats*, proporcionando modificações ou ganhos no repertório perceptivo motor do ser humano<sup>10</sup>.

Nesse contexto, a estimulação cortical por via auditiva, através das batidas binaurais pode proporcionar melhoras no desenvolvimento perceptivo motor. Embora a SD seja determinada geneticamente, é possível admitir uma plasticidade cerebral, pois o organismo humano possui uma alta capacidade de se adaptar ao meio, ou seja, favorecendo no processo de tomada de decisão ao realizar atividades complexas que exijam destreza do sistema motor<sup>11</sup>.

Portanto, a presente pesquisa tem por finalidade avaliar a eficácia da estimulação cortical no desenvolvimento perceptivo motor de adolescentes com SD.

## Materiais e métodos

O presente estudo foi desenvolvido através de um formato experimental, considerando-se que uma pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável independente produz diretamente na variável dependente, isto sendo realizado em uma avaliação antes (pré-teste), e outra avaliação após (pós-teste) a aplicação da intervenção<sup>12</sup>.

Este estudo foi desenvolvido respeitando as Normas estabelecidas na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde de 10/10/1996, com relação à realização de Pesquisa em Seres Humanos, sendo submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do CEULJI/ULBRA e aprovado sob o número de protocolo 043/11.

Todos os participantes do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TECLE), constando os aspectos relativos ao estudo, tais como, objetivo, caráter de voluntariedade da participação e para aderir e/ou sair do estudo, benefícios e possíveis riscos, procedimentos de avaliação, procedimentos de emergência, entre outros.

A amostra do estudo foi composta por 36 adolescentes com idade compreendida entre 13 e 18 anos de idade, estudantes da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) do Rio de Janeiro. Como critérios de inclusão se utilizaram: crianças que não apresentaram disfunções neuromotoras de estrabismo e de déficits auditivos severos, e que seriam portadores da síndrome de Down. Foram excluídas do estudo todas as crianças que não obedeceram aos critérios acima e que não aceitaram participar da pesquisa.

Os alunos foram divididos em dois grupos, o primeiro grupo foi o controle (GA) que realizaram atividades de sua rotina diária e o grupo experimental (GB) que foi submetido à estimulação cortical. Todos os estudantes do grupo censo foram submetidos, na mesma Escola em que os referidos alunos frequentam, de forma individual e nos horários normais de aula, ao Teste de

Processamento Mental (TPM). Segundo Schmidt e Wrisberg<sup>13</sup>, têm o intuito de avaliar o tempo que decorre da apresentação de um estímulo não antecipado ao início da resposta. O tempo de reação ao estímulo foi medido por meio do teste de dupla escolha, informatizado e elaborado por Silva<sup>14</sup>.

A realização dos testes ocorreu em uma sala de aula da própria instituição APAE, previamente preparada, com luminosidade adequada e fechada para minimizar influências de sons advindos do ambiente externo. A avaliação foi precedida por uma breve explicação, com instruções sobre o procedimento a ser adotado. Após o aluno afirmar não ter dúvida sobre a tarefa a ser executado, o pesquisador, então, iniciou o procedimento de avaliação, solicitando a cada aluno que se posicionasse, sentado em uma cadeira, com seus braços apoiados em uma mesa colocados a sua frente, tendo sobre ela um computador. Na tela do computador, foram apresentados três quadrados: um localizado no centro superior da tela, para acender como luzes de alerta, os outros dois quadrados apareciam, cada um, num canto inferior da tela, funcionando como luz de estímulo na direita ou na esquerda, de forma aleatória. O tempo de alerta foi de quatro segundos para o início do estímulo.

Após o estímulo, o aluno deveria executar uma atividade motora que consistia em apertar uma tecla correspondente a uma letra, previamente estabelecida, ou seja, a tecla com a letra A - caso o estímulo aparecesse no quadrado do lado esquerdo - e a tecla com a letra L, caso o estímulo aparecesse no lado direito.

Solicitou-se aos alunos que realizassem dez tentativas, sendo, para cada uma, medido o tempo de resposta, assim considerado: para a luz do lado direito, a resposta deveria ocorrer do lado direito, para a luz do lado esquerdo, a resposta deveria ocorrer do lado esquerdo.

O programa de estimulação cortical foi realizado através de estímulos auditivos por vias de batidas "*binaural beats*" com a frequência alfa entre 8 e 12 hz, como normalmente se emprega em estudos desta natureza e que corresponde à

frequência que parece estimular as áreas corticais responsáveis pela aprendizagem motora<sup>9</sup>. Para a realização dessa intervenção foi entregue a cada participante um aparelho de MP3 da marca "IPOD" com toda programação adequada e com fone de ouvidos estéreos.

Os alunos executaram o referido programa em uma sala ampla e foram orientados a ficar em silêncio e de maneira confortável. O programa de estimulação cortical foi realizado em 60 sessões, 3 vezes por semana, durante 4 meses, com duração de 40 minutos cada, de estimulação cortical, através de estimulação auditiva (batidas binaurais com frequência entre 8 e 10 hz 0min/2min - 8hz; 2min/5min - 10hz/8hz; 5min/30min - 8hz/9hz; 31min/37min - 9hz; 38min/40min - 8hz/10hz).

A análise dos dados deste estudo foi realizada com base na comparação de resultados estatísticos utilizando-se o programa de estatística BIOESTAT 5.0. Os resultados que foram obtidos em ambos os momentos pelos dois grupos no teste de tempo de reação, foram inicialmente testados, pelo teste de Shapiro-Wilk, e de acordo com os resultados obtidos no teste de normalidade, optou-se por um instrumento paramétrico de análise de variância para a comparação entre as avaliações, num sistema intragrupos e intergrupos a um nível de significância de  $p \leq 0.05$ .

## Resultados

Participaram dessa pesquisa 36 adolescentes com SD, idade média de  $15.32 \pm 1.09$  anos, apresentando características antropométricas de estatura com  $1.59 \pm 5.21$  metros e massa corporal de  $62.37 \pm 3.29$  quilogramas.

Na tabela 1 se apresenta o resumo descritivo do TPM, mostrando uma melhora significativa, identificando um efeito positivo da intervenção desenvolvida, já que quanto menor o tempo de resposta melhor é o desempenho do indivíduo.

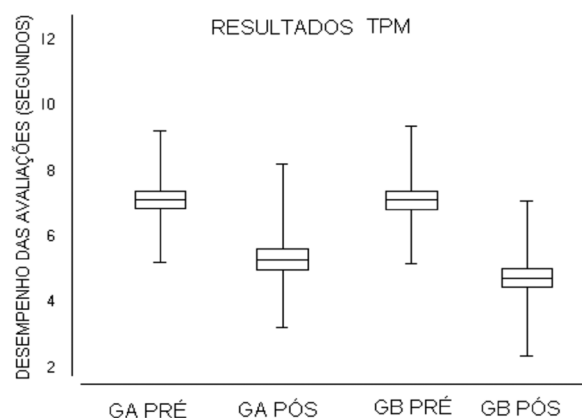
Ao estabelecer uma análise de variância para uma comparação intragrupo num sentido

**Tabela 1: Resumo Descritivo do TPM dos adolescentes com SD**

Categorias	GA PRÉ	GA PÓS	GB PRÉ	GB PÓS
Mínimo	5.22	3.25	5.22	2.15
Máximo	9.22	8.22	9.41	6.87
Média Aritmética	7.14	5.31*	7.16	4.53**
Variância	1.34	1.85	1.37	1.45
Desvio Padrão	1.15	1.36	1.17	1.20
Erro Padrão	0.27	0.32	0.27	0.28
Coefficiente de Variação	16.23%	25.59%	16.34%	26.65%

Legenda: \* Comparação intergrupo  $p = 0.03$  \*\* Comparação intergrupo  $p = 0.02$

de verificar a intervenção mais eficaz e eficiente, ou seja, a evolução dos participantes de ambos os grupos, obteve-se para GBXGA um valor significativo entre os blocos  $F = 21.08$  um  $p < 0.01$ , portanto o melhor desempenho dos participantes do grupo B, não foi ao acaso, pois para dirimir qualquer dúvida aplicou-se o teste de Turkey, que revelou para uma variância  $Q = 0.08$  um  $p < 0.01$ .



**Figura 1: Comparação dos resultados intergrupos do TPM.**

## Discussão

Através dos resultados apresentados, pode-se afirmar que a presente pesquisa atendeu aos seus objetivos, identificando e comprovando

a eficácia da estimulação cortical na melhora do desenvolvimento perceptivo motor dos adolescentes com SD aqui avaliados.

Em estudo realizado com alunos com SD de ambos os sexos e faixas etárias diferentes, foi obtidos resultados semelhantes a presente pesquisa na melhora do déficit de atenção desses alunos, através da estimulação cortical, o que vem a mostrar a eficiência do método empregado nessa pesquisa e a importância na melhora de aspectos neuromotores de indivíduos com SD<sup>11</sup>.

Adolescentes com SD podem obter melhoras no sistema perceptivo motor, desde que sejam estimulados de forma correta com diferentes métodos como o de estimulação cortical desenvolvido no presente estudo. Conforme Brito *et al.*<sup>15</sup> identificou em sua pesquisa, indivíduos com SD, seja em função de um menor nível de deficiência intelectual ou mesmo de vivência motora, podem ter êxito em diversas tarefas quando estimulados de forma particular.

Segundo Flabiano *et al.*<sup>6</sup> ao avaliar crianças SD, afirmaram que se devem realizar intervenções precocemente para que esses indivíduos possam obter uma melhor qualidade de vida e melhoras no desenvolvimento neuropsicomotor, cognitivo, emocional e social.

Outro fator importante a se considerar com os resultados dessa pesquisa é o conhecimento do funcionamento cerebral e sua plasticidade, que pode ser aplicado no sentido de potencializar o desenvolvimento cognitivo de pessoas com SD. Dessa forma como uma possível opção de intervenção, a estimulação cortical por vias auditivas, pode ser um tipo de ativação neural que proporciona um excelente método na melhora das variáveis fisiológicas do ser humano<sup>16</sup>.

A combinação de intervenções ludomotoras com a estimulação cortical também poderia ser um método ainda mais eficaz na melhora do desenvolvimento perceptivo motor de indivíduos com SD, haja vista que os pesquisadores Lima e Cardoso<sup>17</sup> ao testarem essa combinação de intervenção com 150 crianças, com idade de 5 a 7 anos, encontrou melhoras significativas no

desenvolvimento cinestésico corporal, melhorando e favorecendo ganhos no seu repertório motor para que se possam realizar tarefas simples e complexas que exijam a integração do seu sistema neuromotor.

Os escores positivos desse estudo podem ser explicados pela associação do processo de aprendizado, o desenvolvimento cognitivo ao funcionamento do cérebro e sua capacidade de plasticidade. Essas informações ficam evidentes na pesquisa de Lima *et al.*<sup>18</sup> ao avaliarem 80 escolares, com idade de 10 a 14 anos, da rede privada de ensino do município de Ariquemes Estado de Rondônia. Os autores identificaram melhora acentuada na concentração dos alunos que possuíam dificuldades na atenção posteriormente a aplicação do programa de estimulação cortical.

Em outro método através da avaliação da informática educacional sendo aplicada simultaneamente com a estimulação cortical em crianças Beresford *et al.*<sup>19</sup>, promoveram uma melhora na adaptação dos mecanismos neurais do córtex responsável pela conexão intra-hemisférica, com isso melhorando a capacidade de atenção e concentração dos seus avaliados, o que vem a comprovar a eficácia desse método empregado em estudos dessa natureza.

É justamente neste mecanismo que atua a estimulação auditiva, permitindo condicionar a atividade cortical para melhorarmos um determinado desempenho, abrindo com isto as portas para que o córtex receba e interprete os diversos estímulos, selecionando as respostas mais adequadas para cada um deles e assim proporcionando benefícios na melhor da integração do sistema perceptivo motor<sup>20</sup>.

Dessa forma, sessões de estimulação cortical, utilizando sons em frequência específica (em torno de 8 a 12 hz) modulada por meio de batidas denominadas como binaurais, tipo de batida que é percebida pela mistura de dois tons ligeiramente diferentes, processadas pelo cérebro, como se a batida fosse produzida dentro da cabeça, diferente da batida monaural, captada pelo ouvido externo e encaminhada para o processamento cerebral, pode obter melhoras signi-



ficativas no desenvolvimento perceptivo motor, na melhora da atenção e concentração de diferentes populações e na realização das tarefas que implicam uma necessidade de integração maior da plasticidade cerebral no ato motor<sup>11,17,18,21</sup>.

## Conclusões

Pode-se concluir que é eficaz um programa de estimulação cortical na melhora do desenvolvimento perceptivo motor de adolescentes com síndrome de Down, através das ondas alfas proporcionadas pelas batidas binaurais, o que vem a proporcionar uma exigência maior na neuroplasticidade cerebral durante a realização de diferentes tarefas motoras com nível de exigência complexa. Dessa forma a presente pesquisa constata através dos seus resultados obtidos que esse método é satisfatório quando aplicado de forma correta, em estudos dessa natureza e na melhora do perfil neuromotor.

Recomenda-se que sejam feitas mais pesquisas identificando a importância da estimulação cortical no desenvolvimento perceptivo motor de indivíduos com SD, em ambos os gêneros e numero populacional maior.

## Referências

1. Wilcock DM, Griffin WS. Down's syndrome, neuroinflammation, and Alzheimer neuropathogenesis. *J Neuroinflammation*. 2013; 10:84.
2. Hartley D, Blumenthal T, Carrillo M, DiPaolo G, Esralew L, Gardiner K, Granholm AC, Iqbal K, Krams M, Lemere C, Lott I, Mobley W, Ness S, et al. Down syndrome and Alzheimer's disease: Common pathways, common goals. *Alzheimers Dement*. 2015; 11:700–709.
3. Lai F, Williams RS. A prospective study of Alzheimer disease in Down syndrome. *Arch Neurol*. 1989;46:849–853.
4. Wisniewski KE, Wisniewski HM, Wen GY. Occurrence of neuropathological changes and dementia of Alzheimer's disease in Down's syndrome. *Ann Neurol*. 1985; 17:278–282.
5. Dowjat WK *et al*. Trisomy-driven overexpression of DYRK1A kinase in the brain of subjects with Down syndrome. *Neurosci*. 2007;413:77-81.
6. Flabiano FC, Buhler KECB, Limongi, SCO. Desenvolvimento cognitivo e de linguagem expressiva em um par de gêmeos dizigóticos: influência da síndrome de Down e da prematuridade associada ao muito baixo peso. *Rev Soc Bras Fon* 2009;14(2):267-74.
7. Lent R. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Atheneu, 2005.
8. Leone A *et al*. The Plastic Human Brain Cortex *Ann. Rev Neurosc* 2005;28:377-401.
9. Cardoso FB. A utilização do programa de potencialização cerebral para a melhoria no lançamento da bola de boliche para atletas da seleção juvenil colombiana B. Dissertação de Mestrado. Universidade Castelo Branco. Rio de Janeiro, 2007.
10. Cardoso FB, Machado SEC, Silva VF. Estimulação Cerebral e Aprendizagem Motora: Efeitos no Aprendizado do Jogo de Boliche. Apresentado no III Congresso Científico Latino-Americano da FIEP, Foz do Iguaçu/PR, Brasil, 2006.
11. Macedo LS *et. al*. O valor da estimulação cortical voltado para o déficit de atenção de alunos com síndrome de Down. *Ciênc e cogn*. 2010;15(3):13-22.
12. Barros AJP, Lehfeld NAS. Fundamentos de metodologia científica: um guia para a iniciação científica. São Paulo: Makron Books, 2000.
13. Schmidt R, Wrisberg C. Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema. Porto Alegre: Artmed, 2001.
14. Silva VF. Metacognição: conteúdo de um segundo cérebro? Laboratório de neuromotricidade. Rio de Janeiro: UCB-RJ, 2004.
15. Brito A, Silva IL, Cardoso F, Beresford H. Avaliação do perfil cinestésico corporal de crianças com Síndrome de Down: um parâmetro para se atender à proposta das Diretrizes Curriculares Nacionais para a educação especial. *Ensaio: aval. pol. públ. Educ*. 2009;17(63):341-354.

16. Calomeni MR, Almeida MWS, Neto NTA, Silva VF. Variação da frequência cardíaca durante uma sessão de estimulação cortical e imagética. *Fit & Perform J.* 2009;8(1):5-8.
17. Lima AP, Cardoso FB. A importância de um programa ludomotor e da estimulação cortical no desenvolvimento cinestésico de crianças. *Saúde (Sta Maria)*. 2014;40(2):147-154.
18. Lima NP, Lima AP, Silva IL, Cardoso FB, Beresford H. Avaliação dos efeitos da estimulação cortical durante realização de tarefa estímulo resposta em escolares. *Meta: Aval.* 2015;7(21):294-395.
19. Beresford H, Rosa AS, Rosa TS, Cardoso FB. O valor da informática educacional para a melhora do desenvolvimento lógico-matemático de crianças. *Meta: Aval.* 2010;2(4):60-72.
20. Calomeni MR, Neto NTA, Leal KOF, Silva VF. Estimulação fótica e auditiva: Efeitos em criança hiperativa. *Perspect onl* 2008;5(2):34-42.
21. Lima AP, Cardoso FB, Silva IL, Madeira LF, Franco AS. Avaliação da eficácia de um programa de estimulação cortical para a melhora da atenção de crianças com TDAH. *Saúde (Sta Maria)*. 2014;40(1):69-74.

