

NEUROFEEDBACK: UMA OPÇÃO NÃO MEDICAMENTOSA PARA O TRATAMENTO DO TDAH

Professor Silvio Souza Aguiar¹

INTRODUÇÃO

Com uma taxa de prevalência mundial de 5,3% entre crianças e adolescentes até 18 anos, o Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) é a síndrome mental mais pesquisada na atualidade, sendo que 70% das crianças mantêm os sintomas na fase adulta, interferindo significativamente nas funções acadêmicas, vocacionais e sociais. O TDAH, no que tange à sintomatologia, é classificado em três subtipos: um com predominância de desatenção, outro com predominância de hiperatividade/impulsividade e o terceiro reunindo os sintomas de desatenção e hiperatividade/impulsividade. (EVANS, 2009, p. 267-268)

Na busca de procedimentos para o tratamento do TDAH, devido à grande variação da sintomatologia entre os pacientes, principalmente no que tange aos déficits cognitivos associados, os pesquisadores encontram dificuldade na elaboração de protocolos exclusivamente biomédicos, sugerindo a avaliação de abordagens não farmacológicas que atuem de forma direta nos processos cognitivos, como o treino de habilidades atencionais, de memória de trabalho e neurofeedback. (KAPCZINSKI, QUEVEDO & IZQUIERDO, 2011, p. 261-273)

O presente artigo tem como objetivo apresentar de forma sucinta as técnicas de Neurofeedback (NFB) e sua aplicação no tratamento do TDAH.

BIOFEEDBACK EEG OU NEUROFEEDBACK

As técnicas de treinamento do controle voluntário de respostas fisiológicas pelo condicionamento operante, denominada Biofeedback (BFB), começaram a ser desenvolvidas no início do século XX, tendo como alvo o relaxamento muscular. Valendo-se da mediação

cortical, ou seja, pela intervenção do Sistema Nervoso Central (SNC), atua-se na atividade do Sistema Nervoso Periférico (SNP) exercendo o controle voluntário sobre a atividade muscular esquelética com o apoio de equipamentos de eletromiografia (EMG). Posteriormente, na década de 1970, pesquisas demonstraram a possibilidade do controle cortical voluntário e autorregulação de diversas respostas fisiológicas relacionadas ao Sistema Nervoso Autônomo (SNA), destacando o comportamento vasomotor e pressão arterial, sudorese e condutividade da pele (atividade eletrodérmica), temperatura da pele e variação e ritmo respiratório e cardíaco, correlacionando-as a estados mentais e desordens clínicas. (SCHWARTZ & ANDRASIK, 2003, p. 3-8; PEPPER, 2008, p. 10)

Basicamente, BFB é uma técnica de modelagem comportamental através da leitura e monitoramento de uma variável fisiológica vinculada ao comportamento que se pretende modificar. Utilizando sensores posicionados na superfície do corpo, o sinal é captado, amplificado, filtrado, processado e retornado ao treinando sob a forma de *feedback* auditivo ou visual, informando sua aproximação ou afastamento ao padrão estabelecido como alvo de treinamento. O *feedback* atua também como reforço na modelagem comportamental, na medida em que o psicofisiologista, através do *software* de treinamento, intervém na liberação do reforço e no nível da resposta fisiológica alvo. Dessa forma, o BFB permite ao treinando tomar consciência de uma determinada atividade fisiológica, antes inconsciente, em conjunto com a percepção da sua influência voluntária sobre ela. Através do autocontrole sobre a resposta fisiológica, o treinando poderá modificar o comportamento disfuncional a ela relacionada, e na direção pretendida. (CRISWELL, 1995, p. 3-14; PEPPER, 2008, p. 1-3)

Utilizando como variável de trabalho a atividade cortical, o Biofeedback Eletroencefalografia (EEG), ou Neurofeedback, surge na década de 1960, no *Langley*

¹ Psicólogo, com especialização em *Neurofeedback* e em Neurociências Aplicadas ao Aprendizado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Porter Neuropsychiatric Institute da Universidade da Califórnia, em San Francisco, com as pesquisas realizadas por Joe Kamiya, correlacionando os estados psicológicos do sujeito em treinamento com a leitura eletroencefalográfica. Kamiya treinou alunos para obterem o controle voluntário sobre a produção de ondas cerebrais na faixa entre 8 e 12 Hz, denominada de banda Alpha, no lobo parietal direito. Posteriormente, Barry Stermann e colegas do Departamento de Anatomia e Neurologia da Universidade da Califórnia, em Los Angeles, descobriram, em pesquisas com gatos, que os animais desenvolveram o controle voluntário do ritmo de 12 a 15hz no córtex sensorio-motor, pela total imobilidade corporal, reforçados por uma recompensa comestível. Stermann, que posteriormente realizou pesquisa semelhante com humanos, cunhou a expressão Ritmo Sensorio Motor (RSM) para a banda de frequência de 12 a 15hz, quando produzida no córtex sensorio-motor. (NICOLELIS, 2011, p. 267; DEMOS, 2005, p. 16; BLUMENSTEIN; BAR-ELI; TENENBAUN, 2002, p. xii)

As modalidades de NFB fundamentam-se em dois princípios básicos: a atividade eletroquímica do cérebro reflete os estados mentais; e essa atividade pode ser treinada. Captados por eletrodos fixados no couro cabeludo, os sinais gerados pela atividade neural são enviados ao equipamento denominado Interface Cérebro Computador ou BCI (de *Brain Computer Interface*) que os amplifica e os transmite a um computador na forma de onda denominada de EEG global. No computador, o EEG global é tratado por um *software* específico que o segmenta nas seguintes bandas de frequência: Delta (0,5 a 3 Hz), predominante no sono profundo e nos momentos de redução da atividade dos neurônios piramidais, caracterizando a mente inconsciente; Theta (4 a 7 Hz), presente nos estados de sonolência, oriunda da atividade talâmica e do sistema límbico, está relacionada à mente subconsciente e seus conteúdos emocionais, pensamentos globais,

crenças e valores, bem como à criatividade, espiritualidade etc.; Alpha (8 a 12 Hz), que se relaciona com estados meditativos de calma e tranquilidade interior, foco relaxado, estado observador, calmo, porém atento, sendo descrito como o ritmo da marcha lenta; Ritmo Sensorio Motor (13 a 15 Hz), banda medida na região do córtex sensorio-motor, caracteriza o estado de prontidão para executar um movimento, um estado calma ativa (corpo calmo e mente alerta) permitindo o ajuste antecipatório à ação; Beta (13 a 38 Hz), faixa que reúne as frequências mais rápidas produzidas no tronco cerebral e no córtex, associadas ao processamento da informação, à atenção e à orientação externa; Gama (38 a 42 Hz), ou mais especificamente 40 Hz ou ritmo Sheer, é encontrada em todo o cérebro e está relacionada com a eficiência cognitiva, aprendizado, compreensão da linguagem, retenção da memória, ao aumento da atenção e foco concentrado. As bandas de frequências constituem a base informacional, tanto para a avaliação e montagem dos protocolos, como para o próprio treinamento. (THOMPSON & THOMPSON, 2003, p. 4; SOUTAR; LONGO, 2011, p. 93-117)

AVALIAÇÃO E TREINAMENTO EM NEUROFEEDBACK

Inicialmente, seguindo um roteiro padrão, realiza-se o processo de avaliação das funções cerebrais, denominado de EEG quantitativo (qEEG). A atividade cerebral é gravada em 20 pontos do escalpo (sites), durante cerca de 60/70 min, em momentos em que o

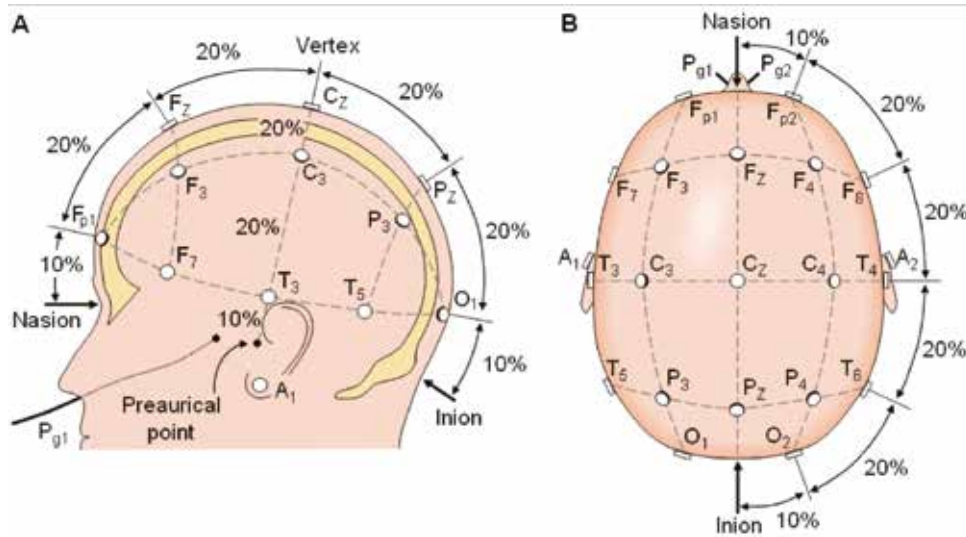


Figura 1 - Sistema 10-20 de posicionamento de eletrodos para aquisição de dados em EEG. Fonte: <http://www.diytdcs.com/tag/1020-positioning/>

paciente ficará com os olhos fechados (1min), olhos abertos (1min) e realizando uma atividade inerente a cada área avaliada (1min). Utiliza-se o sistema internacional de posicionamento de eletrodos cujas coordenadas são definidas por letras de números, conforme a fig. 1, abaixo. Posteriormente, os dados coletados são comparados a uma base etária normativa, permitindo a avaliação clínica e a identificação das necessidades individuais de treinamento. Com base na avaliação dos resultados, monta-se o protocolo de treinamento, especificando áreas corticais e as bandas de ondas que serão inibidas ou incrementadas, bem como as modificações em coerência e fase necessárias. Um sistema computacional específico para o treinamento em NFB permite monitorar em tempo real a atividade cerebral sob os eletrodos, identificando tempestivamente quando ela se aproxima ou atinge o padrão pré-definido como alvo, permitindo assim reforçá-lo e modelá-lo na direção desejada. (CANTOR & EVANS, 2014, p. 2-3)

TDAH E O NEUROFEEDBACK

Em 2002, o *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, com base em evidências empíricas disponíveis, sugeriu que clínicos e pais considerassem o NFB como o tratamento de primeira linha para pacientes de TDAH, quando não se desejar um tratamento farmacológico, ou quando ocorrerem efeitos colaterais ou insuficientes melhoras pelo fármaco. (HIRSHBERG et al., 2005, apud BUDZYNSKI et al., 2009, p. 353)

Embora por muitos anos tenha havido controvérsias sobre a eficácia do NFB no tratamento do TDAH, as pesquisas no campo se desenvolveram, e, em outubro de 2012, a *American Academy of Pediatrics* classificou o NFB como Nível 1, indicando a técnica como o melhor suporte para intervenções em TDAH. O Nível 1 é a mais alta classificação possível e coloca o NFB no mesmo patamar de eficácia do tratamento medicamentoso e da terapia comportamental para pacientes com TDAH. (Cf. RABINER, 2014)

Apesar do TDAH ser uma das desordens mais pesquisadas nos últimos anos, ainda não se pode afirmar suas causas, havendo um consenso de não se tratar de um déficit funcional em área específica do cérebro, apesar de o lobo pré-frontal ter participação direta em todas as funções correlacionadas aos sintomas comportamentais do TDAH. Alguns pesquisadores apontam a incapacidade de inibir comportamentos inadequados

como o núcleo do TDAH, uma vez que a desatenção aparece em várias outras psicopatologias e a impulsividade e hiperatividade, questões relacionadas ao córtex órbito-frontal, serem praticamente específicas do TDAH. (CANTOR & EVANS, 2014, p. 139 - 141)

As pesquisas iniciais com leitura exclusiva do EEG apontavam a excessiva presença de ondas lentas no córtex pré-frontal (CPF) e, por conseguinte, indicavam a baixa ativação dessa área como sendo a causa dos sintomas do TDAH. Estudos mais recentes, utilizando Imageamento Funcional por Ressonância Magnética (fMRI), propõem que a incorreta ativação dos gânglios de base prejudica o bloqueio das informações irrelevantes. A filtragem adequada permite que apenas as informações relevantes cheguem ao CPF, possibilitando a seleção das respostas adequadas à situação. Ou seja, em pacientes com TDAH o comprometimento desse mecanismo de filtragem causaria uma falha no controle cognitivo das respostas comportamentais. (CANTOR & EVANS, 2014, p. 142 - 151)

Por outro lado, o CPF é uma região altamente conectada com as demais áreas do cérebro, sejam corticais ou subcorticais, recebendo informações de todas as áreas primárias do córtex. As áreas pré-motoras e motoras primárias, integrantes do córtex frontal, são fortemente conectadas aos gânglios de base e ao cerebelo para a execução de ações motoras complexas. O cíngulo anterior, também parte do lobo frontal, é responsável pela regulação das respostas emocionais, mantendo conexões com áreas do sistema límbico ao qual se integra. Assim, o baixo desempenho em tarefas

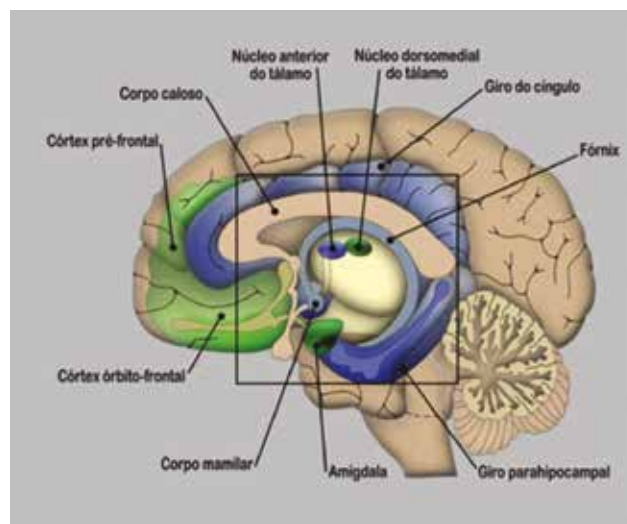


Figura 2 - CPF e o sistema límbico.

Fonte: <http://www.medicinageriatrica.com.br/tag/agressividade/>

mediadas pelo CPF, como as que envolvam memória de trabalho, foco e sustentação da atenção, controle de impulsos e déficits nas funções executivas, presentes no quadro sintomático do TDAH, sugere que os modelos desenvolvidos para o seu entendimento e tratamento priorizem os sites dessa região. (*ibid.*)

PROTOSCOLOS DE TREINAMENTO EM NFB PARA TDAH

Uma vez constatados na avaliação qEEG padrões de atividade cerebral que indiquem, em conjunto com os dados colhidos na anamnese, a presença de um dos subtipos do TDAH, elabora-se um protocolo individualizado de treinamento onde duas questões se destacam: a redução dos sintomas de desatenção (treino da razão Theta/Beta) e a redução dos sintomas de hiperatividade e impulsividade (treino do ritmo de 12 a 15hz no córtex sensorio-motor - Ritmo Sensorio Motor - RSM).

O protocolo de treino da razão Theta/Beta consiste em reduzir a produção de ondas Theta (de 4 a 8Hz) e aumentar a produção de Beta 1 (15 a 18Hz) no vértex (Cz), uma vez que o alto valor absoluto da razão Theta/Beta indica que o cérebro está desacelerando pelo excesso de Theta e baixa produção de Beta 1, sendo incapaz de manter a atenção nos estímulos relevantes. Treina-se, portanto, para baixar o valor da razão Theta/Beta. Pode-se também optar por reduzir Theta em Cz e aumentar Beta 1 em C3, numa montagem bipolar. (Cf. CANTOR & EVANS, 2014, p. 143 – 154; BUDZYNSKI et al., 2009, p. 351-360)

O protocolo de treinamento do RSM atua diretamente na redução dos sintomas de hiperatividade e impulsividade, uma vez que baixos níveis de RSM estão associados a comportamentos inquietos e impulsivos. Aumentando a produção de ondas da banda de 12-15Hz (RSM) em Cz e/ou C4, estimula-se o comportamento de quietude corporal, mantendo-se o estado de alerta. Melhora-se a eficiência da comunicação tálamo-cortical, inibindo os estímulos sensoriais irrelevantes e reduzindo as respostas motoras inadequadas. Um protocolo bastante utilizado reúne o incremento de Beta 1 (15-18Hz) em C3 e o incremento de RSM (12-15Hz) em C4. (*ibid.*)

Alguns pesquisadores preferem apenas incrementar a produção de Beta, sugerindo que a redução de Theta poderá afetar a produção de Theta 6Hz, correlacionada à produção de memórias no hipocampo.

Um exemplo de protocolo que segue esta abordagem seria incrementar a banda Beta de 15-18Hz em C3 e Fz e, posteriormente, incrementar 12-15Hz em C4 e Pz. (*ibid.*)

O NEF HEMATOENCEFALOGRAFICO – NFB HEG

Especialmente para o treinamento de funções do CPF, utiliza-se a modalidade de NFB denominada de Hemoencefalografia Biofeedback (HEG), literalmente “gráfico do fluxo cerebral sanguíneo biofeedback”, que visa desenvolver no paciente a habilidade de controle voluntário do fluxo sanguíneo na área em treinamento. A técnica, desenvolvida por Hershel Toomim em 1995, baseia-se na informação da leitura espectroscópica do nível de oxigenação do sangue como *feedback* para o treinamento do controle voluntário do fluxo sanguíneo no CPF. O princípio é simples: quando você ativa uma área do cérebro, você consome mais oxigênio nessa área. A ativação voluntária permite uma forma de exercício cerebral, incrementando a sinaptogênese e a angiogênese na região estimulada. O incremento do fluxo sanguíneo é lido por um equipamento denominado *Near Infrared Spectroscopy* (NIRS), que mede o quanto vermelho está o sangue circulante na região, pela emissão de um fecho de luz infravermelha que penetra no crânio e reflete retornando ao equipamento. A atividade metabólica no processamento do oxigênio e da glicose torna o sangue mais vermelho indicando maior atividade na região. A informação de aumento ou diminuição do fluxo sanguíneo é enviada ao computador que a transforma em *feedback* auditivo e/ou visual para o sujeito em treinamento. O HEG NFB é largamente utilizado para o treinamento do CPF em pacientes com TDAH, nas regiões de Fp1, Fp2, Fpz, F7 e F8. (Cf. BUDZYNSKI et al., 2009, p. 169-192)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Várias desordens neurológicas são acompanhadas por padrões anormais de atividade cortical observadas na leitura eletroencefalográfica e possíveis de serem avaliadas pelo qEEG (eletroencefalografia quantitativa). Valendo-se da neuroplasticidade e da sinaptogênese, o Neurofeedback como modalidade terapêutica é uma técnica de condicionamento operante apoiado por sistemas computacionais que, apesar de pouco difundida no Brasil, é utilizada na área clínica em diversos países, treinando pacientes para,

de forma voluntária, modificar seus padrões eletroencefalográficos disfuncionais, normalizando e otimizando a atividade cerebral.

Com sucesso no tratamento de diversos distúrbios psicológicos e comportamentais como convulsões, ansiedade, drogadicção, insônia, ineficiências cognitivas, traumas, desordens de humor, Transtorno Obsessivo-Compulsivo (TOC), desordens de personalidade, traumatismos cerebrais, dor crônica, artrite, epilepsia, dores de cabeça e enxaqueca, etc., o NFB pode ser considerado como uma alternativa não medicamentosa para o tratamento do TDAH.

Com base na sua assinatura neurológica, utilizar protocolos que incluam o treinamento do córtex sensoriomotor, buscando equilibrar a razão Theta/Beta e incrementando Beta 1 e RSM em Cz, C3 e C4, bem como o treinamento, buscando ativar o fluxo sanguí-

neo no córtex pré-frontal através do HEG NFB em Fp1, Fp2, Fpz, F7 e F8, compõem o escopo da técnica de NFB no tratamento de pacientes com TDAH.

As pesquisas indicam a necessidade de 30 a 40 sessões de treinamento, com duração de 40 a 60 min. e frequência de duas vezes por semana, para se obter um resultado positivo e duradouro no tratamento do TDAH, evitando-se a dependência da medicação e seus efeitos colaterais.

Além das aplicações clínicas, através da otimização da atividade cerebral, o NFB tem eficácia comprovada no alto rendimento esportivo, nas artes, como música e dança, e na atividade empresarial e militar, todas com grande demanda de atenção, tempo de reação, tomada de decisão, eficiência no processamento de informações relevantes e controle sensório-motor. (CHAPIN & RUSSELL-CHAPIN, 2014, p. 132-190)

BIBLIOGRAFIA

BLUMENSTEIN, Boris; BAR-ELI, Michael. TENENBAUN, Gershon. *Brain and body in sport and exercise: biofeedback applications in performance enhancement*. Chichester: John Wiley & Sons, 2002.

BUDZYNSKI, Thomas H. *et al. Introduction to quantitative EEG and neurofeedback: advanced theory and applications*. 2. ed. London: Elsevier, 2009.

CANTOR, David S.; EVANS, James R. *Clinical Neurotherapy: application of techniques for treatment*. London: Elsevier, 2014.

CHAPIN, Theodore J.; RUSSELL-CHAPIN, Lori A. *Neurotherapy and neurofeedback: brain-based treatment for psychological and behavioral problems*. New York: Routledge, 2014.

CRISWELL, Eleanor. *Biofeedback and somatics: toward personal evolution*. Novato: Freeperson Press, 1995.

DEMOS John N. *Getting started with neurofeedback*. New York: W. W. Norton & Company, 2005.

EVANS, James R. *Handbook of neurofeedback: dynamics and clinical applications*. New York: Informa Healthcare USA Inc., 2009.

KAPCZINSKI, Flavio; QUEVEDO, João; IZQUIERDO Iván *et al. Bases biológicas dos transtornos psiquiátricos: uma abordagem translacional*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

NICOLELIS, Miguel. *Muito além do nosso eu: a nova neurociência que une cérebro e máquinas e como ela pode mudar nossas vidas*. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

PEPER, Erik *et al. Biofeedback mastery: an experiential teaching and self-training manual*. Wheat Ridge: Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2008.

RABINER, David. *Attention Research Update: helping parents, professionals and educators stay informed about new research on ADHD*. Disponível em: <<http://www.helpforadd.com/2014/april.htm>>. Acesso em: 26 set. 2014.

SCHWARTZ, Mark S.; ANDRASIK, Frank. *Biofeedback: a practitioner's guide*. 3 ed. New York: Guilford Press, 2003.

SOUTAR, Richard; LONGO, Robert. *Doing neurofeedback: an introduction*. San Rafael: ISNR Research Foundation, 2011.

THOMPSON, Michael; THOMPSON, Lynda. *The neurofeedback book: an introduction to basic concepts in applied psychophysiology*. Wheat Ridge: Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2003.

YUCHA, Carolyn; MONTGOMERY, Doil. *Evidence-based practice in biofeedback and neurofeedback*. Wheat Ridge: Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2008.