

## TRATAMENTO DA AMBLIOPIA REFRACTIVA APÓS O PERÍODO SENSITIVO COM APRENDIZAGEM PERCEPTUAL

Nora Leon Rodriguez<sup>1</sup>  
Ellen de Matos Borges<sup>2</sup>  
Yuri Alan Ortigara<sup>3</sup>

### INTRODUÇÃO

Estudos psicofísicos demonstram, através de terapia de aprendizagem perceptual, que o sistema visual adulto possui neuroplasticidade através da estimulação do córtex visual, com melhora na sensibilidade ao contraste (SC), acuidade visual (AV) e estereopsia em pacientes amblíopes anisométricos. A ambliopia, conforme Chen & Cotter<sup>1</sup>, é uma síndrome sem anomalia estrutural ou doença ocular da visão espacial com diminuição da acuidade visual (AV) que, mesmo com a correção óptica, não apresenta melhora. É associada, mais comumente, com estrabismo, anisometropia ou privação de forma que ocorre durante o período sensível de desenvolvimento visual na primeira infância.

Para Clavagnier et al.<sup>2</sup>, um amblíope possui distorções espaciais, alteração da localização e SC reduzida para forma e movimento. Conforme Levi et al.<sup>3</sup>, quando ocorre a diminuição de contraste em um olho resulta em estereoacuidade reduzida. Gambacorta et al.<sup>4</sup> estimam que 2,4% da população é amblíope, aproximadamente 15 milhões de crianças em todo o mundo. A pesquisa de metanálise, realizada por Fu et al.<sup>5</sup>, destaca a importância de buscar novas práticas para o tratamento da ambliopia. Barollo et al.<sup>6</sup> descrevem que pela ambliopia ser um distúrbio da visão espacial pode ser corrigida, melhorando a comunicação lateral entre os neurônios no córtex visual primário através da aprendizagem perceptual e, assim, evoluir, conseqüentemente, à percepção, o agrupamento e a segmentação de formas em nível cortical.

O treinamento perceptivo realizado com as grades de Gabor, segundo Almodin et al.<sup>7</sup>, estimula e ativa campos receptivos no córtex visual, com o intuito de melhorar a AV e SC, facilitando as conexões neuronais em nível cortical. A precisão do estímulo

<sup>1</sup>Optometrista Universidad de La Salle Bogotá - Colômbia. Professora Curso de Optometria UNC. Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa em Saúde Coletiva e Meio Ambiente - UNC/SC. Fellow IACLE. Mestranda no Mestrado de Desenvolvimento Regional. Universidade do Contestado. Canoinhas. Santa Catarina. Brasil. E-mail: [nora@unc.br](mailto:nora@unc.br)

<sup>2</sup>Acadêmica de Optometria, Universidade do Contestado. Canoinhas. Santa Catarina. Brasil. E-mail: [ellen\\_borges@hotmail.com](mailto:ellen_borges@hotmail.com)

<sup>3</sup>Acadêmico de Optometria, Universidade do Contestado. Canoinhas. Santa Catarina. Brasil. E-mail: [yuri.opto@gmail.com](mailto:yuri.opto@gmail.com)

é fundamental para o início das modificações neuronais que formam a base da plasticidade cerebral. Descobertas recentes mostram que a plasticidade visual permanece nos adultos, o foco está em compreender cada dia melhor como estes pacientes evoluem e qual o melhor plano de tratamento<sup>8</sup>.

Quando se trata de plasticidade neural Cai et al.<sup>9</sup> observam que é uma característica fundamental para a evolução do ser humano ao longo da vida. É a capacidade do sistema nervoso central de alterar suas estruturas corticais e funções existentes em resposta à experiência, aprendizagem, treinamento ou lesão. Quando um indivíduo adquire novas habilidades ou informações, a experiência recém obtida irá alterar os mapas neurais, redes, caminhos ou circuitos compostos por incontáveis neurônios e sinapses. De maneira mais evidente, o cérebro de uma pessoa cega possibilita estudar a plasticidade na idade adulta. Dessa forma, foi observado o remapeamento da organização retinotópica dos campos receptivos neuronais após lesões, criando mais parâmetros para buscar auxiliar pacientes amblíopes<sup>10</sup>.

Para Levi & Klein<sup>11</sup>, os adultos são capazes de melhorar o desempenho em tarefas sensoriais por meio da prática repetida ou da aprendizagem perceptual. Essa aprendizagem é considerada uma forma de plasticidade neural que também irá gerar estímulos em nível cortical. O sistema nervoso precisa melhorar os seus recursos de certa forma limitados e faz isso por meio da neuroplasticidade. A base neural, obtida através da aprendizagem perceptual para Hess et al.<sup>12</sup>, é a redução da inibição ativa das entradas corticais do olho amblíope, permitindo que a função binocular latente seja realizada com os circuitos excitatórios e inibitórios envolvidos na interação binocular, tendo como o local dessa inibição o ponto em que os sinais inibitórios contralaterais contribuem para o controle do ganho de contraste antes da combinação binocular excitatória.

No passado, com um pensamento fisiológico de tratar a ambliopia de maneira monocular era difícil se pensar em estímulos binoculares, porém Baker et al.<sup>13</sup> identificam que, se o contraste entre os olhos fosse pensado para compensar o déficit de perda que o olho amblíope tinha, a soma entre os olhos se tornaria equilibrada, em sequência, com os olhos combinando as imagens é fortalecida a fusão binocular, com a exposição repetida a estímulos binoculares a fusão ocorre em menores estímulos.

A abordagem dicóptica dá condições de visualização que permitiam aos dois olhos trabalharem juntos e na alteração de forma gradativa das diferenças de contraste interocular até que a combinação binocular ocorresse para todas as condições de visualização. Baseando-se nos estímulos dicópticos Hess et al.<sup>12</sup>, constatam que em adultos que tiveram a abordagem de maneira binocular, a estereopsia e, em consequência, a AV também progrediram. Castaldi et al.<sup>14</sup>, sugerem que um grau considerável de plasticidade é mantido na idade adulta, o que até pouco tempo era desacreditado. Com isso, fortalece ainda mais as evidências de se praticar tanto terapias como estudos com pacientes jovens e adultos. O Visionary Suite é um jogo voltado para a terapia visual gamificada, por meio de aprendizagem perceptual com grades de gabor, estímulos dicópticos com pontos aleatórios e estímulo de Vernier, em que é possível dividir o tratamento, utilizando diferentes tipos de jogos dentro do mesmo software.

## OBJETIVO GERAL

Observar a evolução do tratamento com terapia de aprendizagem perceptual em paciente com ambliopia anisométrica refrativa após o período sensitivo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo de caso prospectivo, paciente sexo masculino, 23 anos de idade, com diagnóstico, realizado na Clínica Universitária de Saúde Visual da UnC (CUSV), de ambliopia refrativa anisométrica monocular. O paciente assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade do Contestado. Foi medida a SC pré e pós terapia, em alto e baixo contraste em visão de longe (VL) com Bailey Lovie valores como base de baixo contraste, baseado em Michelson 10%, demonstrados em Adhikari et al.<sup>15</sup>.

Os dados de Snellen são valores relacionados à tabela de Bailey Lovie; em visão de perto (VP) AV foi realizada com tabela métrica, monocular e com correção e, também, a estereopsia através do Random Dot 2S Stereo Acuity Test com correção. A supressão foi avaliada com luzes de Worth VL e VP. O paciente usou a correção óptica que foi prescrita e, após vinte dias de uso, foi iniciada a terapia em casa com o software Visionary Suíte. O paciente recebeu um login e senha, em conjunto com óculos anáglifos (verde/vermelho), para realizar as atividades, sendo orientado a usar filtro vermelho no olho amblíope. Os examinadores estabeleceram um cronograma para cumprir estas atividades.

Foi planejado com Visionary Suite, o tratamento da visão mono-biocular, em que trabalha a SC, amontoamento, supressão, com jogos que com as grades Garbor + terapia dicóptica. Cada jogo estabelecido no cronograma trabalha uma função: FSC estático (jogos caça frisbees), FSC estático + amontoamento (furar balões), FSC dinâmico (come bolachas), FSC dinâmico + terapia dicóptica (Grande Corrida) e FSC estático + terapia dicóptica (Cruzando o Rio). Na visão estereoscópica, as silhuetas escondidas trabalham a estereopsia através de pontos aleatórios, sendo planejada a terapia em um período determinado de 30 minutos por dia, 5 dias por semana, totalizando 900min durante seis semanas.

Os jogos descritos são de forma interativa e, durante a terapia, o software analisa a evolução do paciente, elevando cada vez mais o nível de dificuldade. O paciente foi instruído, no uso do programa, pelos examinadores na CUSV, nos dias seguintes o paciente realizou as atividades em sua residência por meio de seu computador. O programa permite avaliar como teste base a SC e a estereopsia em VP e VL. As sessões foram controladas on-line pelos examinadores, confirmando o nível de conformidade, personalizando as sessões e selecionando entre os diferentes jogos disponíveis.

Nas primeiras três semanas de jogos, foram realizadas sessões de tratamento em VP, paciente foi reavaliado após este período: SC alto contraste, baixo contraste e estereoacuidade. Em continuidade, deu-se início às sessões em VL. Durante o

acompanhamento, os examinadores puderam verificar os resultados, a AV estimada de acordo com os parâmetros dos estímulos durante as tarefas, o nível de dificuldade, o horário e a data da sessão. O programa mostra se o paciente cumpre as tarefas propostas e assim o avaliador pode assinar outros deveres na sequência da terapia.

Critérios de inclusão: idade superior aos dez anos, ser diagnosticado com ambliopia refrativa anisométrica, ter acesso a meios eletrônicos (computador ou notebook), possuir boa saúde sistêmica e ocular. Como critérios de exclusão: pacientes estrábicos, amblíopes por privação.

Foi realizada uma análise comparativa, envolvendo os dados pré e pós terapia, sendo os resultados relacionados com a literatura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela permite observar que o olho esquerdo (OE) amblíope em paciente adulto, melhorou através da terapia no período estudado em AV: VL e VP, SC alto e baixo contraste e estereocuidade

Tabela 1 – Resultados do paciente pré e pós terapia com correção

	Pré Terapia		Três Semanas		Seis Semanas	
SC Alto Contraste	OD	VL -0,2 (20/12,5)	VP 0,5M	OD	VL -0,2 (20/12,5)	VP 0,5M
	OE	0,5 (20/63)	1,5M	OE	0,5 (20/63)	0,5M
SC Baixo Contraste	OD	0,27 (20/32)		OD	0,00 (20/20)	
	OE	0,44 (20/50)		OE	0,27 (20/32)	
Esteropsia	63' arco		63' arco		25' arco	

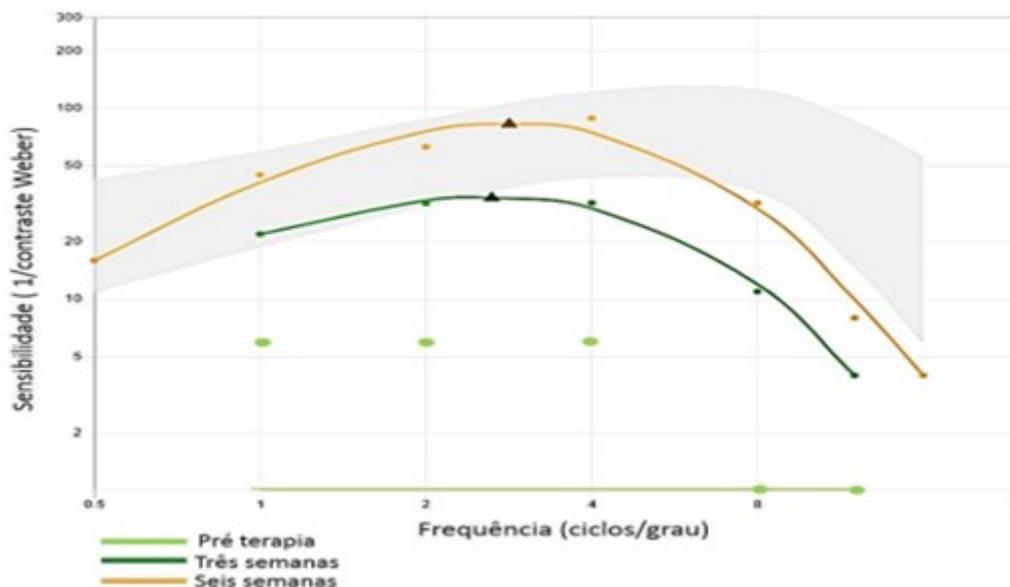


Gráfico 1 – Curvas de sensibilidade ao contraste OE

O gráfico 1 mostra a evolução da SC no OE: em pós terapia de 3 semanas paciente atingiu evolução nas frequências mais baixas (verde escuro). Pós terapia de 6 semanas paciente obteve uma curva (laranja) com semelhança a SC normal.

Demonstrando que, no período de terapia realizado, obteve melhoras com aprendizagem perceptual. Tan & Fong<sup>16</sup> descrevem que nas grades Garbor, enquanto os pacientes estão praticando a modulação de contraste sob um regime de estímulos muito preciso e específico como é o caso do software Visionary Suíte, uma melhora significativa na SC é alcançada.

Essas modificações neurais são a base da plasticidade cerebral, que se correlacionam com a capacidade do sistema nervoso de se adaptar não só em amblíopes, mas também em casos de derrames, por exemplo, a plasticidade do cérebro foi demonstrada em muitas tarefas básicas, com evidências apontando para modificações físicas no córtex adulto durante o desempenho repetitivo.

Amblíopes a isométricos irão apresentar déficits tanto em alto como em baixo contraste, em ambos os olhos na grande maioria das vezes o “olho bom” também possui uma diminuição, principalmente em baixo contraste. Conforme os estudos, isso também se correlaciona pelo o fato da SC ser prejudicada por funções do córtex binocular, onde o olho amblíope irá refletir, de uma forma adaptativa, para mensurar a evolução dos olhos<sup>17,18, 19</sup>.

Yu Mao et al.<sup>20</sup> citam que para o amblíope alcançar o equilíbrio binocular depende das frequências espaciais, como é realizado na terapia com o Visionary Suite nos jogos há um estímulo de contraste maior no olho amblíope que no outro olho. Isso, conforme cita o autor, é necessário para que o paciente atinja o equilíbrio binocular e, através desta diferença de contraste, é possível alcançar o pico nas altas frequências.

Em um estudo prospectivo randomizado de Polat et al.<sup>21</sup>, 77 pacientes com idade de 9 a 55 anos, que fizeram sessões de aprendizagem perceptual de 3 a 4 sessões semanais com duração de 45 min, em média de 45 sessões, observou-se que pacientes com AV inicial 0,42 LogMar alcançaram 0,20 LogMar, sendo melhorias que foram sustentadas. Levi et al.<sup>3</sup> citam que a perda da estereopsia é uma consequência dos déficits sensoriais, ou seja, a alteração das frequências espaciais. É mais impactada em pacientes estrábicos, que em anisométricos, no entanto, para a recuperação da estereoacuidade, é necessário um tratamento ativo, como a terapia através de aprendizagem perceptual, pacientes com estereopsia alterada possuem limites na capacidade de atenção e aspectos de cognição visual.

No geral, a pior AV parece estar correlacionada com pior estereoacuidade, os amblíopes anisométricos possuem estereopsia em frequências espaciais baixas, o que não ocorre em frequências altas, relacionadas com a supressão que em pacientes amblíopes refrativos torna-se passiva. Portela-Camino et al.<sup>22</sup> analisaram, através de um estudo prospectivo, randomizado e duplo-cego, com o objetivo de determinar se a aprendizagem perceptual com pontos aleatórios através de videogame, possibilitaria melhorar a estereopsia, concluíram que a estimulação direta da estereopsia melhora a estereoacuidade.

A correlação dos resultados alcançados em diferentes estudos: Holmes et al.<sup>23</sup>, Kelly et al.<sup>25</sup> Dadeya e Dangda<sup>24</sup>, Herbison et al.<sup>26</sup> fortalecem os resultados obtidos pela terapia visual por meio da aprendizagem perceptual. Dessa forma, esses três estudos randomizados de alta relevância demonstram a evolução nos diferentes níveis de ambliopia, como aconteceu no caso em estudo dessa pesquisa

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terapia da ambliopia refrativa através de aprendizagem perceptual mostra, nas diversas literaturas, forte evidência científica em seus resultados e, relacionada com a neuroplasticidade do córtex visual, permite sua utilização em pacientes adultos.

No presente estudo de caso, os dados comparados de sensibilidade ao contraste e estereopsia no período de seis semanas demonstraram melhorias expressas na progressão da acuidade visual de longe e de perto do olho amblíope, evidenciando os benefícios do tratamento com aprendizagem perceptual em pacientes, após o período sensitivo do desenvolvimento visual.

## REFERÊNCIAS

- 1 Chen AM, Cotter SA. The Amblyopia Treatment Studies: Implications for Clinical Practice. *Adv Ophthalmol Optom*. 2016 Aug;1(1):287-305. doi: 10.1016/j.yaoo.2016.03.007.

- 2 Clavagnier S, Dumoulin SO, Hess RF. Is the Cortical Deficit in Amblyopia Due to Reduced Cortical Magnification, Loss of Neural Resolution, or Neural Disorganization? *J Neurosci*. 2015 Nov 4;35(44):14740-55. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1101-15.2015.
- 3 Levi DM, Knill DC, Bavelier D. Stereopsis and amblyopia: A mini-review. *Vision Res*. 2015 Sep;114:17-30. doi: 10.1016/j.visres.2015.01.002.
- 4 Gambacorta C, Nahum M, Vedamurthy I, Bayliss J, Jordan J, Bavelier D, Levi DM. An action video game for the treatment of amblyopia in children: A feasibility study. *Vision Res*. 2018 Jul;148:1-14. doi: 10.1016/j.visres.2018.04.005.
- 5 Fu Z, Hong H, Su Z, Lou B, Pan CW, Liu H. Global prevalence of amblyopia and disease burden projections through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Br J Ophthalmol*. 2020 Aug;104(8):1164-1170. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-314759.
- 6 Barollo M, Contemori G, Battaglini L, Pavan A, Casco C. Perceptual learning improves contrast sensitivity, visual acuity, and foveal crowding in amblyopia. *Restor Neurol Neurosci*. 2017;35(5):483-496. doi: 10.3233/RNN-170731.
- 7 Almodin J, Almodin F, Almodin E, Amigo MHL, Furoni MB, Cvintal T. Sistema de treinamento para melhoria visual: RevitalVision. *Rev Bras Oftalmol*. 2013; 72 (6): 406-10.
- 8 Astle AT, Webb BS, McGraw PV. The pattern of learned visual improvements in adult amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011 Sep 14;52(10):7195-204. doi: 10.1167/iovs.11-7584.
- 9 Cai L, Chan JS, Yan JH, Peng K. Brain plasticity and motor practice in cognitive aging. *Front Aging Neurosci*. 2014 Mar 10;6:31. doi: 10.3389/fnagi.2014.00031.
- 10 Dumoulin SO, Knapen T. How Visual Cortical Organization Is Altered by Ophthalmologic and Neurologic Disorders. *Annu Rev Vis Sci*. 2018 Sep 15;4:357-379. doi: 10.1146/annurev-vision-091517-033948.
- 11 Levi DM, Klein SA. Noise provides some new signals about the spatial vision of amblyopes. *J Neurosci*. 2003 Apr 1;23(7):2522-6. doi: 10.1523/JNEUROSCI.23-07-02522.2003.
- 12 Hess RF, Thompson B, Baker DH. Binocular vision in amblyopia: structure, suppression and plasticity. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2014 Mar;34(2):146-62. doi: 10.1111/opo.12123.
- 13 Baker DH, Meese TS, Mansouri B, Hess RF. Binocular summation of contrast remains intact in strabismic amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007 Nov;48(11):5332-8. doi: 10.1167/iovs.07-0194.

- 14 Castaldi E, Lunghi C, Morrone MC. Neuroplasticity in adult human visual cortex. *Neurosci Biobehav Rev.* 2020 May;112:542-552. doi: 10.1016/j.neubiorev.2020.02.028.
- 15 Adhikari P, Carter DD, Feigl B, Zele AJ. Design and validation of a chart-based measure of the limits of spatial contrast sensitivity. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2022 Jan;42(1):110-122. doi: 10.1111/opo.12914.
- 16 Tan DT, Fong A. Efficacy of neural vision therapy to enhance contrast sensitivity function and visual acuity in low myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2008 Apr;34(4):570-7. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.11.052.
- 17 Huang CB, Zhou J, Lu ZL, Feng L, Zhou Y. Binocular combination in anisometropic amblyopia. *J Vis.* 2009 Mar 24;9(3):17.1-16. doi: 10.1167/9.3.17.
- 18 Meier K, Giaschi D. Unilateral Amblyopia Affects Two Eyes: Fellow Eye Deficits in Amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2017 Mar 1;58(3):1779-1800. doi: 10.1167/iovs.16-20964.
- 19 Zele AJ, Pokorny J, Lee DY, Ireland D. Anisometropic amblyopia: spatial contrast sensitivity deficits in inferred magnocellular and parvocellular vision. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007 Aug;48(8):3622-31. doi: 10.1167/iovs.06-1207.
- 20 Mao Y, Min SH, Chen S, Gong L, Chen H, Hess RF, Zhou J. Binocular Imbalance in Amblyopia Depends on Spatial Frequency in Binocular Combination. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020 Jul 1;61(8):7. doi: 10.1167/iovs.61.8.7.
- 21 Polat U, Ma-Naim T, Belkin M, Sagi D. Improving vision in adult amblyopia by perceptual learning. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2004 Apr 27;101(17):6692-7. doi: 10.1073/pnas.0401200101.
- 22 Portela-Camino JA, Martín-González S, Ruiz-Alcocer J, Illarramendi-Mendicute I, Garrido-Mercado R. A Random Dot Computer Video Game Improves Stereopsis. *Optom Vis Sci.* 2018 Jun;95(6):523-535. doi: 10.1097/OPX.0000000000001222.
- 23 Holmes JM, Manh VM, Lazar EL, Beck RW, Birch EE, Kraker RT, Crouch ER, Erzurum SA, Khuddus N, Summers AI, Wallace DK; Pediatric Eye Disease Investigator Group. Effect of a Binocular iPad Game vs Part-time Patching in Children Aged 5 to 12 Years With Amblyopia: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol.* 2016 Dec 1;134(12):1391-1400. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2016.4262.
- 24 Dadeya S, Dangda S. Television Video Games in the Treatment of Amblyopia in Children Aged 4-7 Years. *Strabismus.* 2016 Dec;24(4):146-152. doi: 10.1080/09273972.2016.1242637.
- 25 Kelly KR, Jost RM, Dao L, Beauchamp CL, Leffler JN, Birch EE. Binocular iPad Game vs Patching for Treatment of Amblyopia in Children: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol.* 2016 Dec 1;134(12):1402-1408. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2016.4224.

26 Herbison N, MacKeith D, Vivian A, Purdy J, Fakis A, Ash IM, Cobb SV, Eastgate RM, Haworth SM, Gregson RM, Foss AJ. Randomised controlled trial of video clips and interactive games to improve vision in children with amblyopia using the I-BiT system. Br J Ophthalmol. 2016 Nov;100(11):1511-1516. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307798.

**Palavras-Chave:** Ambliopia. Anisométrica. Aprendizagem perceptual. Terapia visual. Período Sensitivo.