

Processamento visual de grades senoidais concêntricas em adolescentes e adultos

Visual processing of concentric sine-wave gratings in adolescents and adults
Procesamiento visual de rejillas sinusoidales concéntricas en adolescentes y adultos

MICHAEL JACKSON OLIVEIRA DE ANDRADE*

MARIA JOSÉ NUNES GADELHA**

JANDILSON AVELINO SILVA***

NATANAEL ANTONIO DOS SANTOS****

Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, Brasil

Resumo

O objetivo deste estudo foi comparar o processamento visual de contraste para estímulos em grade senoidal concêntrica entre adolescentes e adultos. Participaram do estudo 20 voluntários divididos em dois grupos: 10 adolescentes na faixa etária de 13-19 anos ($M=16.5$; $DP=1.65$) e 10 adultos na faixa etária de 20-26 anos ($M=21.8$; $DP=2.04$). Utilizou-se o método psicofísico da escolha forçada entre duas alternativas temporais (2AFC) para medir a sensibilidade ao contraste nas frequências espaciais de 0.6; 2.5; 5 e 20 graus de ângulo visual (cpg). A realização de uma ANOVA *One Way* mostrou diferença significativa na comparação entre grupos: $F [(4; 237) = 3.74; p < .05]$. O teste *post-hoc Tukey HSD* mostrou diferença significativa entre as frequências de 0.6 ($p < .05$) e 20 cpg ($p < .05$). Desta forma, os resultados mostraram que a percepção visual se comporta de forma diferente no que se refere aos mecanismos sensoriais que processam o contraste para adolescentes e adultos. Estes resultados são úteis para uma melhor

caracterização e compreensão da visão humana ao longo do seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Sensibilidade ao contraste, grade senoidal concêntrica, método psicofísico da escolha forçada, adolescentes

Abstract

The aim of this study was to compare the contrast visual processing of concentric sinusoidal gratings stimuli between adolescents and adults. The study included 20 volunteers divided into two groups: 10 adolescents aged 13-19 years ($M=16.5$, $SD=1.65$) and 10 adults aged 20-26 years ($M=21.8$, $SD=2.04$). In order to measure the contrast sensitivity at spatial frequencies of 0.6, 2.5, 5 and 20 degrees of visual angle (cpd), it was used the psychophysical method of two alternative forced choice (2AFC). A One Way ANOVA performance showed a significant difference in the comparison between groups: $F [(4, 237)=3.74, p < .05]$. The post-hoc Tukey HSD showed a significant difference between the frequencies

* Programa de Pós-graduação em Psicologia Social, Rua Vivaldo Alves da Costa, número 40, CEP 58055-690, Mangabeira I, João Pessoa, Paraíba, Brasil, Fone: 55 (83) 32382964, 55 (83) 99429157, e-mail: m.jackson_20@yahoo.com.br

** Programa de Pós-graduação em Psicologia Social, Rua Enfermeira Ana Maria Barbosa de Almeida, 631, AP305B, Jardim Cidade Universitária, João Pessoa, Paraíba, Brasil. Fone: 55 (83) 88378386, e-mail: nunesgadelha@hotmail.com

*** Programa de Pós-graduação em Psicologia Social, Rua Walfredo Macedo Brandão, 822, AP101, Jardim Cidade Universitária, Paraíba, João Pessoa, Brasil, e-mail: jandilsonsilva@gmail.com

**** Professor Associado II no Programa de Pós-graduação em Psicologia Social, Cidade Universitária, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de Pós-graduação em Psicologia Social, João Pessoa - PB - Brasil - CEP: 58051-900 Fone: 55 (83), 216-7200, 55 (83) 3216-7064, e-mail: natanael_labv@yahoo.com.br

Para citar este artículo: de Andrade, M. J. O., Gadelha, M. J. N., Silva, J. A., & dos Santos, N. A. (2013). Processamento visual de grades senoidais concêntricas em adolescentes e adultos. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 31 (1), pp. 156-164.

of 0.6 ($p < .05$) and 20 cpd ($p < .05$). Thus, the results showed that the visual perception behaves differently with regard to the sensory mechanisms that render the contrast towards adolescents and adults. These results are useful to better characterize and comprehend human vision development.

Keywords: Contrast sensitivity, concentric sine-wave gratings, psychophysical forced choice method, adolescents

Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar el procesamiento visual de contraste para los estímulos en rejilla sinusoidal concéntrica en adolescentes y adultos. El estudio incluyó a 20 voluntarios divididos en dos grupos: 10 adolescentes de 13-19 años ($M=16.5$; $SD=1.65$) y 10 adultos de 20-26 años ($M=21.8$; $SD=2.04$). Se utilizó el método psicofísico de la elección forzada entre dos alternativas (2AFC) para medir la sensibilidad al contraste en las frecuencias espaciales de 0.6, 2.5, 5 y 20 grados de ángulo visual (CPD). La realización de una Anova de una vía mostró una diferencia significativa en la comparación entre los grupos: $F[(4, 237)=3.74, p < .05]$. El post-hoc de Tukey HSD mostró una diferencia significativa entre las frecuencias de 0.6 ($p < .05$) y 20 CPD ($p < .05$). Por lo tanto, los resultados mostraron que la percepción visual es distinta con respecto a los mecanismos sensoriales que procesan el contraste para adolescentes y adultos. Estos resultados son útiles para una mejor caracterización y comprensión de la visión humana a lo largo de su desarrollo.

Palabras clave: sensibilidad al contraste, rejillas sinusoidales concéntricas, método psicofísico de la elección forzada, adolescentes

A sensibilidade ao contraste visual é uma medida não invasiva que tem sido utilizada pelos neurocientistas cognitivos para estudar a organização funcional do sistema visual para estímulos com configurações e modulações de luminância diferentes (Kelly, 1960; Kristensen, Almeida, & Gomes, 2001; Santos & Simas, 2001; Simas & Dodwell, 1990; Stenberg, Mio, & Mio, 2009; Wilson, Levi, Maffei, Rovamo, & De Valois 1990). A ideia tem sido utilizar estímulos visuais elementares

periódicos, compostos por padrões de grades com luminância modulada senoidalmente, para avaliar e descrever como determinados mecanismos sensoriais e perceptuais se desenvolvem (Bradley & Freeman, 1982; Courage, Adams, & Hall, 1997; Ellemberg, Lewis, Liu, & Maurer, 1999; Owsley, Sekuler, & Siemsen, 1983; Scheffrin, Tregear, Harvey, & Werner 1999) e são modificados por diferentes tipos de transtornos, por exemplo, depressão (Nogueira & Santos, 2012) e disfunções neuropatológicas (Akutsu & Legge, 1995; Bour & Apkarian, 1996; Elliott & Situ, 1998).

Neste sentido, a maioria dos trabalhos que procuraram relacionar a sensibilidade ao contraste (SC) visual durante o desenvolvimento foi realizada em crianças, com padrões de estímulos visuais do tipo grade senoidal linear (Campbell & Robson, 1968; Courage, Adams, & Hall, 1997; Ellemberg, Lewis, Liu, & Maurer, 1999), procurando determinar o período ou faixa etária em que a SC da criança atinge o desempenho do adulto (Atkinson, Braddick, & Braddick, 1974; Atkinson, Braddick, & Moar, 1977; França, Santos, & Lacerda, 2008; Gordon & McCulloch, 1999; Santos, França, & Alves, 2009). De forma geral, a literatura relata que a SC do recém-nascido é muito rudimentar, necessitando da luz e de um período de desenvolvimento e maturação para alcançar o desempenho visual do adulto (Allen, Tyler, & Norcia, 1996; Atkinson, Braddick, & Braddick, 1974; Atkinson, Braddick & Moar, 1977; Costa, Oliveira, Bergamasco, & Ventura, 2006; Movshon, Kiorpes, Hawken, & Cavanaugh, 2005; Kiorpes, Tang, Hawken, & Movshon, 2003).

Pesquisas relacionando SC e adolescentes envolvendo estímulos de diferentes modulações são pouco exploradas na literatura. O estudo de Gadelha, Andrade, Ferreira, Freire e Santos (2010) caracterizou a SC visual de adolescentes (13-17 anos) e adultos (20-27 anos) com o método psicofísico da escolha forçada com estímulos de grade senoidal vertical. Os resultados mostraram que os adolescentes foram menos sensíveis nas frequências baixas e mais sensíveis nas frequências altas quando comparados aos adultos. Estudos dessa natureza discutem que a SC visual atingem o padrão dos adultos entre 7-12 anos, dependendo da

metodologia, da modulação do estímulo, da faixa de frequência e da luminância empregada (Adams & Courage, 2002; Bradley & Freeman, 1982; Benedek, Benedek, Kéri, & Janáky, Derefeltd, Lenners-trand, & Lundh, 1979; ElleMBERG, Lewis, Liu, & Maurer, 1999; Mcgrath & Morrinson, 1981; Santos & França 2008; 2003).

No entanto, ainda não se chegou a um consenso a respeito de qual faixa etária o desempenho da SC visual atinge o padrão do adulto, visto que o desenvolvimento da Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC) depende de fatores relacionados às características do estímulo. Por isso, é necessário realizar novas pesquisas, usando outros tipos de estímulos e condições de luminâncias, para descrever de forma mais sistemática padrões que identifiquem o período ou faixa etária em que a SC atinge o desempenho do adulto. Estes atributos podem envolver mecanismos, vias, ou áreas visuais distintas relacionadas ao processamento da informação visual (Santos, Oliveira, Nogueira, Cavalcanti, & Simas, 2007; Wilson & Wilkinson, 1998; Wilson, Wilkinson, & Asaad, 1997).

Não se encontraram trabalhos relacionando a SC de grades senoidais circularmente concêntricas em adolescentes, conforme buscas sistemáticas realizadas em bases de dados como PubMed e PsicoInfo. Dessa forma, esse estudo tem como objetivo comparar a SC visual de adolescentes e adultos, utilizando estímulos visuais circulares concêntricos, como propostos originalmente por Kelly (1960), para caracterizar as possíveis mudanças ocorridas no desenvolvimento da percepção visual humana. Esse estudo baseia-se na ideia de que o processamento da sensibilidade ao contraste visual possui diferentes mecanismos sensoriais relacionados às modulações dos diversos estímulos que compõem a informação visual completa. Do mesmo modo, acredita-se que esse processamento se dá de forma distinta ao longo das várias faixas etárias.

Metodologia

Participantes

Participaram deste estudo 20 voluntários (11 mulheres e 9 homens) com idades de 13 a 26 anos. Os

participantes foram divididos em dois grupos por faixa etária de acordo com o índice de antropometria (WHO, 1995). Um dos grupos foi composto por 10 adolescentes (6 do sexo feminino e 4 do sexo masculino) na faixa etária de 13-19 anos ($M = 16.5$; $DP = 1.65$). O outro grupo tinha 10 adultos (5 do sexo feminino e 5 do sexo masculino) na faixa etária de 20-26 anos ($M = 21.8$; $DP = 2.04$). A acuidade visual dos participantes foi avaliada através da cartela de optótipos “E” de Rasquim. Todos tinham acuidade visual normal, eram físico e mentalmente saudáveis, e não faziam uso de medicamentos ou outros fármacos.

O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley (protocolo nº 76/10). Antes de iniciar o experimento, os participantes ou responsáveis (no caso dos menores de 21 anos) foram solicitados a assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, elaborado conforme a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Ministério da Saúde), que trata das diretrizes e normas de pesquisa envolvendo seres humanos.

Equipamentos e estímulos

As medidas de sensibilidade ao contraste visual foram realizadas em um monitor de vídeo colorido LG/RCT (Cathodic Ray Tube), com tela plana de 19 polegadas. A tela do monitor apresentava resolução de 1024 x 768 *pixels* e taxa de atualização de 70 Hz. O monitor era controlado por um microcomputador através de uma placa de vídeo com entrada VGA e DVI, conectado a um *hardware* Bits++ (Cambridge Research Systems, Rochester, Kent, England). A função do Bits++ era aumentar a resolução de 8 para 14 *bits* da relação entre voltagem e luminância da tela do monitor, possibilitando a geração de estímulos com melhor definição e gradação de luminância e contraste.

A luminância e a correção gama do monitor foi ajustada com um programa LightScan e um fotômetro OptiCAL (Cambridge Research Systems, Rochester, Kent, Englan). O valor da luminância média do monitor foi de 42.6 cd/m^2 . Para realizar os experimentos, utilizou-se um programa em linguagem C++ que gerava os estímulos. O ambiente

experimental tinha dimensões de 2,5 x 2 metros, com paredes em tom de cinza, e era iluminado por uma lâmpada fluorescente *Philips* de 20 W. Esse ambiente possuía ainda uma mesa com apoio de queixo, ajustado para o rosto do participante ficar na altura da apresentação dos estímulos, bem como uma cadeira colocada atrás da mesa, na qual o voluntário ficava em uma distância de 150 cm da tela do monitor.

Utilizou-se neste estudo estímulos visuais acromáticos do tipo grade senoidal concêntrico radial com frequências espaciais de 0.6; 2.5; 5 e 20 cpg e um estímulo neutro cinza homogêneo com luminância média de 40.1 cd/m² (Figura 1). Todos os estímulos eram circulares com diâmetro de aproximadamente 7.2 graus de ângulo visual, gerados no centro da tela do monitor.

Procedimento

Foi empregado um delineamento experimental com grupos independentes, no qual o “N” estatístico foi obtido a partir do número de reversões ou valores de máximos e mínimos de contraste, como é típico às pesquisas em percepção visual dessa natureza. Esse delineamento foi composto por duas variáveis independentes: idade (em dois níveis - adolescentes e adultos) e estímulos (em quatro níveis - frequências 0.6; 2.5; 5 e 20 cpg), e por uma variável dependente: o limiar ou a sensibilidade ao contraste.

O limiar de contraste foi medido com o método psicofísico da escolha forçada entre duas alterna-

tivas temporais (2AFC), proposto inicialmente por Wetherill e Levitt (1965). Esse método baseia-se na probabilidade de acertos consecutivos na escolha de estímulos teste (estímulos com determinada frequência espacial) por parte dos participantes. Em cerca de 100-150 apresentações consecutivas dos pares de estímulos neutro e de teste, o estímulo de teste tende a ser percebido em média 79% das vezes.

Mediu-se o limiar de contraste para cada frequência espacial por meio de uma apresentação sucessiva simples de pares de estímulos, sendo um deles uma frequência de teste e o outro um estímulo neutro de padrão homogêneo com luminância média. Cada grupo de participantes foi submetido às mesmas frequências espaciais, que foram apresentadas em ordem aleatória. O critério adotado para variar o contraste do estímulo foi o de três acertos consecutivos para diminuir o contraste em 20% e um erro para aumentar o contraste na mesma unidade. Cada estímulo foi apresentado por 2 s, com intervalo de 1 s entre eles e de 3 s entre tentativas (Figura 2). Todas as medidas foram realizadas com visão binocular e pupila natural.

Antes do início de cada sessão experimental, o pesquisador certificou-se de que os participantes haviam realmente entendido as instruções. Os voluntários foram orientados a pressionar o botão esquerdo do *mouse* (número 1) quando o estímulo de teste fosse apresentado primeiro, e o botão direito do *mouse* (número 2) quando o estímulo de teste fosse apresentado em segundo lugar. Cada



Figura 1. Exemplos de estímulos de grade senoidal concêntrica utilizados: da esquerda para a direita, frequências de 0.6 e 5 cpg e um estímulo neutro de luminância homogênea.

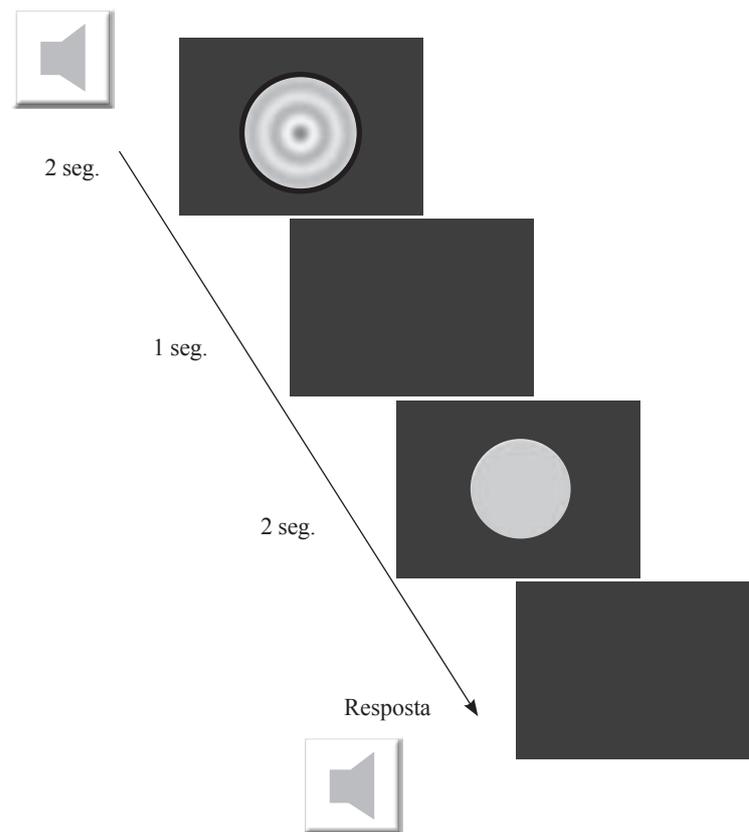


Figura 2. Descrição figurativa de uma sessão experimental usando um estímulo em grade senoidal concêntrica com frequência espacial de 1 cpg. Ouvia-se um som inicial após o qual aparecia por 2s um estímulo que podia ser o de teste ou neutro. Logo após a tela do monitor ficava na cor preta por 1s quando em seguida aparecia mais um estímulo apresentado também por 2s. A tela ficava na cor preta mais uma vez e o participante deveria dar sua resposta clicando nos botões direito ou esquerdo do mouse do computador.

sessão foi iniciada com o estímulo teste em nível supralimiar de contraste. Ao longo do experimento, o nível de contraste foi gradativamente diminuído.

As sessões experimentais duraram em média 10 minutos, e mediu-se cada frequência duas vezes, aleatoriamente, em dias diferentes. Nesse tipo de procedimento, o número de apresentações necessárias para determinar o limiar de contraste varia de acordo com os acertos e erros dos voluntários, bem como do número de máximos e mínimos ou reversões que se quer obter. Assim, a sessão experimental terminou automaticamente assim que três valores máximos e três mínimos de contrastes (ou seis reversões) foram obtidos.

Resultados

Os valores de limiares de contraste máximos e mínimos obtidos foram agrupados em planilhas por grupo (adolescentes e adultos), sendo divididos por frequência espacial. Os limiares foram transformados em sensibilidade ao contraste ($1/FSC$) e a grande média foi utilizada para traçar as curvas de FSC (Figura 3). Realizou-se uma ANOVA *One Way* para grupos independentes com o intuito de identificar o efeito principal da diferença de grupos, e um teste *post-hoc* Tukey HSD, para avaliar as diferenças específicas das frequências espaciais na sensibilidade ao contraste entre os grupos.

Na Figura 3, podem-se observar as curvas de FSC de adolescentes de 13-19 anos e adultos de 20-26 para estímulos de grade concêntrica circular para frequências espaciais de 0.6; 2.5; 5 e 20 cpg, em função dos valores da sensibilidade ao contraste. As barras verticais em cada uma das curvas indicam os erros padrões das médias em um intervalo de 95% de confiança. A ANOVA *One Way* mostrou diferença significativa entre os grupos $F[(4; 237) = 3.74; p < .05]$. O teste post-hoc Tukey HSD mostrou diferença significativa entre os grupos nas frequências de 0.6 ($p < .05$) e 20 cpg ($p < .05$).

Os resultados mostram que a sensibilidade máxima ocorreu na frequência de 2.5 cpg e a sensibilidade mínima na frequência de 20 cpg, para ambos os grupos (Tabela 1). Os adultos foram cerca de 1.2 vezes mais sensíveis que os adolescentes na frequência de 0.6 cpg. Já os adolescentes apresentaram melhor sensibilidade na frequência de 20 cpg, na qual foram cerca de 1,2 vezes mais sensíveis do que os adultos.

Discussão

Este estudo mediu e comparou a SC visual de adolescentes e adultos para grades senoidais cir-

Tabela 1

Valores de sensibilidade ao contraste dos grupos experimentais para as frequências espaciais de 0.6; 2.5; 5 e 20 cpg

Grupo	Frequências (cpg)			
	0.6	2.5	5	20
Adolescentes	26.02	43.91	36.25	6.68
Adultos	31.84	46.05	37.04	5.54

cularmente concêntricas, utilizando o método psicofísico da escolha forçada entre duas alternativas temporais, com o objetivo de caracterizar a percepção visual humana ao longo do desenvolvimento. A hipótese consistiu em verificar se existiam diferenças entre estes grupos no processamento visual de grades senoidais concêntricas (não lineares) para determinados pontos de frequências espaciais na faixa de 0.6 a 20 cpg.

A Figura 3 demonstra que a SC dos adolescentes apresenta um perfil semelhante às curvas de sensibilidade ao contraste dos adultos. Entretanto, os resultados mostraram diferenças significantes entre a SC dos dois grupos nas frequências espaciais baixas e altas. Isto é, os adolescentes foram menos sensíveis na faixa de frequência espacial baixa (0.6

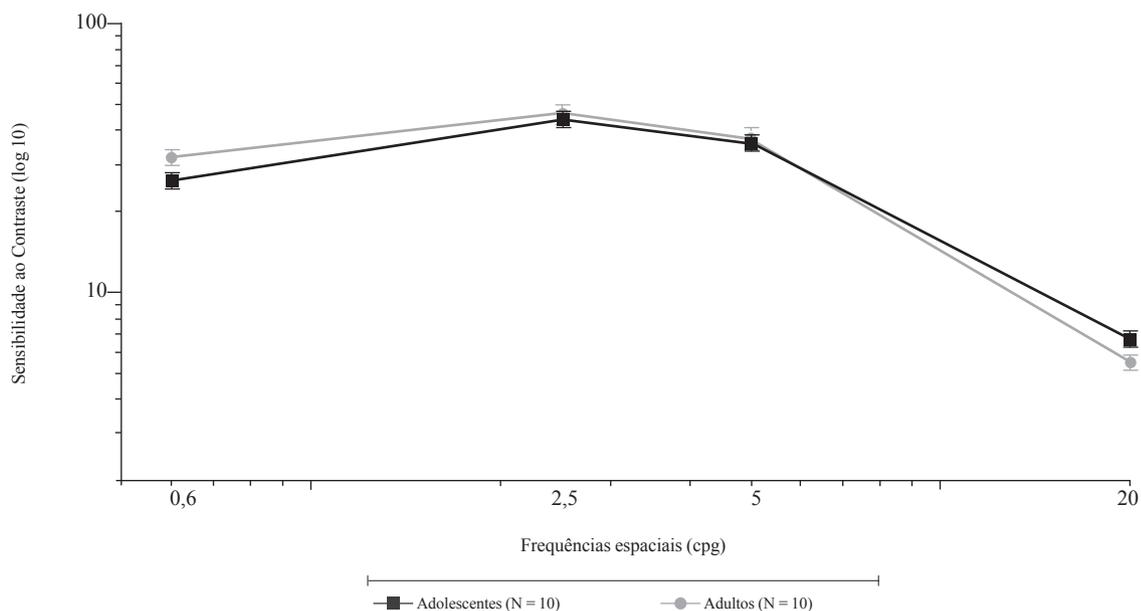


Figura 3. Curvas de sensibilidade ao contraste de adolescentes e adultos para estímulos senoidais concêntricos com frequências de 0.6; 2.5; 5 e 20 cpg.

cpg) e mais sensíveis na faixa de frequência alta (20 cpg), quando comparados aos adultos.

O presente estudo corrobora com o trabalho de Gadelha et al. (2010) que encontrou resultados semelhantes. Por outro lado, esses dois estudos são divergentes de outros encontrados na literatura que relatam que a SC visual atingem o padrão do adulto antes dos 12 anos (Adams & Courage, 2002; Benedek, Benedek, Kéri, & Janáky, 2003; Bradley & Freeman 1982; Elleberg, Lewis, Liu, & Maurer, 1999; Santos & França 2008).

Esses resultados desse estudo não eram os necessariamente esperados, considerando que geralmente afirma-se que a SC visual humana atinge o desempenho do adulto ainda quando o indivíduo é criança. Considera-se também que é pouco provável que o sistema visual humano sofra qualquer processo de desgaste ou algum prejuízo no processamento visual de contraste antes do início da vida adulta. No entanto, anteriormente não se encontraram trabalhos que focassem a percepção visual no período da adolescência, quando se sabe que o indivíduo passa por uma série de transformações orgânicas gerais.

É provável que a diferença encontrada na faixa de frequência mais alta (20 cpg), na qual os adolescentes foram mais sensíveis do que os adultos, tenha ocorrido por alguma falha do sistema na apresentação das frequências altas como 20 cpg. Isso pode ter ocorrido mesmo com o ganho de luminância produzido pelo Bit++ que gerou um aumento na relação entre voltagem e luminância da tela do monitor para 14 bits, permitindo maiores gradações e geração de estímulos com maior ganho de contraste (Gadelha et al., 2010).

Já a diferença encontrada na faixa de frequência espacial mais baixa (0.6 cpg), na qual os adolescentes foram menos sensíveis do que os adultos, os resultados precisam ser mais aprofundados. As pesquisas realizadas com crianças que incluíram voluntários com até 16 anos em suas amostras, não encontraram diferenças para os adolescentes quando comparados aos adultos (Benedek, Benedek, Kéri, & Janáky, 2003; Bradley & Freeman, 1982). Isso difere do estudo de Gadelha et al. (2010), que descreve uma diminuição nas frequências espaciais baixas, mesmo que o estudo tenha sido

realizado com uma diferente modulação periódica do estímulo.

De certa forma, esse trabalho ainda se trata de um estudo exploratório. Compreende-se também que os estudos que procuram avaliar o desempenho de adolescentes através da SC visual ainda são reduzidos. É dentro deste contexto que se pretende realizar novas pesquisas envolvendo a SC visual nessa faixa etária, incluindo outras faixas de frequências espaciais, além de outros níveis diferentes de luminância. Contudo, esse estudo já apresenta resultados que mostram um comportamento diferenciado da percepção visual da forma no que se refere aos mecanismos sensoriais que processam o contraste para adolescentes e adultos. Assim, estes resultados agregados a outros que podem surgir tem a possibilidade de auxiliar na elaboração de parâmetros para uma melhor caracterização e compreensão da visão humana ao longo do seu desenvolvimento.

Referências

- Adams, R. J., & Courage, M. L. (2002). Using a single test to measure human contrast sensitivity from early childhood to maturity. *Vision Research*, 42, 1205-1210.
- Akutsu, H., & Legge, G. E. (1995). Discrimination of compound gratings: Spatial-frequency channels or local features? *Vision Research*, 35, 2685-2695.
- Allen, D., Tyler, C. W., & Norcia, A. M. (1996). Development of grating acuity and contrast sensitivity in the central and peripheral visual field of the human infant. *Vision Research*, 36, 1945-1953.
- Atkinson, J., Braddick, O., & Braddick, F. (1974). Acuity and contrast sensitivity of infant vision. *Nature*, 247, 403-404.
- Atkinson, J., Braddick, O., & Moar, K. (1977). Contrast sensitivity of the human infant for moving and static patterns. *Vision Research*, 17, 1045.
- Benedek, G., Benedek, K., Kéri, S., & Janáky, M. (2003). The scotopic low-frequency spatial contrast sensitivity develops in children between the ages of 5 and 14 years. *Neuroscience Letters*, 345, 161-164.
- Bour, L. J., & Apkarian, P. (1996). Selective broadband spatial frequency loss in contrast sensitivity

- functions. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 37, 2475-2484.
- Bradley, A., & Freeman, R. D. (1982). Contrast sensitivity in children. *Vision Research*, 22, 953-959.
- Campbell, F. W., & Robson, F. G. (1968). Application of the Fourier analysis to the visibility of gratings. *Journal of Physiology*, 197, 551-566.
- Costa, M. F., Oliveira, A. G. F., Bergamasco, N. H. P., & Ventura, D. F. (2006). Medidas psicofísicas e eletrofisiológicas da Função visual do recém nascido: uma revisão. *Psicologia (USP)*, 17, 15-33.
- Courage, M. L., Adams, R. J., & Hall, E. J. (1997). Contrast sensitivity in infants and children with Down syndrome. *Vision Research*, 37, 1545-1555.
- Derefeldt, F. D., Lennerstrand, G., & Lundh, B. (1979). Age variations in normal human contrast sensitivity. *Acta Ophthalmology*, 57, 679-690.
- Ellemberg, D., Lewis, T. L., Liu, C. H., & Maurer, D. (1999). Development of spatial and temporal vision during childhood. *Vision Research*, 39, 2325-2333.
- Elliot, D. B., & Situ, P. (1998). Visual acuity versus letter contrast sensitivity in early cataract. *Vision Research*, 38, 2047-2052.
- França, V. C. R. M., Santos, N. A., & Lacerda, A. M. (2008). Mensuração da Sensibilidade ao Contraste em Crianças pré-escolares com Método Psicofísico e Estimulos Radiais. *Psico*, 39, 28-32.
- Gadelha, M. J. N., Andrade, M. J. O., Ferreira, O. D. L., Freire, R. C. L., & Santos, N. A. (2010). Sensibilidade ao contraste acromático para grades senoidais verticais em adolescentes e adultos. *Psicologia: teoria e prática*, 12, 59-70.
- Gordon, G. E., & McCulloch, D. L. (1999). A VEP investigation of parallel visual pathway development in primary school age children. *Documenta Ophthalmologica*, 99, 1-10.
- Kelly, D. H. (1960). J₀ stimulus patterns for vision research. *Journal of the Optical Society of America*, 50, 1115-1116.
- Kiorpes, L., Tang, C., Hawken, M. J., & Movshon, J. A. (2003). Ideal observer analysis of the development of spatial contrast sensitivity in macaque monkeys. *Journal of Vision*, 3, 630-641.
- Kristensen, C. H., Almeida, R. M. M., & Gomes, W. B. (2001). Desenvolvimento histórico e fundamentos da neuropsicologia cognitiva. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 14, 259-274.
- Mcgrath, C., & Morrison, J. D. (1081). The effects of age on spatial frequency perception in human subjects. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 66, 253-261.
- Movshon, J. A., Kiorpes, L., Hawken, M. J., & Cavanaugh, J. R. (2005). Functional maturation of the macaque's lateral geniculate nucleus. *The Journal of Neuroscience*, 10, 2712-2722.
- Nogueira, R. M. T. B. L., & Santos, N. A. (2012). Pacientes com depressão maior tem menos sensibilidade a contraste visual que indivíduos saudáveis. *Estudos de Psicologia*, 17, 115-120.
- Santos, N. A., & França, V. C. R. M. (2008). Sensibilidade ao contraste a grades senoidais de frequências espaciais baixas em crianças. *Estudos de Psicologia*, 25, 177-184.
- Santos, N. A., França, V. C. R. M., & Alves, P. A. A. (2009). Diferenças na detecção de frequências espaciais e radiais em crianças. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 25, 581-587.
- Santos, N. A., & Simas, M. L. B. (2001). Função de sensibilidade ao contraste: indicador da percepção visual da forma e da resolução espacial. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 14, 589-597.
- Santos, N. A., Oliveira, A. B., Nogueira, R. M. T. B., Cavalcanti, M. K., & Simas, M. L. B. (2007). Detecção de estímulos radiais e espaciais em adultos e idosos. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 23, 319-326.
- Schefrin, B. E., Tregear, S. J., Harvey Jr, L. O., & Werner, J. S. (1999). Senescent changes in scotopic contrast sensitivity. *Vision Research*, 22, 3728-3736.
- Simas, M. L. B., & Dodwell, P. C. (1990). Angular frequency filtering: A basis for pattern decomposition. *Spatial Vision*, 5, 59-74.
- Sternberg, R. J., Mio, J., & Mio, J. S. (2009). *Cognitive psychology*. Belmont, CA: Cengage Learning/Wadsworth.
- Owsley, C., Sekuler, R., & Siemsen, D. (1983). Contrast sensitivity throughout adulthood. *Vision Research*, 23, 689-699.
- Wetherill, G. B., & Levitt, H. (1965). Sequential estimation of points on a psychometric function. *The*

British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 48, 1-10.

- Wilson, H. R., Levi, D., Maffei, L., Rovamo, J., & De Valois, R. (1990). The perception of form: Retina to striate cortex. In S. W. Spillmann & J. S. Werner (Eds.), *Visual perception: The neurophysiological foundation* (pp. 231-271). New York: Academic.
- Wilson, H. R., & Wilkinson, F. (1998). Detection of global structure in glass patterns: Implications

for form vision. *Vision Research*, 38, 2933-2947.

- Wilson, R. W., Wilkinson, F., & Asaad, W. (1997). Concentric orientation summation in human form vision. *Vision Research*, 37, 2325-2330.
- World Health Organization (1995). *Physical status: The use and interpretation of anthropometry*. Geneva: WHO, 1995, n.º 854.

Fecha de recepción: 1º de agosto de 2012
Fecha de aceptación: 22 de octubre de 2012