UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP – DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOBIOLOGIA

Bruno Marinho de Sousa

**ASSIMETRIA CEREBRAL FUNCIONAL E SUA RELAÇÃO COM A
EXCENTRICIDADE NO CAMPO VISUAL NOS TAMANHOS PERCEBIDOS EM
FUNDOS SEM E COM GRADIENTE DE TEXTURA**

Ribeirão Preto – SP
2013

BRUNO MARINHO DE SOUSA

**ASSIMETRIA CEREBRAL FUNCIONAL E SUA RELAÇÃO COM A
EXCENTRICIDADE NO CAMPO VISUAL NOS TAMANHOS PERCEBIDOS EM
FUNDOS SEM E COM GRADIENTE DE TEXTURA**

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área: Psicobiologia

Orientador: Sérgio Sheiji Fukusima

Ribeirão Preto – SP
2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Sousa, Bruno Marinho de

Assimetria cerebral funcional e sua relação com a excentricidade no campo visual nos tamanhos percebidos em fundos sem e com gradiente de textura. Ribeirão Preto, 2013.

105 p. : il.; 30 cm.

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP – Departamento de Psicologia. Área de concentração: Psicobiologia.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Sheiji Fukusima

1. Assimetria cerebral funcional. 2. Excentricidade. 3. Percepção de tamanho. 4. Gradiente de textura. 5. Diferença de sexo.

Folha de Aprovação

Bruno Marinho de Sousa

Assimetria cerebral funcional e sua relação com a excentricidade no campo visual nos tamanhos percebidos em fundos sem e com gradiente de textura

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área: Psicobiologia.

Aprovado em: _____

Banca examinadora:

Prof. Doutor Sérgio Sheiji Fukusima (Orientador)

Instituição: FFCLRP – Universidade de São Paulo

Assinatura: _____

Prof. Doutor _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Doutor _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Doutor _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Doutor _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Doutor _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

À Iraci e Alírio,
pessoas que amo e sempre pude contar.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é complicado, mas vamos aos que contribuíram diretamente para esse trabalho: Ao meu orientador Sérgio Sheiji Fukusima pelos anos de trabalho e paciência, tanto no mestrado quanto doutorado.

Ao professor Natanael pela recepção no LPNeC, pelo convívio, amizade, conversas e idéias compartilhadas durante minha estadia na UFPB (João Pessoa – PB).

Ao professor Leonardo, amigo e irmão de longa data, que sempre me auxiliou quando estava perdendo o rumo! Meu irmão mais novo com maturidade inigualável para a vida e para a ciência.

Ao professor Nelson que além da amizade e convívio no Laboratório de Percepção e Psicofísica, também contribuiu para meu doutorado com idéias e conselhos e também para minha ida para UFPB.

Ao professor Nivaldo pelo auxílio no planejamento, discussão e execução de um experimento no LPNeC com o *eyetracker*.

Aos meus amigos Hugo, Rui, Fantim, Vinni e Ricardo pela amizade e diversão nessa vida de pós-graduação. Ao Ricardo um agradecimento especial pela força no fim da tese.

As minhas amigas Linita e Patrícia pelo convívio, amizade e momentos de aflição compartilhados. Também pela paciência. Aos amigos de percepção e psicofísica: Cris, os novatos Elisa e Gabriel. Também os colombianos: Sérgio e Claudinha.

Aos amigos da pós-graduação que fizeram o tempo passar com mais diversão: Betão, Thiago, Regiane, Ricardo, Rafael, Mestre e Jeanny. Um agradecimento especial a Ângela pela amizade, apoio e recepção durante a mudança para Ribeirão Preto.

Paloma que fez minha vida mais fofa e perdeu seu tempo lendo os primeiros rascunhos dessa tese. Aos amigos de João Pessoa: Jorge, Áurea, Yure, Loic, Luana e Mago.

Aos amigos do LPNeC: Armindo, Natany, Débora, Michael, Maria e Jandílson pela recepção e risadas.

A todos os amigos de Catalão: Bruno Animal, Daniel e Adriano.

A Renata e ao Igor pela amizade e ajuda nesses anos difíceis da pós-graduação.

Um agradecimento muito especial a todos que se voluntariaram, seja por amizade, curiosidade ou boa vontade, a participar dos experimentos.

Ao programa de pós-graduação em Psicobiologia e aos órgãos de fomento à ciência, que possibilitaram esse trabalho fornecendo bolsas de estudo por meio da CAPES e CNPq.

*I've thrown my eyes into the lake.
So that I will see from within
I've thrown my eyes into the lake
And now when blind I still see*

Bathory

RESUMO

Sousa, B. M. (2013). *Assimetria cerebral funcional e sua relação com a excentricidade no campo visual nos tamanhos percebidos em fundos sem e com gradiente de textura*. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Estudos em assimetria cerebral funcional (ACF) apontam que há diferenças entre os hemisférios cerebrais esquerdo (HE) e direito (HD). O HE é especializado para tarefas de linguagem enquanto o HD para tarefas espaciais. Ainda, pode ocorrer uma superestimação de tamanho no campo visual esquerdo (CVE) em relação ao direito (CVD). Já homens possuem melhor desempenho do HD em tarefas espaciais, mas nas mulheres o desempenho dos hemisférios é equivalente. Ainda, há evidências que homens são menos sensíveis ao contexto dos estímulos que mulheres. Mas não é claro como a forma do estímulo, a variação da sua distância ao centro da tela (excentricidade) e se um gradiente de textura podem afetar a ACF. Com base nisso, o objetivo desse trabalho foi verificar se a variação da excentricidade influenciaria a percepção de tamanho de dois tipos de estímulos no CVE e CVD em homens e mulheres (Experimento I). Também (Experimento II) verificar se um gradiente de textura influenciaria um possível efeito observado no Experimento I. Nos dois experimentos a técnica do campo visual dividido foi associada ao método dos estímulos constantes (30 repetições) com escolha forçada de duas alternativas (“qual o maior?”). Os estímulos no Experimento I foram círculos (um padrão e sete de comparação) e elipses horizontais (uma padrão e sete de comparação). Esses estímulos foram contrabalanceados em ambos os hemisférios visuais. Os estímulos foram apresentados em três excentricidades (2,5°, 5° e 7,5°) por 100ms num fundo cinza, para universitários destros (10 homens e 10 mulheres por tipo de estímulo). No Experimento II foram apresentados círculos a 2,5° num gradiente de textura (dividido verticalmente e com mesmas informações de profundidade no CVE e CVD), para 10 mulheres universitárias destrás. A partir dos dados foram calculados o Erro Relativo e o coeficiente angular– sensibilidade discriminativa. Os resultados do Experimento I mostram que a média do erro relativo do CVD para círculos a 2,5° foi maior que a 5° e 7,5°. Nas mulheres houve diferenças entre os hemisférios visuais a 2,5°, sendo o CVD superestimado. Os coeficientes angulares foram maiores a 2,5° de excentricidade e maiores também para os círculos. Os homens apresentaram diferença nos coeficientes angulares para a variação da excentricidade, sendo a de 2,5° maior que 5° e 7,5°. Já as mulheres tiveram coeficientes maiores para círculos. Nos círculos os coeficientes das mulheres a 2,5° foram maiores que a 7,5°. Nas elipses os coeficientes a 2,5° foram maiores em geral e nos homens. Nesses ainda houve uma diferença no CVD, em que os coeficientes a 2,5° foram maiores que a 7,5°. No Experimento II o erro relativo não mostrou diferenças significativas, exceto na comparação de resultados com o Experimento I. Nessa análise a média do CVE foi menor que do CVD. Os coeficientes não apresentaram diferenças significativas. Esses resultados mostram que a ACF não é um efeito absoluto, mas sim dependente das características dos estímulos, da tarefa e pode ser influenciada por diferentes estratégias de homens e mulheres. Apesar de haver diferenças na sensibilidade discriminativa, elas não resultaram numa distorção perceptual. Isso sugere que além da percepção, medidas de sensibilidade também devem ser analisadas para a ACF. Ainda, o efeito do gradiente de textura se sobrepõe a ACF.

Palavras-chave: Assimetria cerebral funcional. Excentricidade. Percepção de tamanho. Gradiente de textura. Diferença entre sexos.

ABSTRACT

Sousa, B. M. (2013). *Functional brain asymmetry and its relation with visual field eccentricity in perceived sizes on backgrounds with and without texture gradient*. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Functional brain asymmetry (FBA) studies point out that there are differences between left (LH) and right (HD) brain hemispheres. LH is more specialized for processing language while HD for processing spatial information. Still, there may be a size overestimation in left visual field (LVF) compared to the right visual field (RVF). But men perform better on spatial tasks using LVF/RH, while women perform equivalently in each brain hemisphere. Also, there is evidence that men are less sensitive to stimuli context than women. However, it is not clear how the shape of the stimulus, variation of its distance from the center of the screen (eccentricity) and a texture gradient can affect FBA. Based on this, the aim of this study was to verify if eccentricity variation can influence size perception of two types of stimuli in LVF and RVF in men and women (Experiment I). Also (Experiment II) we investigate if a texture gradient can influence a possible effect observed in Experiment I. In both experiments we used the divided visual field technique associated with the method of constant stimuli (30 repetitions) with two alternative forced choice ("what is the bigger?"). Stimuli in Experiment I were circles (one standard and seven for comparison) and horizontal ellipses (one standard and seven for comparison). These stimuli were counterbalanced in both visual hemifields. Stimuli were presented at three eccentricities (2.5° , 5° and 7.5°) for 100 ms on a gray background to right-handers (10 men and 10 women by stimulus type). In Experiment II circles were presented at 2.5° in a texture gradient (divided vertically and with same depth information on LVF and RVF), for 10 right-handed women. From data we calculated Relative Errors and psychometric slopes - discriminative sensitivity. Results of Experiment I show that relative error mean for 2.5° in RVF circles was greater than 5° and 7.5° . Women showed an overestimation for circles presented in RVF at 2.5° eccentricity. Slope coefficients were greater for 2.5° eccentricity and for circles. Men showed a difference in slope coefficients for eccentricity variation, with 2.5° mean greater than 5° and 7.5° . Women had higher coefficients for circles than ellipses. Mean circles coefficients were greater at 2.5° than 7.5° eccentricities. Mean ellipses coefficients were greater at 2.5° in general and in men. Men also showed a difference in RVF in which coefficients were greater at 2.5° than 7.5° . Experiment II showed only a difference for relative errors in comparison with Experiment I. These results show that FBA is not an absolute effect, but rely on stimuli characteristics and different strategies for men and women in the task. Although there are differences in discriminative sensitivity, they did not result in a perceptual distortion. This suggests that for FBA not only perceptual parameters should be analyzed, but also the psychometric slope and discrimination sensitivity. Furthermore, the effect of the gradient texture overlaps the FBA.

Keywords: Functional brain asymmetry. Eccentricity. Size perception. Texture gradient. Sex differences.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 1.</i> Esquema da organização do sistema visual.	14
<i>Figura 2.</i> Esquema da combinação dos estímulos para os círculos	26
<i>Figura 3.</i> A excentricidade dos estímulos na tela.	27
<i>Figura 4.</i> Esquema de apresentação dos estímulos na tarefa.	29
<i>Figura 6.</i> Média do Erro Relativo nos hemisférios visuais esquerdo e direito de círculos	31
<i>Figura 7.</i> Erro Relativo para os Círculos comparando Homens e Mulheres.	33
<i>Figura 8.</i> Média do Erro Relativo nos hemisférios visuais esquerdo e direito de elipses.....	34
<i>Figura 9.</i> Média do Coeficiente Angular (ANG) no Experimento I para os hemisférios visuais esquerdo e direito dos dois estímulos (círculos e elipses).	37
<i>Figura 10.</i> Coeficiente Angular (ANG) do Experimento I para os dois sexos (masculino e feminino)	38
<i>Figura 11.</i> Coeficiente Angular (ANG) para os Círculos.	39
<i>Figura 12.</i> Coeficiente Angular (ANG) para os Círculos comparando Homens e Mulheres. .	40
<i>Figura 13.</i> Coeficiente Angular (ANG) para as Elipses	41
<i>Figura 14.</i> Coeficiente Angular (ANG) para as Elipses comparando Homens e Mulheres. ...	42
<i>Figura 15.</i> Gradiente de textura utilizado no Experimento II	46
<i>Figura 16.</i> Erro Relativo no Experimento II para círculos num gradiente de textura	47
<i>Figura 18.</i> Média dos coeficientes angulares para a condição gradiente de textura e círculos a 2,5°	49

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ACF	assimetria cerebral funcional
ANG	coeficiente angular e/ou sensibilidade discriminativa
ANOVA	análise de variância
cd/m²	candela por metro quadrado
CVD	hemicampo visual direito
CVE	hemicampo visual esquerdo
EC	estímulo de comparação
EP	estímulo padrão
EPM	erro padrão da média
HD	hemisfério direito
HE	hemisfério esquerdo
M	média
ms	milissegundo
px	pixel
PIS	ponto de igualdade subjetiva

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Origem e principais resultados do estudo da assimetria cerebral funcional	14
1.2 Estudos em percepção visual espacial e a técnica do campo visual dividido	16
1.3 Estudos em assimetria cerebral funcional e percepção visual	17
1.4 Gradiente de textura.....	20
1.4 Teorias e modelos para a assimetria cerebral funcional (ACF)	20
2. OBJETIVO E PREDIÇÕES	23
3. EXPERIMENTO I	24
3.1 Objetivo.....	24
3.2 Método	24
3.2.1 <i>Participantes</i>	24
3.2.1.1 Critério de inclusão	24
3.2.1.2 Critério de Exclusão.....	25
3.2.2 <i>Materiais e equipamentos</i>	25
3.2.3 <i>Estímulos</i>	26
3.2.4 <i>Apresentação dos estímulos e delineamento experimental</i>	27
3.2.5 <i>Procedimento</i>	28
3.2.6 <i>Análise dos dados</i>	28
3.3 Resultados: Erro Relativo	30
3.3.1 <i>Dois estímulos (círculos e elipses)</i>	30
3.3.2 <i>Círculos</i>	31
3.3.2.1 Sexo e Hemicampo Visual separado	32
3.3.3 <i>Elipses</i>	33
3.3.4 <i>Discussão do Erro Relativo</i>	34
3.4 Resultados: Coeficiente Angular (ANG)	36
3.4.1 <i>Dois estímulos (círculos e elipses)</i>	36
3.4.1.1 Homens versus mulheres	37
3.4.2 <i>Círculos</i>	39
3.4.2.1 Sexo e Hemicampo Visual separado	39
3.4.3 <i>Elipses</i>	40
3.4.3.1 Sexo e Hemicampo Visual separado	41
3.4.4 <i>Discussão Coeficiente Angular (ANG)</i>	42

4. EXPERIMENTO II.....	45
4.1 Objetivo.....	45
4.2.1 <i>Participantes</i>	46
4.2.2 <i>Materiais, equipamento, estímulos e procedimento</i>	46
4.3 Resultados Erro Relativo	47
4.4 Discussão Erro Relativo.....	47
4.5 Resultados coeficiente angular (ANG)	48
4.6 Discussão coeficientes angulares	49
5. DISCUSSÃO	50
5.1 <i>Importância, contribuições e sugestões</i>	54
5.3 <i>Limitações e críticas</i>	55
6. CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE A – Breve histórico sobre assimetria cerebral funcional	65
APÊNDICE B – Resultados das análises de variâncias.....	81
APÊNDICE C – Análise exploratória com <i>eyetracker</i>	87
APÊNDICE D – Modelo alternativo de análise dos dados.....	97
ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	103
ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP	104
ANEXO C - Inventário de Dominância Manual de Edimburgo	105

1. INTRODUÇÃO

A visão é um dos temas de estudo mais avançados na neurociência. A visão se inicia quando a luz atinge a córnea, passando por outras estruturas como pupila e o cristalino. No cristalino os raios são focalizados para atingir a retina, especificamente na camada de células fotossensíveis formada por cones e bastonetes. A energia luminosa (fótons) é transformada pelas células fotorreceptoras em impulsos nervosos por um processo chamado transdução (Souza, Lacerda, Silveira, Araújo, & Silveira, 2013). Dentro da retina há a fóvea, composta por cones e com menos de 0,5 milímetros de diâmetro em que a acuidade visual é máxima. A fóvea representa entre 2° a 3° do campo visual e a acuidade fora dela diminui até mais de dez vezes em direção a periferia. Isso ocorre porque mais cones e bastonetes se ligam a apenas uma fibra aferente do nervo óptico em direção a periferia da retina (Guyton & Hall, 1997a, 2006a; Ruch & Fulton, 1960).

A partir da retina a informação visual segue pelos nervos ópticos até o quiasma óptico. Aqui as fibras do nervo óptico da metade nasal da retina cruzam para o lado oposto para formar o trato óptico. As fibras da metade temporal não se cruzam. O trato óptico faz sinapse com o núcleo geniculado dorsolateral do tálamo e as fibras geniculocalcarinas dele projetam-se por meio da radiação óptica até o córtex visual primário – lobo occipital medial (Figura 1) (Guyton & Hall, 2006b).

Pela arquitetura do sistema visual (Figura 1) as imagens apresentadas no hemisfério visual esquerdo (CVE¹) projetam-se na metade temporal da retina direita. Por outro lado, as imagens do hemisfério visual direito (CVD) projetam-se na metade temporal da retina esquerda (Bourne, 2006; Gazzaniga, 1995; Mishkin & Forgays, 1952; Myers & Sperry, 1982; Sergent, 1982). Essa particularidade anatômica permite que estudos em percepção visual controlem em qual parte da retina as imagens (ou objetos) serão projetados.

Estudos indicam que existe uma anisotropia na percepção visual de tamanho de objetos no campo visual. Ou seja, objetos idênticos apresentados em diferentes regiões são percebidos como tendo tamanhos diferentes. Essa anisotropia é causada por diversos fatores, como efeito oblíquo, assimetria horizontal e vertical, a inserção de um gradiente de textura e também por diferenças no processamento da informação pelos hemisférios cerebrais (Sousa,

¹Apesar do termo hemisfério visual esquerdo ser mais adequado, preferimos adotar a abreviação derivada de campo visual esquerdo (CVE) para não haver confusão com outras abreviações utilizadas nesse texto. O mesmo foi adotado para o hemisfério visual direito, com abreviação (CVD).

2009). Nesse trabalho iremos nos focar nas assimetrias oriundas das diferentes capacidades dos hemisférios cerebrais.

Figura 1. Esquema da organização do sistema visual. As imagens apresentadas à direita do centro da tela são enviadas para o HE e vice-versa. Na figura acima ainda nota-se uma área de sobreposição na parte central do campo visual. Adaptado de “The divided visual field paradigm: Methodological considerations”, por V. J. Bourne, 2006, *Laterality*, 11(4), p. 374. Copyright 2006 by Psychology Press Ltd.

1.1 Origem e principais resultados do estudo da assimetria cerebral funcional

A assimetria cerebral funcional (ACF) refere-se às diferenças na abordagem e eficiência do processamento da informação pelos hemisférios cerebrais. Os hemisférios com suas particularidades atuam de maneira complementar na atividade mental complexa, criando uma unidade comportamental e cognitiva harmoniosa. Quando há uma maior capacidade de um hemisfério sobre outro, diz-se que há uma lateralização da função (Geschwind, 1979; Hellige, 1993; Sergent, 1995; Springer & Deutsch, 1998).

O primeiro relato da ACF veio de um médico francês chamado Marc Dax, em 1836. Depois vieram as evidências de Paul Broca (1861) e Carl Wernick (1874). Inicialmente era atribuído ao hemisfério esquerdo (HE) um papel dominante nas funções cerebrais, pois lesões causavam problemas notórios na fala. Por outro lado, o hemisfério direito (HD) era visto

como inferior, uma vez que lesões não provocavam nenhum efeito comportamental evidente (Berker, Berker, & Smith, 1986; Eling & Whitaker, 2009; Manning & Thomas-Antérion, 2011; Pearce, 2009; Springer & Deutsch, 1998). Mas foi a partir da década de 1950, com os trabalhos de Roger Sperry e seus colaboradores, que os estudos da ACF ganharam um novo impulso. Sperry e colaboradores estudaram pacientes que tiveram o corpo caloso seccionado cirurgicamente (comissurotomia) para tratar epilepsia (um breve resumo histórico é apresentado na Tabela 1 e uma revisão mais detalhada no Apêndice A).

Tabela 1

Breve resumo das principais descobertas sobre Assimetria Cerebral Funcional (ACF)

Ano	Autor	Descoberta	Importância	Hemisfério
1836	Marc Dax	Diferença entre hemisférios	HE processa linguagem	HE
1861/1863/1865	Paul Broca	Processamento e produção da fala	Delimitou área – Área de Broca	HE
1874	Carl Wernicke	Compreensão da fala	Delimitou área - Área de Wernicke	HE
1865/1876	John Hughlings Jackson	HD: percepção e pensamento visual	Percepção no HD	HD
1900 em diante	Hugo Karl Liepmann	Idéia ou plano de ação no HE	Apraxia causava déficits motor e perceptual	HE
Década de 1940	William P. van Wagenen	Comissurotomia ^a para tratar epilepsia	Comissurotomia	HE/HD
Década de 1950	Ronald Myers e Roger Sperry	Comissurotomia em gatos	Função do corpo caloso	HE/HD
Década de 1950	Philip Vogel e Joseph Bogen	Retomada da comissurotomia em humanos	Separação das funções corticais dos hemisférios	HE/HD
Década de 1960 em diante	Michael Gazzaniga	Primeiro a estudar ACF em humanos	Primeira observação comportamental	HE/HD
Década de 1960 em diante	Roger Sperry, Michael Gazzaniga e colaboradores	HE e HD têm funções perceptuais e cognitivas distintas	Hemisférios como mentes distintas	HE/HD
1961	Doreen Kimura	Primeiras evidências de ACF em pessoas sem problemas neurológicos	Estudar pessoas sem problemas neurológicos	HE/HD
1981	Roger Sperry	-	Prêmio Nobel pela importância das pesquisas em ACF	-

Nota: HE = hemisfério esquerdo; HD = hemisfério direito. ^aComissurotomia é uma cirurgia de separação das fibras ou comissuras que unem os hemisférios cerebrais, separando-os em nível cortical.

As cirurgias de comissurotomia separavam o corpo caloso. Essa estrutura se localiza abaixo do córtex cerebral formando o assoalho da fissura longitudinal do cérebro. Ele possui cerca de 200 milhões de fibras mielínicas e amielínicas e apresenta-se como uma lâmina

branca e arqueada dorsalmente. Suas fibras se estendem e irradiam para o interior dos hemisférios formando a radiação do corpo caloso. Devido a essas irradiações, o corpo caloso é o mais poderoso sistema de ligação cortical entre os hemisférios cerebrais (Brandão, 2008; Guyton & Hall, 1997b; Machado, 1993).

Desse modo, os pacientes comissurotomizados forneceram uma oportunidade única para se estudar os hemisférios cerebrais separados em nível cortical. Os estudos nesses pacientes realizados por Sperry, Gazzaniga e colaboradores revelaram que os hemisférios cerebrais podem funcionar independentemente um do outro, como se fossem dois cérebros distintos. Em resumo, os estudos com pacientes comissurotomizados – e outros que se seguiram com pessoas sem problemas neurológicos, apontam que o HE processa as características do estímulo para serem descritas em forma de linguagem (analítico e sequencial). Por outro lado, o HD abstrai a forma global do estímulo (espacial e sintético) (Geschwind, 1979; Hellige, 1993; Levy, 1969; Nebes, 1973; Sperry, 1982; Springer & Deutsch, 1998).

Apesar de inicialmente o HE ser considerado dominante sobre o HD, John Huglings Jackson, em 1865, já relatava que o HD processaria melhor a informação espacial (Springer & Deutsch, 1998). Mesmo os primeiros testes de Sperry e colaboradores num veterano de guerra comissurotomizado mostravam uma maior capacidade sensitiva do HE para discriminação de temperatura, sensibilidade à dor e senso de posição (Gazzaniga, Bogen, & Sperry, 1963). Somente com os trabalhos de Jerry Levy-Agresti, colaboradora de Sperry, que se começou a compreender as capacidades espaciais do HD. Em seu primeiro estudo Levy-Agresti realizou uma tarefa em que pacientes comissurotomizados deveriam segurar um objeto tridimensional e depois indicar qual desenho o representava. O HD apresentou um melhor desempenho no reconhecimento dos objetos que o HE (Levy-Agresti & Sperry, 1968). A partir desse e de outros estudos o desempenho dos hemisférios cerebrais passou a ser entendido em função de suas capacidades e não numa relação de dominância.

1.2 Estudos em percepção visual espacial e a técnica do campo visual dividido

Devido à arquitetura do sistema visual (Figura 1) a informação visual dos estímulos apresentados no CVE chega à retina temporal do olho direito e é enviada para o HD. O inverso ocorre no CVD e a informação chega ao HE. Baseado nessa particularidade anatômica foi desenvolvida a técnica do campo visual dividido. Ela foi adotada para se estudar a percepção visual em pacientes comissurotomizados e com lesões hemisféricas

(Bourne, 2006; Gazzaniga, 1995; Mishkin & Forgays, 1952; Nazir, 2003; Sergent, 1982, 1995). Assim, os hemisférios dos pacientes comissurotomizados puderam ser estudados isoladamente, uma vez que não havia transmissão via corpo caloso e nem quiasma óptico.

Além disso, é possível também usar a técnica em pessoas sem problemas neurológicos. Para isso os estímulos devem ser apresentados a no mínimo 2° de excentricidade – distância do estímulo ao centro da tela (mais detalhes em Brysbaert, 2004; Lindell & Nicholls, 2003). O tempo de exposição deve ser menor que 180 milissegundos (ms) para evitar movimentos rápidos dos olhos (sacádicos), pois esses permitem uma varredura na imagem e assim as informações do campo visual chegariam aos dois hemisférios. Apenas participantes destros devem ser incluídos por terem as funções entre HE e HD melhor divididas (lateralizadas). Por fim, um apoiador de queixo para manter a cabeça do participante imóvel e a uma distância fixa da tela (Bourne, 2006; Hellige, 1993; Jordan, Patching, & Milner, 1998; Myers & Sperry, 1982; Sergent, 1982).

A técnica do campo visual dividido permite uma grande liberdade na manipulação e uso de diferentes estímulos (Sergent, 1983). Além disso, os resultados obtidos com as pessoas com e sem problemas neurológicos são similares, mas com magnitude menor no segundo grupo, indicando que as diferenças observadas refletem os mesmos mecanismos (Ivry & Robertson, 1998; Springer & Deutsch, 1998). Também é possível deduzir que a vantagem na precisão ou no tempo de reação de um hemicampo visual reflete uma vantagem no processamento da informação pelo hemisfério contralateral (CVD/HE ou CVE/HD) (Lindell & Nicholls, 2003). Entretanto, a técnica permite apenas inferir que existem diferenças entre HE e HD, uma vez que elas não são diretamente observadas (Beaumont, 1997).

1.3 Estudos em assimetria cerebral funcional e percepção visual

Uma paciente comissurotomizada foi testada para investigar a transferência de informações visuais entre os hemisférios cerebrais. Ela não teve as extremidades rostral e do esplênio do corpo caloso seccionadas. Foram realizados quatro experimentos que usaram cor, tamanho, forma e palavras. Os resultados não indicaram transferência perceptual entre os hemisférios para cor, tamanho e forma. Mas foi observada uma transferência para palavras. Esses resultados indicam que as fibras não seccionadas são capazes de transferir esse tipo de informação, sugerindo que há uma topografia funcional no corpo caloso (Funnell, Corballis, & Gazzaniga, 2000).

Outro estudo com pacientes comissurotomizados realizou quatro tarefas, a saber: discriminação de orientação, tamanho, luminosidade e acuidade de Vernier (detectar alinhamento entre duas linhas). Os estímulos foram apresentados em pares a 4° de excentricidade. O participante deveria dizer se eles eram iguais ou diferentes. O HD discriminou melhor tamanho, orientação e acuidade de Vernier. Na tarefa de luminosidade os hemisférios cerebrais tiveram um desempenho equivalente. Esses resultados apontam que o HD é melhor que o HE para lidar com a informação espacial (Corballis, Funnell, & Gazzaniga, 2002).

Ainda, o HD percebe os objetos como mais salientes no CVE. Estímulos com características mais salientes no CVE ou CVD foram apresentados numa tarefa de julgamento de brilho, numerosidade e tamanho para participantes sem problemas neurológicos. Independente da instrução, os estímulos apresentados no CVE/HD foram mais escolhidos (média de 68%) em relação aos do CVD/HE. Além disso, os tempos de reação foram mais curtos para os estímulos no CVE/HD, sugerindo uma maior certeza nas respostas para uma maior saliência nesse hemicampo visual (Nicholls, Bradshaw, & Mattingley, 1999). Apesar dessa “preferência” pelos estímulos no CVE, isso não foi um efeito absoluto.

Diferenças entre os hemisférios visuais também são observadas em tarefas de bissecção de linhas em pacientes com negligência perceptual (ignoram partes ou o espaço oposto à lesão). Eles bisseccionam uma linha longa à direita do ponto médio, mas quando a linha é curta, a bissecção é para a esquerda. Um modelo matemático propõe que essa bissecção é feita no ponto em que as duas linhas resultantes têm o mesmo tamanho (ou saliência). Nesse modelo a saliência em cada ponto do campo visual é a soma da saliência representada em cada um dos dois hemisférios cerebrais. Essa representação muda de acordo com a excentricidade (posição dos estímulos em relação ao centro do campo visual/tela). Então os pacientes negligentes apresentam uma falha na relação entre as características do estímulo e a sua saliência (Anderson, 1996). E a contribuição de cada hemisfério possui um peso diferente, pois o HD é responsável pela atenção em todo campo visual, enquanto o HE é responsável pelo CVD (Anderson, 1996; Heilman & Van Den Abell, 1980).

Já em outro estudo foram apresentados pares de retângulos (horizontais ou verticais) e figuras amorfas em uma tarefa de comparação de tamanho. Os pares de estímulos foram apresentados simultaneamente a três pacientes com negligência perceptual (no HD) e também a um grupo controle. Os pacientes com negligência julgaram os estímulos horizontais do CVE menores que os do CVD, mesmo quando tinham o mesmo tamanho. Por outro lado, o grupo controle julgou os estímulos do CVE maiores que os do CVD. Os retângulos verticais não

tiveram seu tamanho ampliado em nenhum grupo. A comparação dos resultados dos grupos sugere que o processo de síntese do espaço e percepção de tamanho no CVE/HD é defeituoso nos pacientes negligentes (com lesão na região parieto-temporal) (Milner & Harvey, 1995).

Estudos mais recentes com participantes sem problemas neurológicos mostram que a ampliação de tamanho no CVE pode ser específica a algumas características dos estímulos. Em uma série de quatro experimentos foram apresentadas simultaneamente elipses (horizontal ou vertical) sempre em comparação com um círculo padrão. A tarefa do participante era dizer qual o maior. Os experimentos foram os seguintes: 1) elipses (horizontal e vertical) apresentadas alinhadamente no meridiano horizontal; 2) elipses (horizontal e vertical) apresentadas nas diagonais; 3) elipses (horizontal) apresentadas alinhadamente no campo visual superior; e 4) elipses (horizontal) apresentadas alinhadamente e com variação de excentricidade. Apenas as elipses horizontais dos experimentos 1, 3 e 4 apresentaram ampliação de tamanho no CVE. Mas o efeito no experimento 4 ocorreu apenas numa excentricidade média (5°) (Charles, Sahraie, & McGeorge, 2007).

Outro fator menos explorado, mas que pode influenciar o processamento da informação no HE e HD, é a relação figura-fundo. Essa relação foi testada em dois experimentos com quatro participantes comissurotomizados (três homens e uma mulher) e quatro no grupo controle. No primeiro experimento quatro figuras amorfas e quatro fundos com indícios de profundidade foram apresentados isoladamente e em combinação figura-fundo. No segundo experimento foram apresentados três pontos circulares em quatro fundos (branco, natural, grade e invertido). Os participantes deveriam identificar a figura e o fundo. Os resultados indicaram que o HE é capaz de perceber adequadamente apenas a figura. Já o HD é eficiente e sensível para integrar a relação figura-fundo e reconhecer seus elementos isoladamente (Cronin-Golomb, 1986).

Devido à técnica do campo dividido, as diferenças observadas nos estudos apresentadas são reflexo da relação entre hemisférios visuais e hemisférios cerebrais (CVE/HD e CVD/HE). A amplificação perceptual dos objetos não é generalizável a todo CVE, sendo específica a algumas características dos estímulos. Dentre essas características estão uma maior saliência (Nicholls et al., 1999) e/ou extensão horizontal dos estímulos (Milner & Harvey, 1995), e que esses devem ser apresentados alinhadamente numa excentricidade média (Charles et al., 2007). Esses resultados também mostram que a informação visual é processada diferentemente pelo HE e HD. O HE mostra-se especializado para uma percepção de detalhes, enquanto o HD para uma percepção global (Cronin-Golomb, 1986).

1.4 Gradiente de textura

Os indícios de profundidade, como os utilizados por Cronin-Golomb (1986), funcionam como pista de percepção para grandes distâncias. Um gradiente de textura deixa os objetos mais densos conforme se distanciam do observador. Quando combinados, os elementos de um gradiente de textura podem garantir uma maior confiança nas respostas de uma tarefa em relação a poucos elementos aleatórios (Aks & Enns, 1996; Da Silva, Aznar-Casanova, Pinto-Ribeiro Filho, & Santillán, 2006; Gibson, 1950, 1979; Hillis, Watt, Landy, & Banks, 2004).

O gradiente de textura é um elemento que pode causar ampliação ou distorções do tamanho percebido de objetos. Estudos demonstram que o aumento e a configuração dos elementos de um gradiente de textura podem ter efeito aditivos, resultando em superestimações maiores (Leibowitz, Brislin, Perlmutter, & Hennessy, 1969; William & Enns, 1996).

As distorções causadas por gradientes de texturas são robustas e ocorrem também em cavalos (Timney & Keil, 1996) e babuínos (Barbet & Fagot, 2002) para imagens pictóricas. Além disso, estudos neurofisiológicos em humanos mostram que área caudal intraparietal (Shikata et al., 2001), homóloga a caudal da superfície do sulco intraparietal em macacos (Tsutsui, Sakata, Naganuma, & Taira, 2002), são ativadas na apresentação de gradientes de textura. Esses resultados apontam uma origem evolutiva e filogenética para a percepção do gradiente de textura.

Outros estudos utilizaram o horizonte e diferentes gradientes de textura para investigar como eles influenciaram a percepção do tamanho relativo. Os resultados indicaram que linhas de perspectiva e horizonte são os indícios de profundidade que mais distorcem a percepção de tamanho (Alves & Fukusima, 2007). Além disso, outros estudos sugerem que essas informações de profundidade são processadas num tempo rápido. Por exemplo, indícios como as linhas de perspectiva são capazes de informar a distância numa imagem em tempos breves – 100 ms (Torro-Alves, Ferreira, Bernardino, & Fukusima, 2012).

1.4 Teorias e modelos para a assimetria cerebral funcional (ACF)

Alguns estudos apontam que os hemisférios diferem na forma como representam as características do que está no campo visual. O HE processaria melhor os detalhes – frequência espacial alta, enquanto o HD processaria melhor a forma global – frequência espacial baixa (Brown & Kosslyn, 1995; Cronin-Golomb, 1986; Hellige, 1995; Kitterle, Christman, & Hellige, 1990; Sargent, 1982, 1984). Pelo desempenho dos hemisférios em diversas tarefas é possível inferir quais são os aspectos da informação visual que cada um processa melhor. Com base nisso, alguns modelos e teorias foram levantados.

De acordo com o modelo do Acesso Direto, a informação será processada sempre pelo hemisfério que a receber primeiro. Se o hemisfério especializado receber primeiro a informação, ele terá uma vantagem sobre o não especializado e o seu desempenho na tarefa será melhor. Por outro lado, no modelo da Reposição a informação sempre será processada pelo hemisfério especializado. Então, se a informação chegar ao hemisfério não especializado será transferida pelo corpo caloso para o hemisfério especializado, havendo uma perda de qualidade nesse processo (Springer & Deutsch, 1998). Esses dois modelos propõem que o desempenho do hemisfério especializado será melhor se o a informação chegar nele primeiro. Outras teorias interpretam a ACF de forma diferente.

As teorias Estruturais propõem que seriam um ou mais subsistemas dos hemisférios cerebrais que se especializaram para processar determinada informação. Já as teorias da Alocação (ou Atribuição) propõem que os hemisférios cerebrais possuem estratégias diferentes para lidar com a informação. Dessa forma, os hemisférios diferenciam-se na eficácia para processar um tipo de informação (teoria estrutural) ou no uso de determinada estratégia (teoria da alocação) (Brown & Kosslyn, 1995).

Outras teorias se baseiam no tipo de frequência espacial que cada hemisfério processa. A teoria da dupla filtragem por frequência (DFF) propõe que a ACF é resultado de três estágios do processamento da informação: a) há uma representação simétrica da informação nos dois hemisférios; b) a atenção seletiva determina qual frequência espacial da informação é relevante para a tarefa e c) os hemisférios impõem filtros assimétricos na informação selecionada (Ivry & Robertson, 1998). Assim, o HE processaria melhor frequência espacial alta e o HD as baixas (Ivry & Robertson, 1998; Sargent, 1982).

Outros estudos apontam o papel da atenção. A atenção visual envolve a competição, dentre várias alternativas, de recursos para o processamento de determinada informação. Dessa forma, haverá uma preferência seletiva de algum aspecto da informação visual. Esse aspecto será realçado, intensificando a eficiência do processamento perceptual (Carrasco, Ling, & Read, 2004; Hancock & Andrews, 2007), enquanto as outras áreas podem ser

percebidas como maiores do que realmente são (Tsal, Shalev, & Zakay, 2005). Esse processo ocorre de forma diferente em cada hemisfério.

Estudos sugerem que o HD é responsável pela atenção em todo campo visual, por outro lado, o HE é responsável prioritariamente pelo CVD (Anderson, 1996; Heilman & Van Den Abell, 1980). Isso sugere que o mecanismo atento no HE é para atenção focada e no HD para atenção global (Anderson, 1996; Halligan & Marshall, 1994). Um estudo com participantes normais e negligentes realizou tarefas de luminosidade (*grayscale tasks*) com estímulos apresentados horizontal, vertical e obliquamente. Os participantes deveriam selecionar qual ponta do estímulo era mais escura. Os resultados mostraram que a atenção reflete seus mecanismos neurais e cognitivos num sistema ortogonal (horizontal/vertical). E a atenção é mais direcionada para o CVE, que é de responsabilidade do HD (Nicholls, Mattingley, Berberovic, Smith, & Bradshaw, 2004).

Os modelos, teorias e mecanismos atentos apresentados explicam vários resultados e explicam vários aspectos da ACF. Mas eles não são capazes de englobar toda a variabilidade de resultados, principalmente os contraditórios. Uma teoria deve estabelecer a base fundamental do problema, mas Corballis et al. (2002) apontam que ainda não há uma teoria completamente satisfatória para a ACF. Outros apontam que o mesmo estímulo pode produzir efeito de ACF numa tarefa e outras vezes não (Brown & Kosslyn, 1995). Essa dificuldade de replicar os resultados demonstra que a ACF é um campo vasto para a investigação científica, em especial para a percepção visual.

Os estudos apresentados anteriormente sugerem que a ACF surge em condições muito específicas e dentro de certos paradigmas. Com base nisso, o objetivo desse estudo foi investigar se algumas variações das características dos estímulos poderiam ou não provocar um efeito de ACF. Numa condição experimental apresentamos dois tipos de estímulos similares em cada condição para verificar se essa era uma característica fundamental para a ACF. Também variamos a excentricidade desses estímulos para investigar se algum efeito que surgisse dependeria de uma região de maior saliência. Numa segunda condição utilizamos um gradiente de textura para verificar qual seria a influencia dele num possível efeito de ACF. De acordo com os estudos apresentados, esperávamos uma superestimação de tamanho dos estímulos no CVE numa excentricidade média. E que o gradiente de textura ampliasse esse efeito. Porém, podemos antecipar que esses efeitos não foram observados.

2. OBJETIVO E PREDIÇÕES

O objetivo de nosso estudo foi verificar se a variação da excentricidade influenciaria a percepção de tamanho de dois tipos de estímulos nos hemisférios visuais esquerdo (CVE) e direito (CVD), em homens e mulheres (Experimento I). Também foi objetivo verificar se um gradiente de textura iria influenciar um possível efeito observado no Experimento I (Experimento II).

Esperávamos encontrar uma ampliação do tamanho percebido no CVE, em ambos os estímulos, numa excentricidade intermediária (Experimento I) e com maior magnitude nos homens. No Experimento II esperávamos uma integração figura-fundo, ampliando o efeito observado no primeiro experimento.

3. EXPERIMENTO I

O primeiro experimento foi dividido em duas etapas. Numa etapa foram utilizados círculos. Na outra foram utilizadas elipses que variaram apenas na extensão horizontal. Os outros parâmetros foram similares entre as duas etapas. Isso foi feito para avaliar as diferenças entre os tipos de estímulos, mas inicialmente foi realizada uma análise deles em conjunto.

3.1 Objetivo

O objetivo desse experimento foi verificar se a haveria diferença perceptual e de sensibilidade discriminativa entre os hemisférios visuais para julgar os estímulos. E se essa possível diferença seria afetada pela variação da excentricidade e pelo tipo de estímulo. Também foi objetivo verificar se haveria diferença entre homens e mulheres. Esperávamos encontrar diferenças entre os hemisférios visuais numa excentricidade intermediária e que a assimetria perceptual e de sensibilidade tivessem uma maior magnitude nos homens.

3.2 Método

3.2.1 Participantes

Círculos: vinte universitários, dez mulheres ($M = 23,5$ anos, erro padrão da média – $EPM = 1,11$ e Índice de Lateralidade – $IL = 78,52$, $EPM = 5,85$) e dez homens ($M = 24,9$ anos, $EPM = 1,53$, $IL = 78,32$, $EPM = 5,74$). *Elipses*: vinte universitários, dez mulheres ($M = 25,1$ anos, $EPM = 2,08$ e $IL = 89,13$ $EPM = 3,77$) e dez homens ($M = 25,1$ anos, $EPM = 1,03$, $IL = 81,74$, $EPM = 2,94$).

3.2.1.1 Critério de inclusão

O participante deveria ter mais de 18 anos e ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A). Esse termo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP) – Universidade de São Paulo (processo 510/2010). O participante também não deveria possuir nenhum histórico de doença

neurológica e/ou ocular e deveria ser destro² – o grau de dominância manual foi medido pelo Inventário de Dominância Manual de Edimburgo (Oldfield, 1971) (Anexo B). Por fim, o participante deveria possuir acuidade visual normal ou corrigida (6/6) (Bicas, 2003). Todas as dúvidas dos participantes sobre o procedimento foram sanadas *antes* de ir para a sala experimental.

3.2.1.2 Critério de Exclusão

Os participantes que não preenchessem todos os requisitos apresentados no Critério de Inclusão não poderiam participar da pesquisa. Nenhum participante foi excluído e todos completaram as sessões experimentais.

3.2.2 Materiais e equipamentos

Os experimentos foram realizados num computador com sistema operacional Windows XP – Professional, com processador Intel Pentium Dual, CPU E2200 – 2,20GHz e 1,19GHz, com 2GB de RAM. A placa de vídeo era GeForceFx 5500, de 256MB. O modelo do monitor era W2243 C 30000:1 (LG) de 21" (*widescreen*), resolução ajustada em 1920x1080 *pixels* (px) e taxa de atualização de 60 Hz. As configurações do monitor foram: brilho 100, contraste 70, gama 0, nitidez 5, RGB 50. A luminância média para as regiões do monitor no fundo cinza utilizado na pesquisa foi de 146,68 cd/m².

O programa CorelDRAW X3 foi utilizado para a criação dos estímulos e adequação desses aos parâmetros necessários à pesquisa (ver sessão Estímulos). Os estímulos foram criados separadamente e salvos no formato JPG. Para o controle da apresentação das imagens dos estímulos e coleta de respostas foi utilizado o programa SuperLab 4.0.5 – Cedrus. Os dados foram analisados com dois programas: Microsoft Excel 2007 e SPSS 15. O teclado do computador foi utilizado para coletar as respostas dos participantes, e apenas três teclas foram utilizadas: a barra de espaço e os números 1 e 2 (do teclado numérico).

Um apoiador de queixo foi utilizado para manter a distância do participante sempre a 570 mm do monitor. Assim, cada centímetro na tela do monitor equivale a 1° de ângulo visual

² Segundo a literatura existente, pessoas canhotas são menos lateralizadas (a ACF é menor) em tarefas de processamento visual (Hellige, 1996).

(Corballis et al., 2002). O experimento foi realizado em uma sala com tratamento acústico no Laboratório de Percepção e Psicofísica da FFCLRP.

3.2.3 Estímulos

Círculos: nesta etapa foram utilizados sete círculos de comparação e um padrão. O círculo padrão tinha um tamanho fixo de 3° (120 px). Havia sete variações de tamanho para o círculo de comparação em relação ao padrão: três menores ($2,7^\circ$, $2,8^\circ$, $2,9^\circ$), um igual (3°) e três maiores ($3,1^\circ$, $3,2^\circ$ e $3,3^\circ$) (Figura 2). Cada círculo de comparação foi combinado com o círculo padrão, totalizando 14 combinações (sete com o padrão no hemisfério visual esquerdo e sete no direito).

Figura 2. Esquema da combinação dos estímulos para os círculos. O círculo padrão foi combinado com todos os círculos de comparação. Isso foi feito com o padrão à esquerda e com ele à direita, totalizando 14 imagens. Esses círculos foram alinhados horizontalmente.

Elipses: nesta etapa um procedimento semelhante ao dos círculos foi adotado. A elipse padrão tinha $3,5^\circ$ (140 px) de comprimento horizontal, com sete variações de comprimentos horizontais para as elipses de comparação: três menores ($3,2^\circ$, $3,3^\circ$, $3,4^\circ$), uma igual ($3,5^\circ$) e três maiores ($3,6^\circ$, $3,7^\circ$ e $3,8^\circ$). Todas as elipses tinham 3° (120 px) de comprimento vertical. Em ambas as etapas, os pares de estímulos foram apresentados alinhados e em três excentricidades ($2,5^\circ$, 5° e $7,5^\circ$), na cor preta sobre um fundo de tela cinza (Figura 3).

3.2.4 Apresentação dos estímulos e delineamento experimental

Os pares de estímulos foram criados para serem apresentados pela técnica do campo visual dividido (Bourne, 2006; Gazzaniga, 1995; Mishkin & Forgays, 1952; Myers & Sperry, 1982; Sergent, 1982). O método dos estímulos constantes foi associado à escolha forçada de duas alternativas e adotado para a apresentação desses pares.

O método dos estímulos constantes possui vantagens, como simplicidade, independência entre ordem da apresentação de estímulos e fornece uma curva psicométrica completa. Mas também possui desvantagens, como requerer muitos julgamentos para se calcular o limiar e muitos dos julgamentos de estímulos distantes do possível limiar são pouco informativos (Bernardino, Sousa, & Fukusima, 2010; Dai, 1995; Simpson, 1988; Sousa, 2009; Watson & Fitzhugh, 1990). Apesar dessas desvantagens, optamos pelo método dos estímulos constantes por fornecer uma curva psicométrica completa, pela sua simplicidade e também facilidade para ser utilizado com a técnica do campo visual dividido.

Figura 3. A excentricidade dos estímulos na tela. A excentricidade dos estímulos na tela. Cada excentricidade foi calculada a partir do centro da tela (exemplificado na figura pela cruz preta) até a borda do estímulo. Os estímulos foram apresentados alinhados na região central.

Com o método dos estímulos constantes cada EC foi comparado com o EP da seguinte maneira: cada um dos sete EC no CVD com o EP no CVE e cada um dos sete EC no CVE e o EP no CVD (ver Figura 4 – Estímulos). Esses pares foram apresentados por alinhados e simultaneamente por 30 vezes cada, totalizando 420 apresentações (30 x 14 combinações). O participante deveria dizer qual estímulo era o maior (escolha forçada). O fundo cinza serviu para garantir a ausência de informações de profundidade na imagem.

Os participantes foram testados individualmente. Cada condição de excentricidade definia uma sessão e o participante realizou o experimento com apenas um tipo de estímulo (círculo ou elipse). O participante passou por todas as três excentricidades (em geral não se permitia que o participante realizasse mais de duas sessões por dia). A ordem das sessões foi aleatória. Os participantes não demoraram mais que 30 dias entre a primeira e a última sessão.

3.2.5 Procedimento

A apresentação das imagens iniciava com uma *tela de descanso* com a frase: “Aperte a barra de espaço para continuar”. Esta tela era liberada após a pressão na barra de espaço e permitiu que o participante iniciasse a apresentação quando estivesse preparado.

Em seguida apareciam, em seqüência, dois *pontos de fixação* por 250 milissegundos (ms) cada, com cores diferentes e aleatórias para garantir que o participante fixasse seu olhar no centro da tela durante a tarefa (Jordan & Patching, 2006). Em seguida, um par de estímulos (EP e EC) era apresentado por 100 ms, seguido por uma tela de ruído com 100 ms. Por fim, aparecia a *tela de resposta* com a pergunta: “Qual círculo é maior?” ou “Qual elipse é maior?”. A resposta do participante era dada sempre com a mão direita utilizando o próprio teclado numérico do computador. Foi definido que a tecla 1 seria para o estímulo maior à esquerda e a tecla 2 para o estímulo maior à direita. Após a tela de resposta novamente era apresentada a *tela de descanso* (Figura 4).

3.2.6 Análise dos dados

As frequências relativas de respostas dos julgamentos para os sete EC do CVE e CVD foram coletadas e transformadas em porcentagem. As porcentagens foram transformadas em escore z (curva cumulativa normal). Os valores com porcentagem de respostas menores que 0,1 e maiores que 0,9 foram excluídos. Os escores z foram ajustados a uma reta de regressão linear pelo método dos quadrados mínimos.

A partir dessa reta foi calculado o ponto de igualdade subjetiva (PIS) e o coeficiente angular (ANG) – a inclinação da curva psicométrica. O PIS corresponde ao ponto em que 50% das vezes o EC foi percebido como maior que o EP. O ANG indica sensibilidade discriminativa do participante.

Figura 4. Esquema de apresentação dos estímulos na tarefa. As imagens apresentadas eram: tela de descanso, ponto de fixação, estímulos, ruído e pergunta (“Qual círculo é maior?” ou então: “Qual elipse é maior?”). No esquema o ponto de fixação, a pergunta e a tela de descanso foram adaptadas para uma melhor visualização.

Para o Experimento I utilizamos dois tipos de estímulos: círculos ($EP = 3^\circ$) e elipses ($EP = 3,5^\circ$). Essa diferença nas medidas não possibilitou que os PIS dos dois estímulos fossem analisados e comparados diretamente. Então, realizamos uma transformação nos valores de PIS para os dados serem analisados como um só experimento (nesse caso, os estímulos seriam um fator na análise). Os valores de PIS foram utilizados para calcular o Erro Relativo, dado pela fórmula: $Erro = 100 * (EP - PIS) / EP$, onde Erro: erro relativo, EP: valor do estímulo padrão e PIS: valor do ponto de igualdade subjetiva. No Experimento II os PIS também foram utilizados para estimar o erro relativo.

O Erro Relativo é uma medida utilizada em outros estudos em percepção visual (por exemplo, Alves & Torro-alves, 2007) e é adequado para nossas análises porque fornece valores independentes da unidade de medida e tamanho dos estímulos. O erro relativo também pode ser uma medida importante para os estudos em ACF. A maioria dos estudos não utiliza uma medida de lateralidade que permita comparar diretamente os resultados (Springer & Deutsch, 1998). Dessa forma, o erro relativo se torna uma medida importante para a comparação entre vários estudos.

O Erro Relativo indica quanto o EC se distanciou, em porcentagem, do valor do EP. Erros negativos indicam que o EC foi subestimado em relação ao EP (EC maior que o EP foi percebido como menor). Erros positivos indicam que o EC foi superestimado em relação ao EP (EC menor que o EP foi percebido como maior). Com essa transformação foi possível comparar os valores dos dois tipos de estímulos e isso também permitirá que outros estudos comparem seus resultados diretamente com os nossos.

Por fim, cabe ressaltar que cada participante forneceu seis curvas psicométricas (2 para campo visual – CVE e CVD x 3 Excentricidades – 2,5°, 5° e 7,5°). Os erros relativos e ANG foram agrupados conforme as análises. Uma análise de variância (ANOVA) inicial de modelo misto (*between-within*) foi realizada: (3 Excentricidades – 2,5°, 5° e 7,5°) x (2 Hemicampos Visuais – esquerdo e direito) x 2 Sexos (masculino – feminino). Essa análise foi desmembrada conforme os objetivos do estudo. O nível de significância adotado foi de 0,05.

Nas análises apresentadas indicamos o tamanho do efeito (η^2 parcial). Esse parâmetro indica a proporção da variância na variável dependente explicada pela variável independente. O η^2 parcial também pode ser utilizado para comparar o efeito entre estudos com desenho experimental diferente (para uma discussão mais detalhada, Levine & Hullett, 2002). O épsilon (ϵ) de Greenhouse-Geisser foi utilizado quando a esfericidade não pôde ser assumida. Ele é um ajustamento dos graus de liberdade mais conservador e é utilizado para amostras pequenas.

3.3 Resultados: Erro Relativo

3.3.1 Dois estímulos (círculos e elipses)

Na Figura 5 se mostram os erros relativos em função da excentricidade nos CVE e CVD. Uma ANOVA foi realizada para verificar se houve efeito significativo nos fatores investigados, a saber: tipo de estímulo, excentricidade, hemisfério visual e sexo. Essa ANOVA foi de modelo misto (*between-within*): 2 tipos de Estímulos (círculo e elipse) x (3 Excentricidades – 2,5°, 5°, 7,5°) x (2 Hemicampos Visuais – CVE e CVD) x 2 Sexos (masculino e feminino).

A ANOVA não mostrou quaisquer efeitos significativos nos fatores *dentre* e *entre* participantes ($p > 0,05$), conforme pode ser observado na Tabela B1 (Apêndice B). Apesar disso, nossas análises foram desmembradas por tipo de estímulo devido às diferenças significativas observadas nos ANG (essa análise é apresentada após a Discussão do Erro Relativo). Antecipadamente podemos dizer que houve diferenças significativas para Excentricidade e Estímulos ($p > 0,05$). O objetivo das análises segmentadas apresentadas a seguir foi verificar se haveria diferença perceptual entre os hemisférios visuais, se haveria diferença entre os Sexos dentro dos Estímulos e também analisar separadamente as Excentricidades.

Figura 5. Média do Erro Relativo no Experimento I para os hemisférios visuais esquerdo e direito dos dois estímulos (círculos e elipses). Valores negativos indicam uma subestimação (estímulo de comparação maior que o estímulo padrão, mas foi percebido como menor). Valores positivos indicam uma superestimação (estímulo de comparação menor foi percebido maior que o padrão). A barra de erros representa o erro padrão da média. Esquerdo e Direito referem-se ao hemisfério visual.

3.3.2 Círculos

A Figura 6 mostra os erros relativos em função da excentricidade e dos hemisférios visuais. Para verificar se houve alguma diferença significativa entre as condições foi realizada uma ANOVA de modelo misto: 2 Sexos (masculino e feminino) x [(3 Excentricidades – 2,5°, 5°, 7,5°) x (2 Hemisférios Visuais – CVE e CVD)].

Figura 6. Média do Erro Relativo nos hemisférios visuais esquerdo e direito de círculos. Valores negativos indicam uma subestimação (estímulo de comparação maior que o estímulo padrão, mas foi percebido como menor). Valores positivos indicam uma superestimação (estímulo de comparação menor foi percebido maior que o padrão). A barra de erros representa o erro padrão da média. Esquerdo e Direito referem-se ao hemisfério visual.

Os resultados indicaram que para os fatores *dentre* participantes houve diferença significativa na interação Hemicampo Visual e Excentricidade ($F(2,36) = 4,621$, $p = 0,016$, η^2 parcial = 0,204). Já o fator Excentricidade teve um efeito marginal ($F(2,36) = 3,217$, $p = 0,052$, η^2 parcial = 0,152) e os outros fatores não mostraram diferenças significativas (Tabela B2 – Apêndice B).

Devido à interação Hemicampo Visual e Excentricidade e ao efeito marginal para Excentricidade, foram realizadas duas análises por Hemicampo Visual: (3 Excentricidades – 2,5°, 5°, 7,5°) X (1 Hemicampo Visual – CVE ou CVD). Apenas o CVD apresentou diferença significativa entre as Excentricidades ($F(2,36) = 6,177$, $p = 0,005$, η^2 parcial = 0,256). O pós-teste de Bonferroni³ mostrou que a média da excentricidade 2,5° ($M = 1,121$, $EPM = 0,111$) é significativamente maior ($p = 0,040$) que a média da excentricidade de 5° ($M = -0,006$, $EPM = 0,101$), o intervalo de confiança (IC) indicou que a diferença entre as médias populacionais está entre 0,44 e 2,210. A média de 2,5° também é maior ($p = 0,027$) que a média da excentricidade 7,5° ($M = -0,513$, $EPM = 0,118$), com IC entre 0,164 e 3,104. As outras condições e o hemicampo visual esquerdo não mostraram diferenças significativas ($p > 0,05$).

3.3.2.1 Sexo e Hemicampo Visual separado

Apesar de nossos resultados inicialmente não mostrarem diferença entre os Sexos, estudos apontam que há diferença entre homens e mulheres em tarefas de natureza espacial (Avrahami, Argaman, & Weiss-Chasum, 2004; Phillips, Chapman, & Berry, 2004). Também há diferença nas estratégias adotadas por homens e mulheres para tarefas de rotação mental de objetos (Linn & Peterson, 1985). Além disso, nossa análise dos ANG também evidenciou diferenças entre homens e mulheres. No CVD de mulheres a 2,5° de excentricidade foi maior que a 7,5° (apresentados após a discussão do erro relativo). Por isso decidimos separar a nossa análise por Sexo. A Figura 7 aponta indícios de uma diferença entre sexos em nosso estudo.

³ O SPSS ajusta o nível de significância do teste de Bonferroni conforme o número de comparações. Após os cálculos o resultado (p) é multiplicado pelo número de comparações e em seu *output* o nível de significância sai em função de 0,05. Mais informações: <http://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=swg21476685>, acesso dia 11/05/2013 às 13:28h.

Figura 7. Erro Relativo para os Círculos comparando Homens e Mulheres. Essa etapa contou com 20 participantes (10 homens e 10 mulheres). Valores negativos indicam uma subestimação (estímulo de comparação maior que o estímulo padrão, mas foi percebido como menor). Valores positivos indicam uma superestimação (estímulo de comparação menor foi percebido maior que o padrão). A barra de erros representa o erro padrão da média. Esquerdo e Direito referem-se ao hemisfério visual.

Então, para cada sexo, fizemos uma ANOVA: (3 Excentricidades – 2,5°, 5°, 7,5°) X (2 Hemisférios Visuais – esquerdo e direito). Os resultados indicaram efeito significativo somente nas mulheres para a interação Hemisfério Visual e Excentricidade ($F(2,18) = 4,161$, $p = 0,033$, η^2 parcial = 0,316), as demais condições apresentaram efeito marginal (Tabela B3 – Apêndice B).

A interação foi desmembrada para a realização de três testes t que avaliaram as diferenças entre os Hemisférios Visuais dentro de cada Excentricidade (2,5°, 5° e 7,5°). O nível de significância foi reajustado para 0,0167 (0,05/3). A análise mostrou diferença significativa entre os hemisférios visuais apenas na Excentricidade de 2,5° ($t(9) = -3,407$, $p = 0,008$). A média do erro relativo para o CVE foi menor ($M = -1,267$; $EPM = 0,374$) que a do CVD ($M = 1,780$; $EPM = 0,560$). O IC indicou que a diferença entre as médias populacionais está entre -5,070 a -1,024.

3.3.3 Elipses

A Figura 8 indica que o padrão perceptual das elipses variou com a excentricidade. Assim como nos Círculos, uma ANOVA de modelo misto foi executada: (3 Excentricidades –

2,5°, 5°, 7,5°) x (2 Hemicampos Visuais – esquerdo e direito) x 2 Sexos (masculino e feminino).

Figura 8. Média do Erro Relativo nos hemicampos visuais esquerdo e direito de elipses. Valores negativos indicam uma superestimação (o estímulo de comparação foi percebido como maior que o padrão). Valores positivos indicam uma subestimação (estímulo de comparação foi percebido com menor que o padrão, mesmo sendo maior). A barra de erros representa o erro padrão da média. Esquerdo e Direito referem-se ao hemicampo visual.

Nossos resultados mostram que os erros relativos foram maiores a 5. Entretanto, os resultados mostraram que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nos fatores *dentre* e *entre* participantes ou na interação entre eles (ver Tabela B4, Apêndice B). Também foram realizados desmembramentos com base nos resultados dos ANG, porém não houve diferenças significativas ($p > 0,05$).

3.3.4 Discussão do Erro Relativo

Em nosso Experimento I investigamos se a variação da excentricidade influenciaria a percepção de tamanho de dois tipos de estímulos nos CVE e CVD, em homens e mulheres. Nossos resultados mostraram que apenas no CVD/HE houve diferença entre as excentricidades (com médias maiores para os estímulos a 2,5° do que a 5° e 7,5°). Ainda, a 2,5° as mulheres superestimaram os círculos no CVD. Esses resultados mostram o papel crítico do CVD na percepção dos círculos.

Uma diferença entre o CVE e CVD era esperada com a variação da excentricidade. Porém, nossos resultados apontam essa diferença somente nos círculos na excentricidade de 2,5° e em mulheres. Essa superestimação é em sentido contrário a observada em outros estudos (por exemplo, Milner & Harvey, 1995), que indicam uma superestimação de objetos no CVE. Estudos sugerem que a variação da excentricidade pode afetar a ACF de diferentes maneiras. Em tarefas de biseção de linha (estímulos contínuos) a variação no comprimento da linha pode afetar o efeito de superestimação do CVE, fazendo com que ele não surja ou se inverta (Anderson, 1996). Outros estudos apontam uma superestimação de tamanho de elipses horizontais (estímulos discretos) apenas a 5° no CVE (Charles et al., 2007). Os resultados de estudos com estímulos contínuos e discretos, somados aos nossos, mostram que o efeito de superestimação do CVE não é absoluto e pode variar conforme o paradigma experimental.

Outros estudos mostram que a excentricidade pode influenciar o tempo de reação. Esses aumentariam em função da excentricidade (Carrero, Haddad, & Baldo, 2012), sugerindo que circuitos neuronais podem se beneficiar de menores excentricidades. Menores excentricidades estão relacionadas a região de incidência dos estímulos na fóvea, onde a acuidade visual é alta (Guyton & Hall, 1997a, 2006a). Dessa forma, os círculos apesar de estarem em uma região de alta acuidade visual (2,5° de excentricidade), ainda assim apresentaram diferenças perceptuais nas mulheres. Mas não é possível comparar nossos resultados com outros estudos (Charles et al., 2007; Milner & Harvey, 1995), pois esses não analisaram diferenças de sexo.

Diferenças nas capacidades dos hemisférios cerebrais de homens e mulheres podem refletir mecanismos fisiológicos distintos para a execução de tarefas. Por exemplo, nos homens a latência da transferência inter-hemisférica é mais rápida se a informação for do hemisfério com maior capacidade (ou mais especializado) para o de menor capacidade, e é mais lenta em sentido contrário. Já nas mulheres a latência é simétrica entre os hemisférios (Proverbio, Mazzara, Riva, & Manfredi, 2012). Os homens também possuem hemisférios cerebrais mais lateralizados para diversas funções (Shaywitz et al., 1995) e assimétricos em estrutura (Allen, Richey, Chai, & Gorski, 1991) em relação às mulheres.

Linn & Peterson (1985) apontam que homens e mulheres diferem nos processos escolhidos para solucionar as tarefas espaciais, o que refletiria no desempenho. Com base nisso, é possível que em nosso estudo as mulheres tenham adotado uma estratégia diferente dos homens para realizar a tarefa. Nos homens a assimetria no desempenho pode não ter surgido devido à simplicidade da tarefa, o que não fez com que as capacidades diferentes dos hemisférios resultassem em uma distorção perceptual. Já nas mulheres pode ter ocorrido a

adoção de alguma estratégia que causou a superestimação de tamanho no hemicampo visual direito (melhor discutido a seguir para os ANG). Diferenças entre sexo em tarefas de natureza espacial são levantadas em alguns estudos e podem justificar em parte os resultados contrários obtidos em nosso estudo (Avrahami et al., 2004; Phillips et al., 2004).

Diferenças de atenção também podem estar relacionadas aos nossos resultados. Estudos sugerem que há uma região ótima, ou um pico de saliência, dentro do CVE para o efeito de superestimação de tamanho (Anderson, 1996). Dessa forma nossos estímulos podem não ter causado uma maior saliência no CVE por serem simples. Estudos apontam que a forma e como a tarefa é realizada em função das características dos estímulos são importantes para a ocorrência da ACF (Charles et al., 2007; Corballis et al., 2002; Milner & Harvey, 1995).

Além disso, outros estudos indicam que o HE é responsável pela atenção focada (Anderson, 1996; Halligan & Marshall, 1994; Heilman & Van Den Abell, 1980; Nicholls et al., 2004). Por isso o HE tem um papel crítico para variação de excentricidade, distorcendo o tamanho dos círculos como ocorreu no HE das mulheres, mas não das elipses. Isso aponta que as mulheres podem ser mais sensíveis ao tipo de estímulo que os homens e também corrobora a especificidade da ACF.

Devido ao método do campo visual dividido adotado por nós, diferenças perceptuais entre os hemisférios visuais refletiriam as capacidades distintas de cada hemisfério cerebral (Bourne, 2006; Corballis, 2003; Gazzaniga, 1995; Geschwind, 1979; Sargent, 1982; Sperry, 1982). Nossos resultados apontam que a ACF possui especificidades muito sutis e seu efeito não é generalizável para uma ampla classe de estímulos. A seguir é descrita a análise dos ANG (sensibilidade na tarefa) que pode dar indícios sobre as estratégias e a forma como homens e mulheres realizaram a tarefa.

3.4 Resultados: Coeficiente Angular (ANG)

3.4.1 Dois estímulos (círculos e elipses)

A Figura 9 apresenta os ANG que indicam a sensibilidade discriminativa dos participantes na tarefa. Para analisá-los em ambos os estímulos não foi necessária nenhuma transformação nos dados. Uma ANOVA foi realizada para verificar se houve alguma diferença significativa entre as condições. Essa ANOVA foi de modelo misto: 2 tipos de

Estímulos (círculo e elipse) x (3 Excentricidades – 2,5°, 5°, 7,5°) x (2 Hemicampos Visuais – esquerdo e direito) x 2 Sexos (masculino e feminino).

Figura 9. Média do Coeficiente Angular (ANG) no Experimento I para os hemicampos visuais esquerdo e direito dos dois estímulos (círculos e elipses). Quanto maior o valor do ANG, maior a sensibilidade discriminativa na tarefa. A barra de erros representa o erro padrão da média. Esquerdo e Direito referem-se ao hemicampo visual.

Os resultados indicaram que para os fatores *dentre* participantes houve efeito significativo para Excentricidades ($F(1,680; 60,488) = 6,503 - \varepsilon$ de Greenhouse-Geisser relatado, $p = 0,004$, η^2 parcial = 0,153). O pós-teste de Bonferroni mostrou que a média da excentricidade 2,5° ($M = 0,194$, $EPM = 0,002$) é significativamente maior ($p = 0,002$) que a média da excentricidade de 5° ($M = 0,159$, $EPM = 0,002$), o IC indicou que a diferença entre as médias populacionais está entre 0,011 e 0,058. A média de 2,5° também é maior ($p = 0,009$) que a média da excentricidade 7,5° ($M = 0,152$, $EPM = 0,002$), com IC entre 0,009 e 0,074. Para os fatores *dentre* participantes houve efeito significativo para Estímulos ($F(1,36) = 6,789$, $p = 0,013$, η^2 parcial = 0,159). A média geral dos Círculos ($M = 0,190$, $EPM = 0,003$) foi maior que das Elipses ($M = 0,146$, $EPM = 0,003$). As outras condições e o hemicampo visual esquerdo não mostraram diferenças significativas (Tabela B5 – Apêndice B).

3.4.1.1 Homens versus mulheres

Até onde é de nosso conhecimento, estudos em ACF não relataram/analísaram diferença de sensibilidade discriminativa entre homens e mulheres (Anderson, 1996; Charles

et al., 2007; Corballis et al., 2002; Milner & Harvey, 1995). Outros estudos apontam que homens e mulheres podem ter desempenho diferente em tarefas de natureza espacial (Avrahami et al., 2004; Linn & Peterson, 1985; Phillips et al., 2004). Com base nisso, realizamos a análise apresentada a seguir com diversos desmembramentos. A Figura 10 mostra os ANG de homens e mulheres. Para cada Sexo foi realizada uma ANOVA: 2 tipos de Estímulos (círculo e elipse) x (3 Excentricidades – 2,5°, 5°, 7,5°) x (2 Hemicampos Visuais – esquerdo e direito).

Figura 10. Coeficiente Angular (ANG) do Experimento I para os dois sexos (masculino e feminino). Os dados apresentados são dos dois tipos de estímulos (círculos e elipses). Cada tipo de estímulo contou com 20 participantes (10 homens e 10 mulheres), totalizando 40 participantes. A barra de erros representa o erro padrão da média. Quanto maior o valor do ANG, maior a sensibilidade discriminativa na tarefa. Esquerdo e Direito referem-se ao hemisfério visual.

Os resultados apontaram diferenças entre os sexos. Os homens mostraram uma diferença estatisticamente significativa para o fator *dentre* participantes Excentricidade ($F(2,36) = 12,276$, $p < 0,001$, η^2 parcial = 0,405). O pós-teste de Bonferroni mostrou que a média da excentricidade 2,5° ($M = 0,182$, $EPM = 0,003$) é significativamente maior ($p = 0,009$) que a média da excentricidade de 5° ($M = 0,141$, $EPM = 0,001$), o IC indicou que a diferença entre as médias populacionais está entre 0,010 e 0,072. A média de 2,5° também é maior ($p < 0,001$) que a média da excentricidade 7,5° ($M = 0,135$, $EPM = 0,002$), com IC entre 0,021 e 0,073.

Por outro lado, as mulheres apresentaram diferença significativa para Estímulos ($F(1,18) = 4,907$, $p = 0,040$, η^2 parcial = 0,214). A média dos Círculos ($M = 0,217$, $EPM = 0,005$) foi maior que das Elipses ($M = 0,151$, $EPM = 0,005$).

3.4.2 Círculos

A Figura 11 apresenta os ANG para círculos. Uma ANOVA de modelo misto foi executada: 2 Sexos (masculino e feminino) x [(3 Excentricidades – 2,5°, 5°, 7,5°) x (2 Hemicampos Visuais – CVE e CVD)].

Figura 11. Coeficiente Angular (ANG) para os Círculos. Essa etapa contou com 20 participantes (10 homens e 10 mulheres). A barra de erros representa o erro padrão da média. Quanto maior o valor do ANG, maior a sensibilidade discriminativa na tarefa. Esquerdo e Direito referem-se ao hemisfério visual.

Os resultados não mostraram efeito significativo para as condições *dentre* participantes ($p > 0,05$) (ver Tabela B6, Apêndice B). Já *entre* participantes houve um efeito marginal para Sexo ($F(1,18) = 4,095$, $p = 0,058$, η^2 parcial = 0,185). As outras condições não mostraram diferenças significativas (Tabela B5 Apêndice B).

3.4.2.1 Sexo e Hemisfério Visual separado

Como apontamos anteriormente houve um efeito marginal para Sexo. Apesar disso, realizamos uma análise para verificar se haveria diferença entre homens e mulheres com base nas diferenças observadas para a análise geral, em que as mulheres apresentaram ANG maiores para círculos e homens apresentaram maiores ANG a 2,5° de excentricidade.

A Figura 12 mostra o ANG de homens e mulheres para círculos. Para cada Sexo foi realizada uma análise inicial de modelo 3 Excentricidades – 2,5°, 5°, 7,5°) x (2 Hemicampos Visuais – esquerdo e direito). Apenas os homens apresentaram um efeito marginal para Excentricidade ($F(1,18) = 3,526$, $p = 0,051$, η^2 parcial = 0,281).

Figura 12. Coeficiente Angular (ANG) para os Círculos comparando Homens e Mulheres. Essa etapa contou com 20 participantes (10 homens e 10 mulheres). A barra de erros representa o erro padrão da média. Quanto maior o valor do ANG, maior a sensibilidade discriminativa na tarefa. Esquerdo e Direito referem-se ao hemisfério visual.

Ainda pela variação das médias dos ANG na Figura 12 decidimos seguir as análises separando os Hemisférios Visuais e analisando a variação da Excentricidade. Para cada sexo, realizamos uma ANOVA (3 Excentricidades) X (1 Hemisfério Visual – esquerdo *ou* direito). Para as mulheres houve diferença significativa na Excentricidade do CVD ($F(2,18) = 5,982$, $p = 0,010$, η^2 parcial = 0,399). O pós-teste de Bonferroni indicou que a média da excentricidade 2,5° ($M = 0,244$, $EPM = 0,008$) é significativamente maior ($p = 0,011$) que a média de 7,5° ($M = 0,165$, $EPM = 0,006$), o IC indicou que a diferença entre as médias populacionais está entre 0,019 e 0,138. Para os homens não houve efeito significativo ($p > 0,05$).

3.4.3 Elipses

Os ANG das Elipses estão indicados na Figura 13. Uma ANOVA foi realizada para verificar se as diferenças foram significativas, modelo: (2 Hemisférios Visuais) x (3 Excentricidades) x 2 Sexos (masculino e feminino).

Nos resultados dos fatores *dentre* participantes houve efeito significativo para Excentricidades ($F(2,36) = 9,066$, $p = 0,001$, η^2 parcial = 0,335). O pós-teste de Bonferroni mostrou que a média da excentricidade 2,5° ($M = 0,173$, $EPM = 0,003$) é significativamente maior ($p = 0,043$) que a média da excentricidade de 5° ($M = 0,138$, $EPM = 0,003$), o IC

indicou que a diferença entre as médias populacionais está entre 0,001 e 0,069. A média de 2,5° também é maior ($p = 0,001$) que a média da excentricidade de 7,5° ($M = 0,127$, $EPM = 0,002$), com IC entre 0,018 e 0,074. As outras condições não mostraram diferenças significativas (Tabela B7 – Apêndice B).

Figura 13. Coeficiente Angular (ANG) para as Elipses. Essa etapa contou com 20 participantes (10 homens e 10 mulheres). A barra de erros representa o erro padrão da média. Quanto maior o valor do ANG, maior a sensibilidade discriminativa na tarefa. Esquerdo e Direito referem-se ao hemisfério visual.

3.4.3.1 Sexo e Hemisfério Visual separado

Assim como foi feito para os círculos, seguimos a análise também para sexo, a Figura 14 mostra que a distribuição das médias é diferente da Figura 13. Para cada Sexo foi realizada uma análise inicial de modelo 3 Excentricidades – 2,5°, 5°, 7,5°) x (2 Hemisférios Visuais – esquerdo e direito).

Apenas os homens apresentaram diferença significativa para Excentricidade ($F(1,18) = 9,591$, $p = 0,001$, η^2 parcial = 0,516). O pós-teste de Bonferroni mostrou que a média da excentricidade 2,5° ($M = 0,178$, $EPM = 0,007$) é significativamente maior ($p = 0,003$) que a média da excentricidade de 7,5° ($M = 0,120$, $EPM = 0,005$), o IC indicou que a diferença entre as médias populacionais está entre 0,023 e 0,093. As outras condições não mostraram diferenças significativas ($p > 0,05$).

Uma ANOVA (3 Excentricidades) X (1 Hemisfério Visual – CVE ou CVD) foi realizada para verificar se houve alguma diferença entre Excentricidade e Hemisfério Visual

nos homens. Houve diferença significativa apenas na Excentricidade do CVD ($F(2,18) = 8,055$, $p = 0,003$, η^2 parcial = 0,472). O pós-teste de Bonferroni indicou que a média da excentricidade $2,5^\circ$ ($M = 0,181$, $EPM = 0,008$) é significativamente maior ($p = 0,001$) que a média de $7,5^\circ$ ($M = 0,119$, $EPM = 0,005$), o IC indicou que a diferença entre as médias populacionais está entre 0,030 e 0,094. As outras condições não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$).

Figura 14. Coeficiente Angular (ANG) para as Elipses comparando Homens e Mulheres. Essa etapa contou com 20 participantes (10 homens e 10 mulheres). A barra de erros representa o erro padrão da média. Quanto maior o valor do ANG, maior a sensibilidade discriminativa na tarefa. Esquerdo e Direito referem-se ao hemicampo visual.

3.4.4 Discussão Coeficiente Angular (ANG)

Conforme apontamos no Experimento I, investigamos se a variação da excentricidade influenciaria a percepção de tamanho de dois tipos de estímulos nos hemicampos visuais, em homens e mulheres. Nosso método (estímulos constantes) permitiu obter o coeficiente angular (ANG) que forneceu a sensibilidade discriminativa do participante na tarefa. O resultado dos dois estímulos (círculos e elipses) mostrou que o ANG foi maior a $2,5^\circ$ e, dentre os estímulos, foi maior para os círculos. Para sexo, esses resultados ficaram divididos: nos homens houve variação dos ANG com a excentricidade (maior a $2,5^\circ$), mas isso não ocorreu nas mulheres, elas tiveram um ANG geral maior nos círculos. Nos círculos as mulheres tiveram um ANG maior a $2,5^\circ$ que $7,5^\circ$ no CVD/HE. Para as elipses o ANG foi maior a $2,5^\circ$ que $7,5^\circ$ (efeito que se repetiu apenas nos homens).

Os maiores ANG para os círculos a $2,5^\circ$ ocorreram porque ao fixarem o olhar no centro da tela, os estímulos ficaram na fóvea. A fóvea possui alta acuidade visual que diminui de cinco a dez vezes em direção à periferia da retina (Guyton & Hall, 1997a, 2006a; Ruch & Fulton, 1960). Devido a isso, os estímulos mais distantes tiveram ANG menores (por exemplo, $7,5^\circ$ de excentricidade). Em nosso estudo essa diferença dos ANG nos hemisférios visuais resultou em diferença perceptual apenas nos círculos a $2,5^\circ$. Mas essa diferença não seguiu o padrão de superestimação do CVE observado em outros estudos (Charles et al., 2007; Milner & Harvey, 1995). A relação entre excentricidade e acuidade visual também afeta outros circuitos neuronais, por exemplo, tempos de reação podem aumentar em função da excentricidade (Carrero et al., 2012).

Anderson (1996) aponta que pode haver região de maior saliência no campo visual, que seria o local para o surgimento da superestimação de tamanho no CVE. Então, estímulos dentro dessa região teriam seu tamanho ampliado em relação a um objeto de mesmo tamanho apresentado no CVD. De acordo com alguns estudos, essa região seria a 5° (Charles et al., 2007), mas isso não foi corroborado pelo nosso estudo. Nosso estudo indica que a excentricidade de 5° é uma região de transição de sensibilidade, devido a isso não apresentou diferença com $2,5^\circ$ e $7,5^\circ$.

Mecanismos atentos envolvidos no efeito de superestimação podem explicar, em parte, as diferenças na sensibilidade discriminativa. Os hemisférios processam diferentemente a informação visual e o HE (que recebe informação do CVD) é responsável pela atenção focada (Halligan & Marshall, 1994; Heilman & Van Den Abell, 1980). Assim, variações na excentricidade poderiam causar diferenças maiores entre as excentricidades nesse hemisfério por exigir uma demanda atenta maior. Foi o que observamos em nossos resultados ao obtermos uma diferença de excentricidade dentro do CVD em mulheres (círculos) e homens (elipses). Já no CVE/HD não houve essa diferença porque ele é capaz de processar a informação global (Anderson, 1996; Halligan & Marshall, 1994; Heilman & Van Den Abell, 1980). Esses resultados apontam o papel crítico do HE para a percepção de tamanho devido à variação de excentricidade.

Apesar de estudos indicarem que homens possuem ACF para tarefas espaciais (Johnson, McKenzie, & Hamm, 2002), nossos resultados indicam que isso não ocorreu, mesmo com a diferença de sensibilidade observada na variação da excentricidade (geral e no CVD). A simplicidade da tarefa e dos estímulos pode não ter recrutado mecanismos neurais diferenciais dos hemisférios cerebrais. Por outro lado, as mulheres apresentaram uma sensibilidade maior para o tipo de estímulo, mas não para excentricidade. Esses resultados

sugerem que homens podem ter utilizado uma estratégia global para realizar a tarefa, enquanto as mulheres se valeram de estratégia focada.

Essa hipótese explica os resultados perceptuais observados no Experimento I. As mulheres ao adotarem uma estratégia focada numa região de alta acuidade, tiveram um desempenho assimétrico dos hemisférios causado pelas especificidades dos mesmos. Diferenças na estratégia para tarefas espaciais são apontadas em outros estudos. Por exemplo, tarefas de navegação espacial mostram que as mulheres utilizam estratégias de pontos de referência enquanto os homens utilizam estratégias de orientação (Rahman, Andersson, & Govier, 2005). As diferenças entre homens e mulheres também são observadas em outras tarefas de natureza espacial e indicam diferentes estratégias na sua realização (Avrahami, Argaman, & Weiss-Chasum, 2004; Phillips, Chapman, & Berry, 2003).

4. EXPERIMENTO II

O Experimento I apresentou uma superestimação de tamanho no CVD. Esse efeito é contrário a outros estudos (por exemplo, Charles et al., 2007), porém, esses estudos não apontam se houve diferença entre homens e mulheres nos resultados. Nossos resultados foram diferentes entre os sexos: nos homens não encontramos diferenças perceptuais entre as condições, mas nas mulheres houve uma diferença entre os hemicampos visuais de círculos na excentricidade de $2,5^\circ$. Além disso, nas mulheres a sensibilidade discriminativa é maior nos círculos e dentro desses é maior a $2,5^\circ$. Os mecanismos inerentes a esse efeito não estão totalmente elucidados.

Seguindo por um caminho diferente do Experimento I e de outros estudos (Charles et al., 2007; Corballis et al., 2002; Milner & Harvey, 1995; Nicholls et al., 1999), no Experimento II decidimos avaliar qual seria o papel de um gradiente de textura no efeito de superestimação observado nas mulheres no Experimento I (círculos). Estudos apontam que pacientes comissurotomizados são capazes de integrar as informações de figura-fundo apresentadas no CVE/HD (Cronin-Golomb, 1986). Mas estudos que investigam essa capacidade nos hemisférios cerebrais de pessoas sem problemas neurológicos não foram encontrados.

4.1 Objetivo

O objetivo foi verificar se o efeito perceptual observado no Experimento I seria afetado por um gradiente de textura. Esse efeito ocorreu nas mulheres e foi uma superestimação de tamanho de círculos no CVD na excentricidade de $2,5^\circ$. No Experimento II era esperada uma magnitude maior dessa superestimação no CVD em virtude das informações de profundidade do gradiente de textura. Por outro lado, para os ANG era esperado uma diminuição da sensibilidade dos participantes devido a maior quantidade de informações a serem processadas.

4.2 Método

4.2.1 Participantes

Dez universitários (apenas mulheres) ($M = 26,1 - EPM = 0,87$ e $IL = 82,67 - EPM = 4,35$). As condições para as participantes foram semelhantes às do Experimento I: ter mais de 18 anos, ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A), acuidade visual normal ou corrigida, sem histórico de doença neurológica e ocular e também serem destros (Oldfield, 1971).

4.2.2 Materiais, equipamento, estímulos e procedimento

Os estímulos foram apenas os círculos utilizados no Experimento I e foram apresentados somente a $2,5^\circ$ de excentricidade. Entretanto, nesse experimento foi utilizado um gradiente de textura (Figura 15) criado no Google SketchUp 7.1.6860 (2008). Esse gradiente foi composto por quadrados brancos e azuis e apresentou um “horizonte vertical”. Cada hemisfério visual (esquerdo e direito) possuiu as mesmas informações de profundidade. O procedimento experimental foi o mesmo do Experimento I.

Figura 15. Gradiente de textura utilizado no Experimento II. Esse gradiente foi formado por quadrados brancos e azuis, sem arestas e possuía um “horizonte vertical” no centro da tela. Havia a mesma quantidade de informação de profundidade à esquerda e à direita do centro da tela.

4.2.3 Análise dos dados

O procedimento de coleta e análise preliminar dos dados foi o mesmo do Experimento I. Mas cada participante forneceu apenas 2 curvas psicométricas (uma para cada hemisfério

visual). Testes t foram realizados para verificar se houve diferenças entre os hemisférios visuais, tanto para os PIS quanto para os ANG. O nível de significância adotado foi de 0,05.

4.3 Resultados Erro Relativo

A Figura 16 apresenta as médias dos erros relativos para os hemisférios visuais esquerdo e direito. Um teste t pareado foi realizado para verificar se essas diferenças foram significativas. A análise não indicou diferença estatisticamente significativa entre os Hemisférios Visuais: $t(9) = 0,107$, $p = 0,91$, a média do CVE foi maior ($M = 0,188$, $EPM = 0,477$) do que do CVD ($M = 0,120$, $EPM = 0,298$).

Figura 16. Erro Relativo no Experimento II para círculos num gradiente de textura. Esse experimento contou com 10 participantes (mulheres). Os valores do erro relativo foram positivos. Valores positivos indicam uma superestimação (estímulo de comparação menor foi percebido maior que o estímulo padrão). A barra de erros representa o erro padrão da média. Esquerdo e Direito referem-se ao hemisfério visual.

4.4 Discussão Erro Relativo

No Experimento II investigamos se um gradiente de textura influenciaria a superestimação de tamanho dos círculos no CVD observada nas mulheres a 2,5° de excentricidade (Experimento I). Nossos resultados apontaram que a superestimação desapareceu ao apresentar os círculos num gradiente de textura. Apesar de esperarmos um aumento na magnitude do efeito, essa ausência de assimetria perceptual condiz com a maior quantidade de informações a serem processadas.

Outros estudos mostram particularidades dos hemisférios cerebrais na relação figura-fundo. Em pacientes comissurotomizados foi observado que o HE é capaz de distinguir tanto uma figura quanto um fundo isoladamente, mas não a fusão das duas imagens. Por outro lado, o HD identifica tanto a figura quanto o fundo e, também, a fusão figura-fundo (Cronin-Golomb, 1986). Apesar de realizar uma tarefa simples, pois o participante deveria apenas indicar qual figura e fundo foram apresentados, o HE apresentou desempenho inferior ao HD. Esses resultados somados aos de nosso estudo indicam uma primazia do gradiente de textura sobre a ACF para um processamento básico da informação visual.

Informações de profundidade são processadas num tempo rápido e apenas alguns indícios, como linhas de perspectiva, podem ser suficientes para informar distância de modo eficiente (Bernardino, 2012; Torro-Alves et al., 2012). Ainda, outros estudos mostram que a adição gradativa de indícios de profundidade afeta tarefas de julgamentos de tamanhos (Farran, Whitaker, & Patel, 2009; William & Enns, 1996). E que a informação do gradiente de textura exige pouca atenção focada e pode ser processada em estágios iniciais do processamento visual de uma cena (Farran et al., 2009).

A grande quantidade de informações para serem processadas num tempo curto pode ter sobrecarregado o sistema visual, não permitindo que outros processos diferenciais, como ACF, surgissem. Nossa hipótese inicial era que o efeito do Experimento I fosse ampliado. Ela se baseou na integração das informações figura-fundo observada por Cronin-Golomb (1986). Mas nossos resultados refutaram nossa hipótese e observamos que o efeito do gradiente de textura se sobrepõe a superestimação de tamanho no CVE (Charles et al., 2007) ou no CVD (Experimento I).

4.5 Resultados coeficiente angular (ANG)

A Figura 18 apresenta os resultados para os ANG. Um teste *t* pareado foi realizado para verificar se essa diferença foi significativa. A análise não indicou diferença estatisticamente significativa entre os Hemicampos Visuais: $t(9) = 0,727$, $p = 0,486$, e a média do CVE foi maior ($M = 0,193$, $EPM = 0,017$) que do CVD ($M = 0,181$, $EPM = 0,017$). A maior quantidade de informação para ser processada nesse experimento não permitiu que a saliência visual entre os hemicampos visuais fosse diferente.

Figura 17. Média dos coeficientes angulares para a condição gradiente de textura e círculos a 2,5°. Apenas mulheres participaram dessa condição.

4.6 Discussão coeficientes angulares

No Experimento II investigamos se um gradiente de textura influenciaria a superestimação de tamanho do CVD observada nas mulheres a 2,5° (Experimento I - Círculos). Nossos resultados não apontaram diferenças entre os hemisférios visuais no gradiente de textura. Esses resultados eram esperados, uma vez que estudos indicam que os hemisférios cerebrais de mulheres possuem um desempenho equivalente em tarefas espaciais (Anderson, 1996; Halligan & Marshall, 1994; Linn & Peterson, 1985).

Essa ausência de diferença na sensibilidade do gradiente de textura pode estar relacionada tanto com a excentricidade, quanto aos próprios indícios de profundidade. Os círculos foram apresentados numa região de alta acuidade visual, próximo a 2° de excentricidade (Guyton & Hall, 1997a, 2006a; Ruch & Fulton, 1960). Mas, nossos resultados apontam que o gradiente é uma informação visual que se sobrepõe às demais. Como aponta Farran et al. (2009), para processar o gradiente é necessária pouca atenção focada e esse processo parece recrutar recursos perceptuais de estágios iniciais. Como nossos estímulos foram apresentados em um tempo breve, isso não permitiu que outros processos agissem (por exemplo, ACF), o que poderia ter causado a distorção de tamanho observada no Experimento I.

5. DISCUSSÃO

Diversos estudos mostram que objetos idênticos apresentados em diferentes regiões do campo visual podem ser percebidos como de tamanhos diferentes. No meridiano horizontal parece existir um efeito específico quando um objeto é apresentado no CVE e outro no CVD. Nessas condições pode haver uma superestimação de tamanho no CVE em tarefas de julgamento de tamanho. Esse efeito é relacionado à ACF e é observado tanto em populações clínicas quanto em pessoas neurologicamente normais. Com base nisso, esse estudo teve como objetivo investigar se a percepção de tamanho de objetos semelhantes (círculos-círculos e elipses-elipses) seria influenciada pela variação da excentricidade (Experimento I). Também investigamos se um gradiente de textura aumentaria a magnitude de algum efeito observado (Experimento II). Pela apresentação simultânea de um objeto em cada hemisfério visual foi possível investigar se ocorreria algum efeito de ACF.

Nossos resultados mostraram uma superestimação de tamanho do CVD apenas em mulheres para círculos a $2,5^\circ$ de excentricidade (Experimento I). Essa superestimação foi em sentido contrário ao apontado em outros estudos (Charles et al., 2007; Milner & Harvey, 1995). Mas essa superestimação no CVD não ocorreu quando um gradiente de textura foi utilizado. Outros estudos apontam uma superestimação de tamanho no CVE para tarefas de biseção de linhas (Anderson, 1996), comparação de tamanhos de retângulos horizontais (Milner & Harvey, 1995) e elipses horizontais comparadas com um círculo padrão (Charles et al., 2007). Também há uma preferência para os estímulos apresentados no CVE em tarefas de numerosidade, luminosidade e tamanho (Nicholls et al., 1999). Embora essa superestimação surja para diferentes classes de estímulos, ela não ocorre para elipses verticais (Charles et al., 2007), retângulos verticais (Milner & Harvey, 1995), comparação de círculos no mesmo hemisfério visual (Corballis et al., 2002) e nem foi testada em gradientes de textura (Cronin-Golomb, 1986).

Diferentes estudos têm mostrado que a ACF depende das características dos estímulos para ocorrer. Por exemplo, ao apresentar retângulos horizontais foi obtida uma superestimação de tamanho no CVE, porém essa não ocorreu para retângulos verticais (Milner & Harvey, 1995). E mais recentemente Charles et al. (2007) utilizaram elipses e um círculo padrão e encontraram que: elipses verticais não apresentam o efeito de superestimação, esse efeito também não ocorre se as elipses forem apresentadas na diagonal, a magnitude da superestimação das elipses horizontais diminui no campo visual superior.

Porém, ao utilizarmos o mesmo tipo de estímulo (círculo-círculo e elipse-elipse) não obtivemos um efeito geral e no mesmo sentido que esses estudos.

O uso de diferentes estratégias diferentes para julgar os estímulos também influencia a superestimação de tamanho. Estudos com tarefas de julgamento de escalas de cinza (*grayscale tasks*) mostram que ao se adotar uma estratégia global, a ampliação do CVE tem uma magnitude maior do que quando se adota uma estratégia comparativa – baseada no objeto (Nicholls, Mattingley, & Bradshaw, 2005). Além disso, homens e mulheres possuem estratégias (ou processos) diferentes em tarefas espaciais (Linn & Peterson, 1985). Por exemplo, em tarefas de navegação espacial as mulheres utilizam estratégias de pontos de referência, por outro lado, homens utilizam uma estratégia de orientação (Rahman et al., 2005). Outros estudos apontam que as estruturas visuais de mulheres são mais simétricas bilateralmente em relação aos homens (Amunts & Armstrong, 2007; Johnson et al., 2002). Porém, não é claro como as diferenças de estratégia podem ter interferido no julgamento de tamanho das mulheres na nossa tarefa, causando um efeito inverso a outros estudos.

Outro fator importante que pode distorcer a percepção visual de objetos é a atenção. Estudos apontam que atenção pode tanto aumentar o tamanho percebido dos objetos no campo visual (Masin, 2003; Prinzmetal & Wilson, 1997), quanto diminuir o tamanho percebido (Tsal et al., 2005; Tsal & Shalev, 1996; Tsal, 1994). Essa incongruência nos resultados pode ocorrer devido a diferenças no paradigma experimental entre os estudos (Masin, 2003).

A alocação de recursos atentos provoca uma distorção no tamanho percebido de objetos no campo visual. Em um estudo foram apresentados dois estímulos (teste e padrão) de diferentes tamanhos. Os resultados apontaram que se atenção está num estímulo teste menor que o padrão, o estímulo teste parece ser do tamanho do padrão. Mas quando a atenção está no estímulo padrão faz um estímulo teste maior parecer igual a ele. Os autores propõem que a base da distorção de tamanho é a mudança na decodificação da informação nos campos receptivos, que provoca uma reorganização retinotópica (Anton-Erxleben, Henrich, & Treue, 2007). Dessa forma, a atenção pode ter um efeito facilitador para discriminação de tamanho.

Diferenças ativas também são observadas entre os hemisférios cerebrais. O HD é responsável pela atenção global (CVE e CVD), enquanto o HE apenas pelo CVE (Anderson, 1996; Halligan & Marshall, 1994; Heilman & Van Den Abell, 1980). Estudos com pacientes pseudonegligentes e negligentes apontam que há um encurtamento do hemisfério visual e para compensar isso, ocorreria uma superestimação das características de objetos no CVE/HD (Gainotti & Tiacci, 1971; Halligan & Marshall, 1994; Milner, Harvey, Roberts, & Foster,

1993; Nicholls & Roberts, 2002). Então a superestimação seria de características, mas influenciaria o julgamento geral de tamanho no CVE (Milner & Harvey, 1995). A eliminação da superestimação na excentricidade próxima a fixação em Charles et al. (2007) e a presença em nosso estudo demonstra a especificidade da ACF.

Outros estudos apontam que mudanças na atenção espacial podem ocorrer em um tempo muito breve (50 ms) e independentemente do movimento dos olhos (Posner & Raichle, 1994). Dessa forma, devido à simplicidade de nossos estímulos, é possível que a atenção tenha sido alocada de modo a eliminar uma possível ACF a 5° de excentricidade. Os resultados dos ANG apóiam essa hipótese. Apenas os ANG de estímulos apresentados no CVD/HE foram mais sensíveis para a variação entre a excentricidade mais baixa e mais alta. Essa diferença entre excentricidades no CVD podem ter relação com a especialização hemisférica do HE para atenção focada, baseada no objeto (Cronin-Golomb, 1986). Então a variação da excentricidade teria maior influência no HE do que no HD, que tem possui atenção global (Anderson, 1996; Halligan & Marshall, 1994).

Aqui é possível destacar que a ACF depende de um contexto específico e sua sensibilidade muda conforme os parâmetros da tarefa. Contudo, não é possível comparar nosso ANG com outros estudos, pois eles não realizaram esse tipo de análise (por exemplo, Charles et al., 2007; Corballis et al., 2002; Milner & Harvey, 1995). As diferenças ativas também são consonantes com a distribuição de receptores na retina. Em nosso estudo a sensibilidade discriminativa (ANG) foi maior em baixas excentricidades e menor nas altas, o que corresponde com a acuidade visual da fóvea (Guyton & Hall, 1997a, 2006a; Ruch & Fulton, 1960). A sensibilidade também foi maior para os estímulos mais simples (círculos). Mas apesar das diferenças observadas na sensibilidade em nosso estudo, elas pouco refletiram no julgamento dos estímulos.

Já os círculos apresentados num gradiente de textura não mostraram uma integração da figura-fundo. Pelo menos não no sentido de uma ampliação do efeito de superestimação observado para círculos no CVD do fundo sem gradiente. A sensibilidade ainda apresentou indícios de diminuir devido ao gradiente. Outros estudos utilizando gradientes de textura em pacientes comissurotomizados encontraram que o HD é capaz de integrar a informação figura-fundo, mas não o HE (Cronin-Golomb, 1986). Entretanto, não foi realizada uma tarefa de julgamento de tamanho como a nossa.

Em nosso estudo o gradiente foi tão importante que se sobrepôs ao efeito de ACF observado no fundo sem gradiente. Isso confirma que o gradiente é um indício robusto de profundidade em humanos (Aks & Enns, 1996; Cutting & Millard, 1984; Da Silva et al.,

2006; Farran et al., 2009; William & Enns, 1996) e até mesmo em animais (Barbet & Fagot, 2002). Outros estudos mostram que o gradiente é processado de modo muito breve (Torro-Alves, Ferreira, Bernardino, & Fukusima, 2012) e nos estágios iniciais do processamento visual (Farran et al., 2009). Acreditamos que a quantidade de informações a serem processadas em nosso estudo não permitiu que mecanismos envolvidos na ACF influenciassem a percepção de tamanho.

Alguns autores apontam cautela ao atribuir que as diferenças entre os CVE e CVD são reflexos das especializações dos hemisférios cerebrais, pois isso seria apenas mais uma de várias causas das diferenças entre os hemicampos visuais (Efron, 1990). Entretanto, acreditamos que pelo método adotado as diferenças entre os hemicampos foram reflexo das capacidades dos hemisférios cerebrais, que ocorrem devido a particularidades da tarefa. Por exemplo, a ausência de superestimação observada a 5° em nosso estudo mostra que as distorções do CVE não são absolutas e generalizadas. Estudos mostram que a superestimação do CVE pode ocorrer em função de características específicas dos estímulos (Charles et al., 2007; Milner & Harvey, 1995), excentricidade (Anderson, 1996; Charles et al., 2007), estratégia na tarefa (Linn & Peterson, 1985), bem como por mecanismos atentos (Halligan & Marshall, 1994). Não obstante, os mesmos estímulos podem produzir resultados tanto significativos quanto não significativos para a ACF (Brown & Kosslyn, 1995).

Ainda cabe ressaltar que nenhum dos modelos propostos anteriormente (acesso direto, teoria da dupla filtragem por frequência e etc.) se adéqua totalmente aos resultados do nosso estudo e aos outros apresentados. Corballis et al. (2002) argumentam que não existe uma teoria satisfatória sobre a ACF. Pequenas variações no paradigma ou nas estratégias das tarefas podem alterar o efeito observado em um estudo. E mesmo em estudos com uma tendência na preferência de estímulos no CVE, esse efeito não é absoluto (Nicholls et al., 1999). Essa variabilidade nos resultados aponta que a ACF depende da tarefa. Justificando essa variabilidade de resultados, Hellige (1993) e Sergent (1995) argumentam que os hemisférios cerebrais estão simultaneamente ativos na realização de qualquer função cognitiva e interagem, via corpo caloso, de forma a criar uma unidade comportamental harmoniosa.

Nossos experimentos demonstram a especificidade da ACF para determinados parâmetros, como as características dos estímulos. A superestimação observada nas mulheres pode ter ocorrido devido a mecanismos atentos e a diferentes estratégias adotadas por cada sexo. Essa diferença de estratégia é sugerida pelos resultados da sensibilidade discriminativa, em que os homens são mais sensíveis à variação de excentricidade e as mulheres ao tipo de

estímulo. Mas ao inserir um gradiente de textura a ACF não surge. Esse resultado aponta a primazia do gradiente de textura sobre a ACF nos estágios iniciais do processamento da informação visual.

5.1 Importância, contribuições e sugestões

Nossa análise dos ANG demonstra uma forma alternativa e complementar de se estudar a ACF e apresenta um novo critério para avaliar seus efeitos nos hemisférios cerebrais. Com base nisso, além da medida perceptual, futuros estudos também devem considerar a análise da sensibilidade discriminativa dos participantes. Por exemplo, essa análise pode ajudar a estabelecer quais variações das características de uma tarefa mais influem na sensibilidade e sua relação com o efeito perceptual.

As diferenças entre os sexos também devem ser analisadas, uma vez que nosso estudo apresentou resultados discrepantes aos de outros. Mesmo que essa análise não seja o foco principal, deve ser levada em conta, pois pode haver uma diferença nas estratégias de homens e mulheres que podem afetar a ACF.

Também é interessante o uso de um equipamento de rastreamento dos movimentos oculares (*eyetracker*). Realizamos um experimento exploratório com um *eyetracker* numa tarefa similar a realizada com círculos a 2,5° de excentricidade nos fundos sem e com gradiente de textura (Apêndice C). A apresentação dos estímulos foi por 1000 ms e mostrou que há poucos desvios de olhar da região do ponto de fixação. Novos estudos devem utilizar um *eyetracker* não apenas para assegurar que o participante fixe seu olhar no ponto de fixação, como apontam (Patching & Jordan, 1998), mas também deve ser utilizado para analisar quais as estratégias visuais dos participantes durante a apresentação dos estímulos, como as regiões de interesse, direção e duração das fixações de olhar e etc. Um modelo desse tipo de análise é apresentado em Bernardino (2012).

Também sugerimos que uma análise de dados diferente da ANOVA pode ser interessante para se estudar a ACF. Essa análise seria baseada na correlação e regressão. Realizamos essa análise com base na distribuição heterogênea dos erros relativos dos participantes, que superestimaram (erro relativo positivo) o CVE ou o CVD. Encontramos que há correlações fortes e negativas para os hemisférios visuais nas excentricidades e dentro dos sexos, porém a maioria dos valores dos erros relativos está dentro da região do limiar

sensorial para discriminação, que gira em torno de 3%. Mais detalhes de como realizar essa análise são apresentados no Apêndice D.

5.3 Limitações e críticas

Uma limitação de nosso estudo remonta aos estudos de Doreen Kimura (1961). Essa pesquisadora foi a primeira a verificar, por meio de escuta dicotômica, que a ACF possui diferença apenas na magnitude do efeito entre pessoas com e sem problemas neurológicos. Para estudos em percepção visual utilizamos a técnica do campo visual dividido que se vale da arquitetura do sistema visual (ver Figura 1). Apesar de consagrada e funcional, essa técnica impõe algumas limitações aos resultados de estudos com pessoas sem problemas neurológicos.

Um dos problemas dessa técnica é que os estímulos são apresentados já em direção a periferia da retina. Com isso há uma perda na qualidade do processamento da informação sensorial visual. Somado a isso, os estímulos devem ser apresentados por apenas uma fração de segundo para evitar movimentos dos olhos. Dependendo da quantidade de informação a ser processada, esse tempo breve pode não permitir que os hemisférios cerebrais processem a informação conforme suas especialidades.

Embora essas questões aparentemente apontam fragilidades da técnica do campo visual dividido, estudos mostram que a ACF surge para diferentes tipos de estímulos e tarefas, tanto em populações clínicas quanto neurologicamente normais. As incongruências de resultados sugerem que diferentes tarefas com a técnica ocorrem devido a diferenças na demanda atensiva provocadas pelos paradigmas experimentais. Estudos mostram que a atenção não modula a aparência específica de várias características dos objetos, mas realçam a saliência da região (ou objeto) atendida por meio de mecanismos fisiológicos, causando as distorções perceptivas (Anton-Erxleben et al., 2007).

6. CONCLUSÃO

Nós nos perguntamos se a apresentação de diferentes estímulos com variação da excentricidade poderia ocasionar uma superestimação de tamanho no CVE. Esse efeito é relacionado à ACF. Depois analisamos se algum efeito observado poderia sofrer influência de um gradiente de textura. Encontramos que a ACF depende do tipo de estímulo, excentricidade e sexo do participante. Ainda, que homens são mais sensíveis para a variação da excentricidade em julgamentos de tamanho, enquanto as mulheres são mais sensíveis ao tipo de estímulo. A causa disso pode ser por diversos fatores, como diferentes estratégias na tarefa e mecanismos atentos. Também encontramos que o gradiente de textura é uma informação visual que recruta mais recursos do sistema visual, eliminando o efeito de ACF. Futuros estudos devem manipular características dos estímulos, como a forma, e também inseri-los em gradientes de textura para verificar se há uma integração figura-fundo que influenciará a ACF.

REFERÊNCIAS⁴

- Aks, D. J., & Enns, J. T. (1996). Visual search for size is influenced by a background texture gradient. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 22(6), 1467–81.
- Allen, L. S., Richey, M. F., Chai, Y. M., & Gorski, R. A. (1991). Sex differences in the corpus callosum of the living human being. *The Journal of Neuroscience*, 11(4), 933–942.
- Alves, N. T., & Fukusima, S. S. (2007). Gradientes de Textura com Linhas de Perspectiva e Horizonte Amplificam a Superestimação de Tamanho Relativo em Espaços Pictóricos. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 20(1), 38–45.
- Amunts, K., & Armstrong, E. (2007). Gender-specific left–right asymmetries in human visual cortex. *The Journal of Neuroscience*, 27(6), 1356–1364.
- Anderson, B. (1996). A mathematical model of line bisection in neglect. *Brain*, 119, 841–850.
- Anton-Erxleben, K., Henrich, C., & Treue, S. (2007). Attention changes perceived size of moving visual patterns. *Journal of Vision*, 7((11):5), 1–9.
- Avrahami, J., Argaman, T., & Weiss-Chasum, D. (2004). The mysteries of the diagonal: Gender-related perceptual asymmetries. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 66(8), 1405–1417.
- Barbet, I., & Fagot, J. (2002). Perception of the corridor illusion by baboons (*Papio papio*). *Behavioural brain research*, 132(1), 111–5.
- Beaumont, J. G. (1997). Future research directions in laterality. *Neuropsychology review*, 7(3), 107–26.
- Berker, E. A., Berker, A. H., & Smith, A. (1986). Translation of Broca's 1865 report. Localization of speech in the third left frontal convolution. *Archives of Neurology*, 43(10), 1065–1072.
- Bernardino, L. (2012). *Tamanhos pictóricos percebidos sobre gradientes de textura desenhados e fotografados após exposições breves*. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- Bernardino, L. G., Sousa, B. M., & Fukusima, S. S. (2010). Psychophysical Method Comparison To Estimate Psychometric Functions For Visually Perceived Sizes. *Fechner Day 2010: Proceedings of the 26th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics* (pp. 311–314). Padova, Italy: International Society for Psychophysics.

⁴ De acordo com a American Psychology Association (APA).

- Bicas, H. E. (2003). O idiotismo 20/20. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 66(3), 259–259.
- Bourne, V. J. (2006). The divided visual field paradigm: methodological considerations. *Laterality*, 11(4), 373–93.
- Brandão, M. Li. (2008). *As Bases Biológicas do Comportamento: Introdução à neurociência* (p. 244). EPU.
- Brown, H. D., & Kosslyn, S. M. (1995). Hemispheric differences in visual object processing: Structural versus allocation theories. In R. J. Davidson & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 77–97). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Brysbaert, M. (2004). The importance of interhemispheric transfer for foveal vision : A factor that has been overlooked in theories of visual word recognition and object perception. *Brain and Language*, 88, 259–267.
- Carrasco, M., Ling, S., & Read, S. (2004). Attention alters appearance. *Nature Neuroscience*, 7(3), 308–313.
- Carrero, L. R. R., Haddad, H., & Baldo, M. V. C. (2012). Componentes sensoriais e atencionais do tempo de reação: Efeitos do tamanho, excentricidade e previsibilidade de estímulos visuais. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 28(2), 133–140.
- Charles, J., Sahraie, A., & McGeorge, P. (2007). Hemispatial asymmetries in judgment of stimulus size. *Perception & psychophysics*, 69(5), 687–98.
- Corballis, P. M. (2003). Visuospatial processing and the right-hemisphere interpreter. *Brain and Cognition*, 53, 171–176.
- Corballis, P. M., Funnell, M. G., & Gazzaniga, M. S. (2002). Hemispheric asymmetries for simple visual judgments in the split brain. *Neuropsychologia*, 40(4), 401–10.
- Cronin-Golomb, A. (1986). Figure-background perception in right and left hemispheres of human commissurotomy subjects. *Perception*, 16, 95–109.
- Cutting, J. E., & Millard, R. T. (1984). Three gradients and the perception of flat and curved surfaces. *Journal of experimental psychology. General*, 113(2), 198–216.
- Da Silva, J. A., Aznar-Casanova, J. A., Pinto-Ribeiro Filho, N., & Santillán, J. E. (2006). Acerca da métrica da percepção do espaço visual. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 69(1), 127–135.
- Dai, H. (1995). On measuring psychometric functions: A comparison of the constant stimulus and adaptive up–down methods. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 98(6), 3135–3139.
- Dancey, C. P., & Reidy, J. (2006). *Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows* (3rd ed.). Porto Alegre: Artmed.

- Efron, R. (1990). *The Decline and Fall of Hemispheric Specialization* (p. 117). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Eling, P., & Whitaker, H. (2009). History of aphasia: From brain to language. *Handbook of Clinical Neurology*, 95, 571–582.
- Farran, E. K., Whitaker, A., & Patel, N. (2009). The effect of pictorial depth information on projected size judgments. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71(1), 207–214.
- Funnell, M. G., Corballis, P. M., & Gazzaniga, M. S. (2000). Insights into the functional specificity of the human corpus callosum. *Brain : a journal of neurology*, 123 (Pt 5, 920–6.
- Gainotti, G., & Tiacci, C. (1971). The relationships between disorders of visual perception and unilateral spatial neglect. *Neuropsychologia*, 9(4), 451–458.
- Gazzaniga, M. S. (1995). Principles of human brain organization derived from split-brain studies. *Neuron*, 14(2), 217–28.
- Gazzaniga, M. S., Bogen, J. E., & Sperry, R. W. (1963). Laterality effects in somesthesia following cerebral commissurotomy in man. *Neuropsychologia*, 1, 209–215.
- Geschwind, N. (1979). Specializations of the human brain. *Scientific American*, 241(3), 180–199.
- Gibson, J. J. (1950). *The perception of the visual world*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (1997a). O Olho: I. Óptica da Visão. *Tratado de Fisiologia Médica* (9th ed., pp. 466–476). Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Ltd.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (1997b). O Córtex Cerebral; Funções Intelectuais do Cérebro e Aprendizagem e Memória. *Tratado de Fisiologia Médica* (9th ed., pp. 553–564). Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2006a). O Olho: I. Óptica da Visão. *Tratado de Fisiologia Médica* (11th ed., pp. 613–625). Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Ltd.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2006b). O Olho: III. Neurofisiologia Central da Visão. *Tratado de Fisiologia Médica* (11th ed., pp. 640–650). Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Ltd.
- Halligan, P. W., & Marshall, J. C. (1994). Toward a principled explanation of unilateral neglect. *Cognitive Neuropsychology*, 11(2), 167–206.
- Hancock, S., & Andrews, T. J. (2007). The role of voluntary and involuntary attention in selecting perceptual dominance during binocular rivalry. *Perception*, 36(2), 288–298.

- Heilman, K. M., & Van Den Abell, T. (1980). Right hemisphere dominance for attention: the mechanism underlying hemispheric asymmetries of inattention (neglect). *Neurology*, 30, 327–330.
- Hellige, J. (1993). *Hemispheric Asymmetry: What's Right and What's Left* (pp. 1–396). Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Hellige, J. B. (1995). Hemispheric asymmetry for components of visual information processing. In R. J. Davidson & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 99–122). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Hillis, J. M., Watt, S. J., Landy, M. S., & Banks, M. S. (2004). Slant from texture and disparity cues : Optimal cue combination. *Journal of Vision*, 967–992.
- Ivry, R. B., & Robertson, L. C. (1998). *Two Sides of Perception*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Johnson, B. W., McKenzie, K. J., & Hamm, J. P. (2002). Cerebral asymmetry for mental rotation: effects of response hand, handedness and gender. *Neuroreport*, 13(15), 1929–1932.
- Jordan, T. R., & Patching, G. R. (2006). Assessing effects of fixation demands on perception of lateralized words: A visual window technique for studying hemispheric asymmetry. *Neuropsychologia*, 44(5), 686–92.
- Jordan, T. R., Patching, G. R., & Milner, A. D. (1998). Central fixations are inadequately controlled by instructions alone: Implications for studying cerebral asymmetry. *The Quarterly Journal of ...*, (2), 371–392.
- Keppel, G. (1991). *Design and analysis: A researcher's handbook* (3rd ed.). Prentice-Hall, Inc.
- Kitterle, F. L., Christman, S., & Hellige, J. B. (1990). Hemispheric differences are found in the identification, but not the detection, of low versus high spatial frequencies. *Perception & psychophysics*, 48(4), 297–306.
- Leibowitz, H., Brislin, R., Perlmutter, L., & Hennessy, R. (1969). Ponzo perspective illusion as a manifestation of space perception. *Science*, 166(3909), 1174–1176.
- Levine, T. R., & Hullett, C. R. (2002). Eta squared, partial eta squared, and misreporting of effect size in communication research. *Human Communication Research*, 28(4), 612–625.
- Levy, J. (1969). Possible basis for the evolution of lateral specialization of the human brain. *Nature*, 224, 614–615.
- Levy-Agresti, J., & Sperry, R. (1968). Differential perceptual capacities in major and minor hemispheres. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 61, 1151.

- Lindell, A. K., & Nicholls, M. E. R. (2003). THE CORTEX FORUM-Cortical representation of the fovea: Implications for visual half-field research. *Cortex*, 39, 111–117.
- Linn, M. C., & Peterson, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*, 1479–1798.
- Machado, A. (1993). *Neuroanatomia funcional*. Rio de Janeiro, RJ: Atheneu.
- Manning, L., & Thomas-Antérion, C. (2011). Marc Dax and the discovery of the lateralisation of language in the left cerebral hemisphere. *Revue neurologique*, 167(12), 868–72.
- Masin, S. C. (2003). Test of the effect of attention on judged length of a line. *Perceptual and Motor Skills*, 96, 599–606.
- Milner, A. D., & Harvey, M. (1995). Distortion of size perception in visuospatial neglect. *Current biology : CB*, 5(1), 85–9.
- Milner, A. D., Harvey, M., Roberts, R. C., & Foster, S. V. (1993). Line bisection errors in visual neglect: Misguided action or size distortion? *Neuropsychologia*, 31(1), 39–49.
- Mishkin, M., & Forgays, D. G. (1952). Word recognition as a function of retinal locus. *Journal of Experimental Psychology*, 43(1), 43–48.
- Myers, J., & Sperry, R. (1982). A simple technique for lateralizing visual input that allows prolonged viewing. *Behavior Research Methods*, 14(3), 305–308.f
- Nazir, T. a. (2003). On hemispheric specialisation and visual field effects in the perception of print: A comment on Jordan, Patching, and Thomas. *Cognitive neuropsychology*, 20(1), 73–80.
- Nebes, R. D. (1973). Perception of spatial relationships by the right and left hemispheres in commissurotomized man. *Neuropsychologia*, 11(3), 285–289.
- Nicholls, M. E., Mattingley, J. B., & Bradshaw, J. L. (2005). The effect of strategy on pseudoneglect for luminance judgements. *Cognitive Brain Research*, 25(1), 71–77.
- Nicholls, M. E. R., Bradshaw, J. L., & Mattingley, J. B. (1999). Free-viewing perceptual asymmetries for the judgement of brightness, numerosity and size. *Neuropsychologia*, 37(3), 307–14.
- Nicholls, M. E. R., Mattingley, J. B., Berberovic, N., Smith, A., & Bradshaw, J. L. (2004). An investigation of the relationship between free-viewing perceptual asymmetries for vertical and horizontal stimuli. *Cognitive Brain Research*, 19(3), 289–301. 8
- Nicholls, M. R., & Roberts, G. R. (2002). Can free-viewing perceptual asymmetries be explained by scanning, pre-motor or attentional biases? *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, 38(2), 113–36.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97–113.

- Patching, G. R., & Jordan, T. R. (1998). Increasing the benefits of eye-tracking devices in divided visual field studies of cerebral asymmetry. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 30(4), 643–650.
- Pearce, J. M. S. (2009). Hugo Karl Liepmann and apraxia. *Clinical medicine (London, England)*, 9(5), 466–70.
- Phillips, W. a, Chapman, K. L. S., & Berry, P. D. (2004). Size perception is less context-sensitive in males. *Perception*, 33(1), 79–86. doi:10.1068/p5110
- Posner, M. I., & Raichle, M. E. (1994). *Images of mind*. New York: Scientific American Library.
- Prinzmetal, W., & Wilson, A. (1997). The effect of attention on phenomenal length. *Perception*, 26(2), 193–205.
- Proverbio, A. M., Mazzara, R., Riva, F., & Manfredi, M. (2012). Sex differences in callosal transfer and hemispheric specialization for face coding. *Neuropsychologia*, 50, 2325–2332.
- Rahman, Q., Andersson, D., & Govier, E. (2005). A specific sexual orientation-related difference in navigation strategy. *Behavioral Neuroscience*, 119(1), 311–316.
- Ruch, T. C., & Fulton, J. F. (1960). *Medical physiology and biophysics*. Philadelphia, PA: W. B. Saunders Company.
- Sergent, J. (1982). Theoretical and methodological consequences of variations in exposure duration in visual laterality studies. *Perception & Psychophysics*, 31(5), 451–461.
- Sergent, J. (1983). Role of the input in visual hemispheric asymmetries. *Psychological bulletin*, 93(3), 481–512.
- Sergent, J. (1984). Configural processing of faces in the left and the right cerebral hemispheres. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 10(4), 554–72.
- Sergent, J. (1995). Hemispheric contribution to face processing: patterns of convergence and divergence. In R. Davidson & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 157–181). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Pugh, K. R., Constable, R. T., Skudlarski, P., Fulbright, R. K., Bronen, R. A., et al. (1995). Sex differences in the functional organization of the brain for language. *Nature*, 373, 607–609.
- Shikata, E., Hamzei, F., Glauche, V., Knab, R., Dettmers, C., Weiller, C., & Büchel, C. (2001). Surface orientation discrimination activates caudal and anterior intraparietal sulcus in humans: an event-related fMRI study. *Journal of Neurophysiology*, 85(3), 1309–1314.

- Simpson, W. A. (1988). The method of constant stimuli is efficient. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 44(5), 433–436.
- Sousa, B. M. (2009). *Assimetrias na percepção visual de tamanho em condições de informações pictóricas de profundidade*. Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto.
- Souza, G. S., Lacerda, E. M. C. B., Silveira, V. A., Araújo, C. S., & Silveira, L. C. L. (2013). A visão através dos contrastes. *Estudos Avançados*, 27(77), 45–59.
- Sperry, R. W. (1982). Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres. *Science (New York, N.Y.)*, 217(4566), 1223–6.
- Springer, S. P., & Deutsch, G. (1998). *Cérebro Esquerdo, Cérebro Direito* (p. 418). São Paulo: Summus.
- Timney, B., & Keil, K. (1996). Horses are sensitive to pictorial depth cues. *Perception*, 25(9), 1121 – 1128.
- Torro-Alves, N., Ferreira, A. V, Bernardino, L. G., & Fukusima, S. S. (2012). Efeitos da perspectiva na amplificação dos tamanhos de objetos que interceptam a linha do horizonte. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 25(1), 182–187.
- Tsal, Y. (1994). Effects of attention on perception of features and figural organization. *Perception*, 26, 193–205.
- Tsal, Y., & Shalev, L. (1996). Inattention magnifies perceived length: The attentional receptive field hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 233–243.
- Tsal, Y., Shalev, L., & Zakay, D. (2005). The lengthening effect revisited: a reply to Prinzmetal and Wilson (1997) and Masin (1999). *Psychonomic bulletin & review*, 12(1), 185–90.
- Tsutsui, K.-I., Sakata, H., Naganuma, T., & Taira, M. (2002). Neural correlates for perception of 3D surface orientation from texture gradient. *Science (New York, N.Y.)*, 298(5592), 409–12. doi:10.1126/science.1074128
- Watson, A. B., & Fitzhugh, A. (1990). The method of constant stimuli is inefficient. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 47(1), 87–91.
- William, P. A., & Enns, J. T. (1996). Pictorial depth and framing have independent effects on the horizontal-vertical illusion. *Perception*, 25, 924–926.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Breve histórico sobre assimetria cerebral funcional

Há muitos mitos e equívocos que envolvem a assimetria cerebral funcional (ACF). O cérebro é dividido em dois hemisférios (esquerdo – HE e direito – HD) que parecem simétricos anatomicamente. Essa aparente simetria sugere que HE e HD possuem as mesmas funções. Porém, a partir do século XIX alguns pesquisadores descobriram que apesar dessa simetria aparente, os hemisférios possuem diferenças funcionais.

A fama pela descoberta da ACF é de Pierre Paul Broca (1824 – 1880), sendo atribuído a ele o primeiro relato das diferenças funcionais em 1861 por diversos autores (Corballis, 2009; Eling & Whitaker, 2009; Hugdahl, 2000; Legrenzi & Umiltà, 2011). Mas a história mostra que ele não foi o primeiro (Manning & Thomas-Antérion, 2011). Além disso, em seu primeiro relato Broca descreve uma área cerebral para a linguagem no HE, mas ainda nenhuma diferença funcional é atribuída aos hemisférios cerebrais.

Antes de dar início ao texto, alguns termos devem ser definidos para não gerar confusão. Os termos assimetria cerebral funcional, lateralidade hemisférica, lateralização das funções hemisféricas são intercambiáveis e se referem às diferenças na abordagem e eficiência do processamento da informação por cada hemisfério em determinadas tarefas. Já informação lateralizada se refere ao modo como a ela foi apresentada ao participante (Geschwind, 1979; Hellige, 1993; Sergent, 1995; Springer & Deutsch, 1998).

Nossos antepassados e o cérebro

Nossos antepassados, dos homínídeos até as primeiras civilizações, provavelmente notaram que traumas na cabeça causavam mudanças comportamentais. Isso inviabilizaria a capacidade do oponente de contra-atacar em uma luta. Talvez, por isso, a cabeça foi alvo tão freqüente em combates interpessoais, conforme apontam os fósseis de homínídeos (Castro & Landeira-Fernandez, 2010).

Das civilizações que possuíam alguma forma de escrita, os antigos egípcios foram os primeiros a usar uma palavra para definir cérebro. Eles tinham noção que problemas na cabeça poderiam afetar regiões distantes do ferimento. Os egípcios descrevem num de seus antigos papiros como realizar cirurgias para solucionar problemas no “cérebro”. Para isso, eles utilizaram a trepanação (Figura 1), procedimento terapêutico para retirar uma porção do crânio. Apesar de reconhecerem a importância do cérebro, os egípcios consideravam o

coração como local de maior importância, a sede do corpo e da alma (Castro & Landeira-Fernandez, 2010).

Figura A1. Crânio da Idade do Ferro. Os indícios fósseis indicam que o indivíduo fez uma cirurgia de trepanação e sobreviveu. Adaptado de: *Trepanning*. (n.d.). In *Wikipedia*. Retirado em 17 de junho, 2013, de <https://en.wikipedia.org/wiki/Trepanning>

Apesar dessa curiosidade dos povos antigos sobre o cérebro, uma nova e marcante visão sobre ele surgiu somente após o lançamento da obra de Isaac Newton (1642–1727), *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, em 1687. As consequências desse livro foram marcantes e influenciaram, dentre muitos, John Locke (1632 – 1704), criador do empirismo britânico. Essas influências puseram fim ao dualismo descartiano, não mais havendo uma separação entre alma e corpo. Essa concepção também mudou a forma de se ver o corpo. As faculdades mentais passaram a ser entendidas como produto do cérebro (Manning & Thomas-Antérion, 2011).

Frenologia

Baseado nessa mudança de paradigma, no século XVIII François-Xavier Bichat (1771 – 1802) propôs uma teoria anatômica em que o cérebro funcionaria de forma simétrica. Essa visão fez com que surgisse a Lei da Dualidade Orgânica e Unidade Funcional. O cérebro era, então, simétrico e suas funções seriam iguais nos dois hemisférios (Manning & Thomas-Antérion, 2011).

Já no fim do século XVIII e início do século XIX, Franz Joseph Gall (1758-1828) deu um passo além na relação entre cérebro e comportamento (Figura A2.A). Ele estabeleceu o cérebro como base das funções mentais. Cada função tinha seu próprio lugar numa área do cérebro (Figura A2.B). Ainda, as funções mentais cresceriam com o uso, alterando o volume do crânio. Com base nisso, Gall e seus seguidores procuravam “caroços” no crânio para ajudá-los a localizar funções específicas. Esse método era chamado de craniometria (Figura A2.C) (Kandel, Schwartz, & Jessell, 2000; Manning & Thomas-Antérion, 2011).

Essa nova forma de entender a mente humana recebeu o nome de frenologia. Ainda nessa época (1825), um discípulo de Gall, Jean-Baptiste Bouillaud (1796–1881), apontou que a linguagem estava em ambos os lobos frontais. E ele propôs uma distinção entre a compreensão e a articulação das palavras (Manning & Thomas-Antérion, 2011).

Figura A2.A) Franz Joseph Gall. B) Um mapa frenológico. C) Uma ilustração da craniometria. A frenologia entendia que o formato dos caroços do crânio como consequência das faculdades mentais. Adaptado de: A) *Franz Joseph Gall*, (2013). Retirado em 17 de junho, 2013, de <http://ihm.nlm.nih.gov/luna/servlet/detail/NLMNLM~1~1~101415680~177968:Jn-Jph--Gall-Z--Belliard--Lith--de?qvq=q:B012582;lc:NLMNLM~1~1&mi=0&trs=1> B) *A phrenology chart showing the suggested divisions of the skull*. (2013). Retirado em 17 de junho de 2013, de <http://www.britannica.com/EBchecked/media/162764/A-phrenology-chart-showing-the-suggested-divisions-of-the-skull> C: Dradd, F. (1886). *A practitioner of phrenology measuring the bumps on a boy's head to assess his future*. Retirado em 17 de julho de 2013 de <http://www.britannica.com/EBchecked/media/162765/A-practitioner-of-phrenology-measuring-the-bumps-on-a-boys>

Primeiro relato sobre lateralização das funções hemisféricas

Nesse contexto de repúdio a frenologia surge Marc Dax (1770 – 1837), um médico de Sommières – sul da França, que trabalhou nas campanhas napoleônicas como cirurgião. Ele coletou dados de 40 pacientes com afasia. Dax concluiu que foram lesões no HE que tornaram

os soldados incapazes de se comunicar verbalmente e também terem hemiparesia (paralisia parcial de um lado do corpo). Foi com base nestes seus dados que ele afirmou a lateralização esquerda da linguagem (Manning & Thomas-Antérion, 2011; Pinel, 2011; Springer & Deutsch, 1998).

Essas conclusões foram apresentadas em 1836 no Congrès Méridional, em Montpellier. O título era: “*Lésions de la moitié gauche de l’encéphale coïncidant avec l’oublies signes de la pensée*” (em tradução livre: “Lesões da metade do cérebro coincidem com o esquecimento de sinais do pensamento”). Marc Dax fez uma apresentação oral e esse foi o primeiro relato para a lateralização da linguagem no HE. Porém, seu trabalho passou despercebido. Um dos motivos foi que sua interpretação se assemelhava à frenologia e era contrária a explicação vigente de que o cérebro funcionaria igualmente nas duas metades (Manning & Thomas-Antérion, 2011; Springer & Deutsch, 1998).

Mudança de paradigma e novo *zeitgeist*

Marc Dax foi o primeiro a descrever que os hemisférios cerebrais possuíam capacidades mentais diferentes. Entretanto, foi com Paul Broca que a assimetria cerebral funcional ganhou notoriedade (Figura A3.A). Em 1861 ele apresentou seu primeiro trabalho sobre o tema, mas não afirmou nada sobre lateralização das funções cerebrais.

O trabalho de 1861 foi baseado no estudo *post-mortem* sobre M. Leborgne, que ficou conhecido como *tan* (por só conseguir balbuciar). *Tan* possuía o que Broca chamou de *aphémie* (perda da linguagem sem paralisia dos órgãos da articulação e destruição do intelecto). A análise indicou que a causa era uma lesão no HE, na terceira circunvolução. Entretanto, Broca foi cauteloso e não afirmou nada sobre lateralização das funções da linguagem, provavelmente por causa da forte rejeição a frenologia e qualquer teoria localizacionista (Manning & Thomas-Antérion, 2011; Springer & Deutsch, 1998).

Broca continuou seus estudos e, em 1863, apresentou cerca de dez casos de *aphémie* – termo que depois foi trocado por afasia (Tesak & Code, 2008). Esse trabalho foi apresentado na reunião *Société d’Anthropologie* de Paris. Apesar de todos os casos apresentarem lesão na terceira circunvolução, Broca ainda não concluiu nada sobre diferenças nas funções hemisféricas (Manning & Thomas-Antérion, 2011).

Mais confiante de suas observações, Paul Broca, em seu trabalho de 1865 – traduzido para o inglês (Berker, Berker, & Smith, 1986), apontou que ambos os hemisférios colaboravam na linguagem. Porém, o principal responsável por essa função é a terceira

circunvolução do HE. Afirmou também que a linguagem e o maior uso da mão direita estavam no HE devido ao desenvolvimento precoce desse hemisfério. Ainda cauteloso, Broca concluiu que a especialização das funções hemisféricas não implicava na existência de uma disparidade funcional entre as duas metades do encéfalo (Berker et al., 1986; Manning & Thomas-Antérion, 2011; Pinel, 2011; Springer & Deutsch, 1998).

Apesar de romper com alguns paradigmas de sua época, como a Lei da Dualidade Orgânica e Unidade Funcional e que linguagem estava nos lobos frontais, Broca não conseguiu sair totalmente do *zeitgeist* de sua época. Em homenagem a Paul Broca, a região apontada por ele como responsável pelo processamento, produção e compreensão da fala recebeu seu nome, a *área de Broca* (Figura A3.C).

Após os trabalhos de Broca, Carl Wernicke (1848 – 1905), um neurologista alemão (Figura A3.B), encontrou outra área responsável pela linguagem. Em 1874 publicou um estudo com 10 pacientes afásicos. Ele realizou análises *post-mortem* em quatro e descobriu que a afasia podia variar de perceptual à motora. Apontou que a parte superior e posterior do lobo temporal esquerdo seria responsável por déficits na compreensão da linguagem (Brandão, 2008). Além disso, lesões nos centros de percepção ou motor, bem como na comunicação entre eles, poderia causar diferentes tipos de déficits na linguagem (Eling & Whitaker, 2009). Esta parte do cérebro recebeu seu nome, a *área de Wernicke* (Figura A3.C).

Um dos primeiros pesquisadores a idealizar como os hemisférios funcionaram foi John Hughlings Jackson (1835 – 1911). Em 1865 ele sugeriu que o HE seria o “condutor” das funções mentais. Esse conceito é o antepassado da idéia de dominância cerebral. Além disso, Jackson foi um dos primeiros a apontar que o HD estaria relacionado à percepção espacial – em 1865, e a ideação e pensamento visual – em 1876. Nesse caso, o HD seria o condutor da função da percepção visual (Brown & Kosslyn, 1995; Corballis, 2003; Geschwind, 1979; Springer & Deutsch, 1998).

Mas o HE sempre esteve mais em evidência devido às suas seqüelas no comportamento. Hugo Karl Liepmann (1863 – 1925), um aluno de Carl Wernicke, realizou estudos em apraxia. Essa é uma desordem motora de um dos hemisférios que interrompe a capacidade de realizar movimento voluntário, mesmo com a capacidade física intacta. Seu primeiro trabalho (de 1900) foi baseado em 48 pacientes que apresentavam apraxia após sofreram derrame (déficits motor e perceptual). Isso o levou a concluir que haveria uma desconexão entre as áreas visual, auditiva e somatossensorial do córtex motor. Concluiu que a idéia ou plano de ação (movimento) estaria localizado no HE (Pearce, 2009).

Figura A3. Pierre Paul Broca (A) e Carl Wernicke (B), respectivamente. C. Áreas primárias da linguagem no cérebro. Representação esquemática das Áreas de Broca e Wernicke. Paul Broca e Carl Wernicke foram responsáveis por identificar as regiões responsáveis pela área motora e de compreensão, respectivamente. Essas áreas são conectadas pelo fascículo arqueado. Adaptado de: A) *Portrait of Pierre Paul Broca*. [-]. Retirado em 17 de junho de 2013, de <http://wellcomeimages.org/> B) Carl Wernicke [-]. Retirado em 17 de junho de 2013 de <http://ihm.nlm.nih.gov/luna/servlet/detail/NLMNLM~1~1~101431323~190911:Carl-Wernicke?qvq=q:190911;lc:NLMNLM~1~1&mi=0&trs=1> C) Áreas primárias da linguagem no cérebro. Brandão, M. L. (2008). *As bases biológicas do comportamento: introdução à neurociência* (p. 201). EPU.

Os primeiros estudos de Liepmann apontaram uma consequência comportamental marcante de uma lesão no HE. A lesão causava problemas de fala e motricidade. Por outro lado, lesões no HD não tinham consequências tão óbvias. Devido a isso, na época e até a década de 1970 o HE foi considerado como dominante (em inglês, *dominant, major*) sobre o HD (em inglês, *minor, subordinate*) (Sperry, 1982; Sperry & Levy, 1970; Sperry, Zaidel, & Zaidel, 1979).

Esses trabalhos seminais em ACF abriram caminho para novas interpretações sobre lesões nos hemisférios. As funções dos hemisférios eram inferidas a partir de lesões e sua consequência comportamental. Mas uma nova mudança na forma de compreender os hemisférios cerebrais veio anos mais tarde. Essa mudança ocorreu por causa de uma doença chamada epilepsia.

Epilepsia e sua contribuição para a lateralização das funções hemisféricas

A epilepsia é uma doença neurológica crônica mais conhecida pelo ataque epilético. Os primeiros relatos dessa doença remontam aos babilônicos há mais de 3000 anos. A epilepsia já foi considerada possessão demoníaca ou algum ato divino. Por muito tempo seu tratamento foi ineficaz devido ao desconhecimento de sua causa. Hoje se sabe que o ataque

epiléptico é um evento que resulta da descarga excessiva e sincronizada de grupos de neurônios no córtex cerebral (Smithson & Walker, 2012).

Até o início do século XX alguns tipos de epilepsia resistente não possuíam tratamentos farmacológicos eficazes. Uma das primeiras tentativas de tratamento para esses casos foi realizada na década de 1940. William P. van Wagenen (1897 – 1961) sugeriu que a crise epiléptica poderia ser transferida pelo corpo caloso de uma metade do cérebro a outra. Então, para tentar tratar estes pacientes, ele realizou cerca de dez cirurgias para limitar a propagação da onda convulsiva entre os hemisférios cerebrais. Essa cirurgia consistiu na separação das fibras do corpo caloso – calosotomia ou comissurotomia (o corpo caloso é uma comissura cerebral) (Mathews, Linskey, & Binder, 2008).

Os pacientes submetidos à comissurotomia foram testados pelo psiquiatra Andrew J. Akelaitis. Ele avaliou os pacientes no pré e pós-cirúrgico. Seus testes não identificaram problemas na integração das funções esquerdo-direito do cérebro (Mathews et al., 2008; Springer & Deutsch, 1998). Apesar de não apresentarem grandes seqüelas, as cirurgias de Wagenen foram abandonadas, pois não corresponderam às expectativas em todos os pacientes e alguns ainda apresentavam grande número de ataques.

Um dos motivos da falha da cirurgia pode ter sido a falta de conhecimento do papel do corpo caloso na época. Devido a essa falta de conhecimento, as cirurgias variavam consideravelmente de paciente para paciente. Somado a esse fator, a II Guerra Mundial também pode ter colaborado para o esquecimento da comissurotomia por alguns anos (Mathews et al., 2008). Mas na década de 1950, Ronald Myers e Roger Sperry (1913 – 1994) retomaram a comissurotomia em gatos. O principal desafio desses pesquisadores foi testar qual seria o papel do corpo caloso nos animais. Os resultados de seus estudos foram surpreendentes.

Sperry e Myers seccionaram o quiasma óptico no plano sagital mediano em gatos. Essa secção restringiu a projeção da informação visual para o hemisfério ipsolateral no cérebro. Em alguns gatos eles seccionaram o quiasma e o corpo caloso. Depois os gatos foram treinados numa tarefa de discriminação simples (diferenciar quadrado e círculo) com uma venda no olho esquerdo. Após o treino, a venda foi transferida para o olho direito e os gatos foram testados na mesma tarefa. Nos gatos normais (sem secção de estruturas cerebrais) o desempenho com o olho esquerdo foi igual ao do direito. Mas não houve transferência de aprendizado quando o corpo caloso e quiasma óptico foram cortados antes do treino (Figura A4). Em alguns gatos houve a transferência, mas isto foi atribuído a falhas no corte do quiasma óptico ou corpo caloso (Myers & Sperry, 1953).

Em outro estudo, Myers seccionou a linha média do corpo caloso e a comissura anterior de gatos. Depois testou os animais em algumas tarefas. As conclusões de Myers foram que a informação visual e tátil, quando lateralizada a um hemisfério, não é transferida ao outro hemisfério (Myers, 1956).

Figura A4. Esquema do experimento realizado por Sperry e Myers (1953). No primeiro momento, os gatos tinham o olho esquerdo vendado. Depois aprendiam uma tarefa de discriminação (círculos versus quadrado) com o olho direito. Então, olho direito era vendado para se testar o aprendizado com o olho esquerdo. No grupo controle os gatos apresentaram desempenho equivalente entre os dois olhos. Mas na condição experimental (quiasma óptico e corpo caloso seccionado) o olho esquerdo (inicialmente vendado) teve que reaprender a tarefa – conforme indica o gráfico à direita. Adaptado de: Pinel, J. P. (2011). *Biopsychology* (p. 416). Pearson Education.

Os estudos de Sperry e Myers (1953) e Myers (1956) apresentaram indícios de que o corpo caloso estava transmitindo alguma informação. Outros estudos também confirmaram isso (Sperry, Myers, & Schrier, 1960; Stamm & Sperry, 1957). Então, ao contrário do que observou Akelaitis (Mathews et al., 2008), havia uma consequência para a comissurotomia. E a secção do corpo caloso realmente causava um impedimento da transferência de informações entre os hemisférios.

Essa informação sobre o corpo caloso fez com que dois neurocirurgiões do Instituto de Tecnologia da Califórnia, Philip Vogel e Joseph Bogen (1926 – 2005), retomassem a comissurotomia em humanos. Bogen e Vogel acreditavam que não houve uma secção completa do corpo caloso nos pacientes de Van Wagenen. Então, na década de 1960, testaram a comissurotomia completa num paciente. A cirurgia foi bem sucedida. Logo realizaram outras cirurgias em mais pacientes, que ficaram conhecidos como a *série da Califórnia*. O paciente que tem seu cérebro dividido é referido, em inglês, como *split-brain* (Springer & Deutsch, 1998).

Assim como Akelaitis fez com os pacientes de van Wagenen, Roger Sperry e seus colaboradores tiveram oportunidade de estudar a série da Califórnia. Seu principal

colaborador foi Michael Gazzaniga (1939 –), o primeiro a estudar a ACF em humanos com o corpo caloso completamente seccionado. Sperry, Gazzaniga e seus colaboradores realizaram baterias de testes nos *split-brain*. Além disso, criaram e utilizaram diversas técnicas elegantes para isolar como a informação chegaria aos hemisférios isolados dos pacientes (Figura A5).

As primeiras pesquisas em humanos indicaram diferenças marcantes entre os hemisférios cerebrais. As capacidades perceptuais foram testadas num veterano de guerra que sofria de ataques de epilepsia. Tarefas como, discriminação de temperatura, sensibilidade à dor, senso de posição, foram realizadas para testar seus hemisférios separados. Os resultados apontaram uma maior capacidade sensitiva para o hemisfério que eles chamavam de dominante (HE) em relação ao inferior HD (Gazzaniga, Bogen, & Sperry, 1963).

Até então os testes sempre indicavam que o HE era dominante sobre o HD. Mas uma colaboradora de Sperry mudou esta visão. Apesar de John Hughlings Jackson ter levantado hipóteses sobre o funcionamento do HD em 1874 (Corballis, 2003; Geschwind, 1979), Jerry Levy-Agresti foi a primeira a demonstrar as capacidades de alta cognição do HD. Para isso, ela realizou uma tarefa em que os participantes seguravam um objeto (tridimensional) e depois deveriam indicar qual desenho representava o objeto segurado. O HD apresentou uma maior capacidade que o HE para reconhecer os objetos (Levy-Agresti & Sperry, 1968).

Figura A5. Técnica utilizada em pesquisas com pacientes comissurotomizados (também pode ser utilizada com pessoas neurologicamente normais). O paciente se sentava à frente de uma tela. Duas palavras eram apresentadas. Podia-se, por exemplo, pedir que o paciente dissesse qual palavra apareceu e/ou também pegar o objeto correspondente. À direita é apresentado como funciona o processo da informação visual até o cérebro. Estímulos apresentados no hemisfério visual direito (APPLE) projetam-se para a retina temporal do olho esquerdo e chegam ao hemisfério esquerdo. O processo oposto ocorre para o hemisfério esquerdo. A secção do do corpo caloso é indicada à direita. A palavra SPOON é apresentada à esquerda, mas projeta-se na retina temporal direita e chega ao hemisfério direito. Adaptado de: Pinel, J. P (2011). *Biopsychology* (p. 416). Pearson Education.

Em outro trabalho, Levy (1969) aponta que o HE processa as características do estímulo para serem descritas em forma de linguagem (analítico e sequencial). Por outro lado, o HD abstrai a forma global do estímulo (espacial e sintético). Sobre esta divisão de capacidades dos hemisférios cerebrais nos *split-brain*, Sperry (1982) afirma que cada hemisfério “(...) poderia ter seu próprio processo de aprendizado e sua própria cadeia de memórias, todas, é claro, essencialmente inacessíveis a experiência consciente do outro hemisfério” (pág. 1224).

É importante ressaltar que os resultados dos estudos relatados foram obtidos em condições controladas e não em situações do cotidiano. Nos primeiros dias do pós-cirúrgico alguns pacientes podem apresentar a síndrome de desconexão do corpo caloso. Pode ocorrer, por exemplo, apraxia diagnóstica (falta de cooperação entre as mãos), falhas de memória, hemi-inatenção tátil e visual (enxerga ou sente apenas um lado). Porém, com o tempo estes comportamentos atípicos diminuem, indicando que o cérebro dividido dos pacientes aprende a lidar com esta nova situação (Cendes, Ragazzo, Costa, & Martins, 1990).

Uma das formas do cérebro lidar com essa nova situação é por meio de *cross-cuing* (uma espécie de rota mental externa). Os pacientes podem utilizar pistas do ambiente para burlar a falta de comunicação entre seus hemisférios desconectados. Desta forma, ao contrário do que parece, esta condição não cria grandes problemas para os pacientes comissurotomizados ou *split-brain* (Pinel, 2011).

Kimura e as pessoas neurologicamente normais

Os primeiros trabalhos em assimetria cerebral funcional foram feitos com população clínica (*split-brain*, lesionados, etc.). Porém, Doreen Kimura começou a utilizar os mesmos procedimentos das populações clínicas para testar a assimetria também em participantes neurologicamente normais (grupo controle). Na época, Kimura era uma pesquisadora da Universidade McGill (Canadá).

Em 1961 Kimura publicou dois artigos sobre escuta dicotômica. Essa técnica foi desenvolvida por Broadbent (1956). Ela apresentou simultaneamente três pares de dígitos diferentes a cada ouvido. Depois pedia para as pessoas relatarem o maior número de dígitos que se lembravam. Os pacientes com patologia no lobo temporal esquerdo relataram menos dígitos corretos do que aqueles com lesão no lobo temporal direito (Kimura, 1961a). Nesta competição pelo processamento da informação houve uma vantagem do ouvido direito para a

tarefa. E Kimura também encontrou que destros sem problemas neurológicos possuem a mesma vantagem significativa para o ouvido direito (Kimura, 1961b).

Essas diferenças ocorreram porque as projeções neurais são cruzadas no ouvido. As projeções se cruzam no tronco encefálico ao ir da cóclea para o colículo inferior. Após este cruzamento as vias auditivas projetam-se no giro de Heschl (lobo temporal) seguindo pelo corpo geniculado medial (tálamo) (Brandão, 2008; Kimura, 1961b). Dessa forma, o caminho auditivo cruzado deu mais vantagem e foi mais efetivo ao levar o *input* inicial para as áreas críticas que processam a linguagem no HE.

Os estudos de Kimura foram importantes por dois motivos. Primeiro, demonstraram a ACF em outra modalidade sensorial que até então era inédita. Segundo, demonstraram que a ACF também ocorre em pessoas sem problemas neurológicos. Isso abriu um campo enorme para as pesquisas, pois a partir disto os pesquisadores não mais precisariam estudar a lateralização das funções hemisféricas em populações específicas.

Mas deve-se ressaltar que os resultados entre a população clínica e sem problemas neurológicos são apenas correspondentes. A variação, em geral, ocorre na magnitude do efeito (mais fraco em normais). Isso sugere que os mesmos mecanismos neurais estão envolvidos em ambos os grupos, porém na pessoa neurologicamente normal a ACF pode ser mascarada (Ivry & Robertson, 1998; Springer & Deutsch, 1998).

Como se dá a assimetria?

Também é necessário entender que o papel dos hemisférios cerebrais nas tarefas é inferido e, ao contrário do que se possa imaginar, não é observado diretamente (Beaumont, 1997). Os pesquisadores inferem que a vantagem na acurácia, ou tempo de reação mais curto, numa tarefa reflete uma vantagem no processamento da informação pelo hemisfério que primeiro recebeu a informação (Lindell & Nicholls, 2003).

Num primeiro momento a informação é processada por um dos hemisférios. Após isso ela é enviada, via corpo caloso, para o outro hemisfério. Algumas teorias propõem que se a informação chegar ao hemisfério mais capacitado para processá-la, resultará num melhor desempenho (por exemplo, maior acurácia ou tempo de reação menor). Por outro lado, se a informação chegar ao hemisfério não capacitado, o desempenho será inferior ao hemisfério oposto. Outras que são os hemisférios cerebrais que impõem filtros assimétricos de acordo com a informação a ser processada (Ivry & Robertson, 1998).

Entretanto, essas diferenças, em geral, se restringem as condições de laboratório. No nosso dia a dia os hemisférios cerebrais interagem o tempo todo, via corpo caloso, criando uma unidade comportamental harmoniosa (Hellige, 1993; Sergent, 1995). Um resumo simplificado dos principais achados das pesquisas em assimetria cerebral funcional é apresentado abaixo (Tabela A1). Qualquer extrapolação fora das condições experimentais deve ser vista com cautela.

Origem Evolutiva da Assimetria Cerebral Funcional

Como podemos ver na Tabela A1, os hemisférios possuem tanto capacidades complementares quanto distintas. Estas capacidades distintas são baseadas em estilos cognitivos diferentes. Mas o que levou a essas diferenças entre os hemisférios?

Tabela A1.

Resumo das principais funções hemisféricas.

Função	Hemisfério Esquerdo	Hemisfério Direito
Visão	Letras, Palavras	Faces Padrões Geométricos Expressão emocional
Audição	Sons da fala	Sons (em geral) Música
Tato		Braille Padrões de tato
Movimento	Complexo, Ipsolateral	Em padrões espaciais
Memória	Verbal, Sentido nas memórias	Não verbal Aspectos perceptuais
Linguagem	Discurso, Leitura, Escrita	Conteúdo Emocional
Habilidade Espacial	Detalhista	Global Rotação mental Geometria Direção Distância

Essa divisão, junto com as circunvoluções, aumentou a capacidade neural do cérebro. Durante o processo evolutivo o cérebro passou a dividir uma informação em subproblemas, evitando a duplicação de funções nos dois hemisférios. A especialização hemisférica para uma função permitiu que o outro hemisfério se especializasse em funções diferentes. Também evitou a interferência mútua e conflitos de pensamento e resposta motora durante as tarefas do

cotidiano (Gazzaniga & Heatherton, 2005; Guyton, 1997; Levy, 1969; Machado, 1993; Vallortigara & Rogers, 2005).

Conclusão

Hoje não mais se entende o HE como dominante sobre o HD, mas sim que cada um possui suas competências e particularidades. E os hemisférios trabalham de modo harmonioso. Essas competências foram possíveis graças à pressão seletiva que fez nosso cérebro evoluir desta forma. Essa evolução foi vantajosa, pois permitiu aumentar a capacidade neural dividindo funções entre os hemisférios.

A assimetria cerebral funcional é um ramo que avançou muito. O número de artigos publicados cresceu bastante e uma pesquisa rápido com termos: “*functional cerebral asymmetry*”, encontram mais de três mil e quatrocentos (3471) artigos no site *pubmed* no período de 1950 a 2012 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>, acesso dia 1 de fevereiro às 14:30h). Isso dá uma média de 54,23 artigos por ano, sendo que a média dos últimos 10 anos é de 152,3 artigos.

Esses números demonstram que a assimetria cerebral funcional é um ramo que ainda tem muito a oferecer como fonte de conhecimento. Novos olhares e novas técnicas (por exemplo, *fMRI*) permitem aprofundar ainda mais o conhecimento sobre o tema. Por fim, cabe ressaltar que o desbravador dessa nova área de estudos teve sua importância reconhecida. Roger W. Sperry foi agraciado com o prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina em 1981 (Figura A6).

Figura A6. Roger Wolcott Sperry (1913 – 1994) e Michael S. Gazzaniga (1939 –). Adaptado de: *Blog percepto*. Retirado em 17 de junho de 2013 de <http://www.blogpercepto.com/2010/12/os-primeiros-estudos-em-assimetria.html>

REFERÊNCIAS

- Beaumont, J. G. (1997). Future research directions in laterality. *Neuropsychology review*, 7(3), 107–26.
- Berker, E. A., Berker, A. H., & Smith, A. (1986). Translation of Broca's Report 1865 Localization of Speech in the Third Left Frontal Convolution. *Archives of Neurology*, 43, 1065–1072.
- Brandão, M. Li. (2008). *As Bases Biológicas do Comportamento: Introdução à neurociência* (p. 244). EPU.
- Broadbent, D. (1956). Successive responses to simultaneous stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 8(4), 145–152.
- Brown, H. D., & Kosslyn, S. M. (1995). Hemispheric differences in visual object processing: Structural versus allocation theories. In R. J. Davidson & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 77–97). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Castro, F. dos S., & Landeira-Fernandez, J. (2010). Alma, mente e cérebro na Pré-história e nas primeiras civilizações humanas. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 141–152.
- Cendes, F., Ragazzo, P., Costa, V., & Martins, L. (1990). Síndrome de desconexão inter-hemisférica após calosotomia total associada a comissurotomia anterior para tratamento de epilepsia resistente: relato de um. *Arq. neuropsiquiatria*, 48(8), 3985–388.
- Corballis, M. C. (2009). The evolution and genetics of cerebral asymmetry Rapid response The evolution and genetics of cerebral asymmetry. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 364, 867–879.
- Corballis, P. M. (2003). Visuospatial processing and the right-hemisphere interpreter. *Brain and Cognition*, 53, 171–176.
- Eling, P., & Whitaker, H. (2009). History of aphasia: From brain to language. *Handbook of Clinical Neurology*, 95, 571–582.
- Gazzaniga, M S, Bogen, J. E., & Sperry, R. W. (1963). Laterality effects in somesthesia following cerebral commissurotomy in man. *Neuropsychologia*, 1, 209–215.
- Gazzaniga, Michael S, & Heatherton, T. (2005). *Ciência psicológica: mente, cérebro e comportamento*. Porto Alegre: Artmed.
- Geschwind, N. (1979). Specializations of the human brain. *Scientific American*, 241(3), 180–199.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (1997). *Tratado de Fisiologia Médica* (9th ed.). Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan.
- Hellige, J. (1993). *Hemispheric Asymmetry: What's Right and What's Left* (pp. 1–396). Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Hugdahl, K. (2000). Lateralization of cognitive processes in the brain. *Acta psychologica*, 105(2-3), 211–35.

- Ivry, R. B., & Robertson, L. C. (1998). *Two Sides of Perception*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2000). *Principles of Neural Science* (4th ed., p. 1414). New York: McGraw-Hill.
- Kimura, D. (1961a). Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 15(3), 156–165.
- Kimura, D. (1961b). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne ...*, 15(3), 166–171.
- Legrenzi, P., & Umiltà, C. (2011). *Neuromania: On the limits of brain science*. New York, NY: Oxford University Press.
- Levy, J. (1969). Possible basis for the evolution of lateral specialization of the human brain. *Nature*, 224, 614–615.
- Levy-Agresti, J., & Sperry, R. (1968). Differential perceptual capacities in major and minor hemispheres. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 61, 1151.
- Lindell, A. K., & Nicholls, M. E. R. (2003). THE CORTEX FORUM-Cortical representation of the fovea: Implications for visual half-field research. *Cortex*, 39, 111–117.
- Machado, A. (1993). *Neuroanatomia funcional*. Rio de Janeiro, RJ: Atheneu.
- Manning, L., & Thomas-Antérion, C. (2011). Marc Dax and the discovery of the lateralisation of language in the left cerebral hemisphere. *Revue neurologique*, 167(12), 868–72.
- Mathews, M. S., Linskey, M. E., & Binder, D. K. (2008). William P. van Wagenen and the first corpus callosotomies for epilepsy. *Journal of neurosurgery*, 108(3), 608–13.
- Myers, R. (1956). Function of corpus callosum in interocular transfer. *Brain*, 79(2), 358–363.
- Myers, R. E., & Sperry, R. E. (1953). Interocular transfer of a visual form discrimination habit in cats after section of the optic chiasm and corpus callosum. *Anatomical Record*, 115(35), 35.
- Pearce, J. M. S. (2009). Hugo Karl Liepmann and apraxia. *Clinical medicine (London, England)*, 9(5), 466–70.
- Pinel, J. P. J. (2011). *Biopsychology* (8th ed.). Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- Sergent, J. (1995). Hemispheric contribution to face processing: patterns of convergence and divergence. In R. Davidson & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 157–181). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Smithson, H. W., & Walker, M. C. (Eds.). (2012). *ABC of Epilepsy*. Blackwell Publishing Ltd.
- Sperry, R., & Levy, J. (1970). Mental Capacities of the Disconnected Minor Hemisphere Following Commissurotomy. *Paper read at the Annual Meeting of the American Psychological Association, Miami, Florida, September 4, 1970*.

- Sperry, R., Myers, R., & Schrier, A. (1960). Perceptual capacity of the isolated visual cortex in the cat. *Quarterly journal of Experimental Psychology*, *XII*(2), 65–71.
- Sperry, R. W. (1982). Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres. *Science (New York, N.Y.)*, *217*(4566), 1223–6.
- Sperry, R., Zaidel, E., & Zaidel, D. (1979). Self recognition and social awareness in the disconnected minor hemisphere. *Neuropsychologia*, *17*, 153–166.
- Springer, S. P., & Deutsch, G. (1998). *Cérebro Esquerdo, Cérebro Direito* (p. 418). São Paulo: Summus.
- Stamm, J., & Sperry, R. (1957). Function of corpus callosum in contralateral transfer of somesthetic discrimination in cats. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *50*(2), 138–143.
- Tesak, J., & Code, C. (2008). *Milestones in the history of aphasia: Theories and protagonists*. London: Psychology Press.
- Vallortigara, G., & Rogers, L. J. (2005). Survival with an asymmetrical brain: advantages and disadvantages of cerebral lateralization. *The Behavioral and brain sciences*, *28*(4), 575–89; discussion 589–633.

APÊNDICE B – Resultados das análises de variâncias

1. Erro Relativo

1.1 Dois estímulos (círculos e elipses)

ANOVA foi de modelo misto (*between-within*): 2 sexos (masculino e feminino) x 2 estímulos (círculo e elipse) x [3 excentricidades (2,5°, 5°, 7,5°) x 2 hemicampos (direito e esquerdo)]. Esfericidade (teste de Mauchly) não foi satisfeita para a interação entre Hemicampo Visual e Excentricidade. Entretanto, ao corrigir essas violações a ANOVA se tornou robusta para as análises (Dancey & Reidy, 2006; Keppel, 1991). A homogeneidade das variâncias foi satisfeita pelo teste de Levene ($p > 0,05$).

Tabela B1

Resultados da análise geral do Erro Relativo com os fatores hemicampo visual, tipo de estímulo, sexo e excentricidade.

Fator	g.l. ^a	F	p	η^2 parcial
HV	1,36	0,587	0,489	0,016
HV x Est	1,36	0,052	0,820	0,001
HV x Sexo	1,36	1,173	0,286	0,032
HV x Est x Sexo	1,36	0,671	0,418	0,018
Excentr	2,72	1,190	0,310	0,032
Excentr x Est	2,72	2,339	0,104	0,061
Excentr x Sexo	2,72	0,210	0,811	0,006
Excentr x Est x Sexo	2,72	0,020	0,980	0,001
HV x Excentr	1,631; 58,717	2,691	0,086	0,070
HV x Excentr x Est	1,631; 58,717	2,388	0,111	0,062
HV x Excentr x Sexo	1,631; 58,717	0,746	0,453	0,020
HV x Excentr x Est x Sexo	1,631; 58,717	0,796	0,433	0,022

Nota: HV = hemicampo visual; Est = tipo de estímulo; Excentr = excentricidade; g.l. = graus de liberdade. ^aO teste de Mauchly indicou que a esfericidade não pôde ser assumida em algumas condições. Então, foi utilizado o ϵ de Greenhouse-Geisser (ajustamento dos g.l.). Apesar disso, a ANOVA foi realizada por lidar bem com essas violações (Keppel, 1991).

Para os fatores *entre* participantes os resultados foram: Estímulos ($F(1,36) = 1,767$, $p = 0,192$, η^2 parcial = 0,047), Sexo ($F(1,36) = 1,193$, $p = 0,282$, η^2 parcial = 0,032) e interação Estímulos e Sexo ($F(1,36) = 0,275$, $p = 0,603$, η^2 parcial = 0,008).

1.2 Círculos

A hipótese de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) não foi satisfeita ($p < 0,05$) para estímulos a $2,5^\circ$ (CVE) e $7,5^\circ$ (CVD). Apesar disso, a ANOVA foi realizada por lidar bem com essas violações (Keppel, 1991). Já a esfericidade (teste de Mauchly) e homogeneidade das variâncias (teste de Levene) foram satisfeitas ($p > 0,05$).

Tabela B2

Resultados da análise do Erro Relativo (obtido dos pontos de igualdade subjetiva) para hemisampo visual, sexo e excentricidade nos círculos.

Fator	g.l.	F	p	η^2parcial
HV	1,18	0,509	0,485	0,028
HV x Sexo	1,18	1,860	0,189	0,094
Excentr	2,36	3,217	0,052	0,152
Excentr x Sexo	2,36	0,142	0,868	0,008
HV x Excentr	2,36	4,621	0,016*	0,204
HV x Excentr x Sexo	2,36	0,034	0,936	0,002

Nota: HV = hemisampo visual; Excentr = excentricidade; g.l. = graus de liberdade. Apesar disso, a ANOVA foi realizada por lidar bem com essas violações (Keppel, 1991).

*efeito significativo a 0,05

Para o fator Sexo, *entre* participantes, não houve diferença significativa ($F(1,18) = 0,825$, $p = 0,376$, η^2 parcial = 0,044).

1.2.1 Sexo e Hemisampo Visual separado

A tabela a seguir refere-se a ANOVA: (3 Excentricidades – $2,5^\circ$, 5° , $7,5^\circ$) X (2 Hemisampos Visuais – esquerdo e direito) para cada sexo e hemisampo visual.

Tabela B3

Resultados da análise do Erro Relativo de mulheres nos fatores hemicampo visual e excentricidade para os círculos

Fator	g.l.	F	p	η^2parcial
HV	1,18	4,476	0,063	0,332
Excentr	1,18	3,343	0,058	0,271
HV x Excentr	1,18	4,161	0,033*	0,316

Nota: HV = hemicampo visual; Excentr = excentricidade; g.l. = graus de liberdade. Apesar disso, a ANOVA foi realizada por lidar bem com essas violações (Keppel, 1991).

*efeito significativo a 0,05.

1.3 Elipses

A hipótese de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) não foi satisfeita para estímulos a 5° (CVD) e 7,5° (CVD) e na esfericidade (teste de Mauchly) para a interação Hemicampo Visual e Excentricidade ($p < 0,05$). Apesar disso, a ANOVA foi realizada por lidar bem com essas violações (Keppel, 1991). A homogeneidade das variâncias (teste de Levene) foi satisfeita ($p > 0,05$).

Tabela B4

Resultados da análise do Erro Relativo para hemicampo visual, sexo e excentricidade nas elipses

Fator	g.l.^a	F	p	η^2parcial
HV	1,18	0,140	0,712	0,008
HV x Sexo	1,18	0,034	0,856	0,002
Excentr	2,36	0,206	0,815	0,011
Excentr x Sexo	2,36	0,087	0,917	0,005
HV x Excentr	1,538;27686	0,479	0,575	0,026
HV x Excentr x Sexo	1,538;27686	1,500	0,240	0,077

Nota: HV = hemicampo visual; Excentr = excentricidade; g.l. = graus de liberdade. ^aO teste de Mauchly indicou que a esfericidade não pôde ser assumida em algumas condições. Então, foi utilizado o épsilon (ϵ) de Greenhouse-Geisser (ajustamento dos g.l.). Apesar disso, a ANOVA foi realizada por lidar bem com essas violações (Keppel, 1991).

Para o fator Sexo, *entre* participantes, não houve diferença significativa ($F(1,18) = 1,249$, $p = 0,278$, η^2 parcial = 0,065).

2 Coeficiente Angular (ANG)

2.1 Dois estímulos (círculos e elipses)

Uma ANOVA foi de modelo misto (*between-within*) foi realizada: 2 sexos (masculino e feminino) x 2 estímulos (círculo e elipse) x [3 excentricidades (2,5°, 5°, 7,5°) x 2 hemisférios (direito e esquerdo)]. Esfericidade (teste de Mauchly) não foi satisfeita para a Excentricidade. Entretanto, ao corrigir essas violações a ANOVA se tornou robusta para as análises (Dancey & Reidy, 2006; Keppel, 1991). A homogeneidade das variâncias foi satisfeita pelo teste de Levene ($p > 0,05$).

Tabela B5

Resultados da análise geral dos Coeficientes Angulares (sensibilidade discriminativa) para hemisfério visual, tipo de estímulo, sexo e excentricidade

Fator	g.l. ^a	F	p	η^2 parcial
HV	1,36	0,519	0,476	0,014
HV x Est	1,36	1,260	0,269	0,034
HV x Sexo	1,36	0,603	0,442	0,016
HV x Est x Sexo	1,36	1,223	0,276	0,033
Excentr	1,680; 60,488	6,503	0,004*	0,153
Excentr x Est	1,680; 60,488	0,099	0,874	0,003
Excentr x Sexo	1,680; 60,488	0,150	0,825	0,004
Excentr x Est x Sexo	1,680; 60,488	0,279	0,719	0,008
HV x Excentr	2,72	0,959	0,388	0,026
HV x Excentr x Est	2,72	0,088	0,916	0,002
HV x Excentr x Sexo	2,72	0,717	0,492	0,020
HV x Excentr x Est x Sexo	2,72	0,135	0,874	0,004

Nota: HV = hemisfério visual; Est = tipo de estímulo; Excentr = excentricidade; g.l. = graus de liberdade. ^aO teste de Mauchly indicou que a esfericidade não pôde ser assumida em algumas condições. Então, foi utilizado o épsilon (ϵ) de Greenhouse-Geisser (ajustamento dos g.l.). Apesar disso, a ANOVA foi realizada por lidar bem com essas violações (Keppel, 1991).

*efeito significativo a 0,005

Para os fatores *entre* participantes as diferenças foram significativas para Estímulos ($F(1,36) = 6,789$, $p = 0,013$, η^2 parcial = 0,159). Os outros fatores não apresentaram diferença significativa: Sexo ($F(1,36) = 3,407$, $p = 0,073$, η^2 parcial = 0,086) e interação Estímulos e Sexo ($F(1,36) = 1,685$, $p = 0,203$, η^2 parcial = 0,045).

2.2 Círculos

Uma ANOVA de modelo misto foi executada: 2 Sexos (masculino e feminino) x [(3 Excentricidades – 2,5°, 5°, 7,5°) x (2 Hemicampos Visuais – esquerdo e direito)]. A hipótese de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) não foi satisfeita para todas as condições e também a esfericidade (teste de Mauchly) ($p < 0,05$). Apesar disso, a ANOVA foi realizada por lidar bem com essas violações (Keppel, 1991). A homogeneidade das variâncias (teste de Levene) foi satisfeita ($p > 0,05$).

Tabela B6

Resultados da análise do Coeficiente Angular (ANG) para hemicampo visual, sexo e excentricidade nos círculos

Fator	g.l.^a	F	p	η^2parcial
HV	1,18	1,613	0,220	0,082
HV x Sexo	1,18	1,683	0,211	0,086
Excentr	1,427; 25,694	1,756	0,198	0,089
Excentr x Sexo	1,427; 25,694	0,011	0,967	0,001
HV x Excentr	1,392; 25,048	0,527	0,533	0,028
HV x Excentr x Sexo	1,392; 25,048	0,484	0,554	0,026

Nota: HV = hemicampo visual; Excentr = excentricidade; g.l. = graus de liberdade. ^aO teste de Mauchly indicou que a esfericidade não pôde ser assumida em algumas condições. Apesar disso, a ANOVA foi realizada por lidar bem com essas violações (Keppel, 1991).

Para o fator Sexo, *entre* participantes, não houve diferença significativa ($F(1,18) = 4,095$, $p = 0,058$, η^2 parcial = 0,185).

2.3 Elipses

A hipótese de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) não foi satisfeita para todas as condições e também a esfericidade (teste de Mauchly) ($p < 0,05$). Apesar disso, a ANOVA foi realizada por lidar bem com essas violações (Keppel, 1991). A homogeneidade das variâncias (teste de Levene) foi satisfeita ($p > 0,05$).

Tabela B7

Resultados da análise do Coeficiente Angular (ANG) para hemisfério visual, sexo e excentricidade nos elipses.

Fator	g.l.^a	F	p	η^2parcial
HV	1,18	0,085	0,773	0,005
HV x Sexo	1,18	0,057	0,814	0,003
Excentr	2,36	9,066	0,001*	0,335
Excentr x Sexo	2,36	0,976	0,386	0,051
HV x Excentr	1,327; 23,895	0,514	0,531	0,028
HV x Excentr x Sexo	1,327; 23,895	0,245	0,693	0,013

Nota: HV = hemisfério visual; Excentr = excentricidade; g.l. = graus de liberdade. ^aO teste de Mauchly indicou que a esfericidade não pôde ser assumida em algumas condições. Apesar disso, a ANOVA foi realizada por lidar bem com essas violações (Keppel, 1991).

*Efeito significativo a 0,05.

Para o fator Sexo, *entre* participantes, não houve diferença significativa ($F(1,18) = 0,189$, $p = 0,669$, η^2 parcial = 0,010).

REFERÊNCIAS

- Dancey, C. P., & Reidy, J. (2006). *Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows* (3rd ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Keppel, G. (1991). *Design and analysis: A researcher's handbook* (3rd ed.). Prentice-Hall, Inc.

APÊNDICE C – Análise exploratória com *eyetracker*

O autor desse trabalho realizou um doutorado sanduíche no país (*SWP* processo: 311765/2011-4) no Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento - LPNeC (<http://www.cchla.ufpb.br/lpnec/>), na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Nosso objetivo durante o período de estágio no LPNeC foi utilizar um *eyetracker* (rastreador de movimento ocular) em um experimento dividido em duas etapas. Na primeira, os estímulos (círculos) foram apresentados num fundo cinza e, na segunda, num fundo com gradiente de textura. O *eyetracker* permite, por exemplo, que se determine se ocorreram movimentos oculares, que podem induzir vieses nas respostas dos participantes.

Além desses objetivos, o estágio também serviu para estabelecer um intercâmbio científico entre os laboratórios do professor Dr. Natanael Antonio dos Santos (UFPB) e do professor Dr. Sérgio Sheiji Fukusima (USP). Durante o estágio o autor desse estudo realizou um experimento com *eyetracker*, o que colaborou na implementação final e utilização do equipamento em pesquisas científicas do laboratório, incluindo o auxílio num experimento para um doutorando do LPNeC. Também participou das reuniões semanais do LPNeC e colaborou na organização do III Curso e Conferências em Neurociências e Comportamento, realizado na UFPB. Por fim, cabe ressaltar que foi realizado um estudo mais completo do que o apresentado a seguir. Os dados foram coletados, mas não analisados devido a fatores externos. Além disso, a análise dos dados demandará uma programação em programas específicos que requerem um tempo que inviabiliza sua apresentação nesse estudo.

Eyetracker

Um *eyetracker* pode ser utilizado em pesquisas visuais para examinar a frequência, localização, duração e ordem das fixações do olhar do participante em uma imagem (ou vídeo). Em conjunto com outros programas é possível controlar a apresentação e a coleta de dados. Esse equipamento é amplamente utilizado em estudos de percepção visual e assimetria cerebral funcional (ACF), por exemplo, Jordan & Patching (2006). O *eyetracker* pode, por exemplo, determinar durante uma tarefa se o participante permanece com seu olhar no ponto de fixação antes da apresentação dos estímulos (Bourne, 2006; Patching & Jordan, 1998), garantindo assim que o julgamento foi realizado de acordo com as instruções e exigências para a tarefa.

O LPNeC conta com um desses equipamentos de rastreamento ocular em humanos, o *High-Speed Video Eyetracker Toolbox*, modelo de 250 Hz, produzido pela Cambridge Research Systems, Rochester, Kent, Inglaterra. Ele é um rastreador monocular para pesquisas oculomotoras. Esse *eyetracker* permite que se sincronize onde o participante olha numa imagem (ou várias), até mesmo vídeos, apresentados num monitor por meio de alguns programas. Ainda permite que se capture a frequência dinâmica do olho, medindo o movimento dos olhos, analisando as sacadas e diâmetro da pupila.

O *High Speed Video Eyetracker Toolbox* do LPNeC veio do fabricante para ser usado com o programa MATLAB 2009b para criação de experimentos e análise de dados. Com esse programa o pesquisador deve gerar, definir ou utilizar imagens prontas por suas propriedades matemáticas, valendo-se de uma linguagem de programação. O programa possui uma série de funções intrínsecas, mas o fabricante também fornece uma extensa biblioteca de funções (*toolboxes*) que podem ser adaptadas, por exemplo, para experimentos em psicofísica. Assim, todos os aspectos e funcionalidades do *eyetracker* podem ser acessados e controlados pelo MATLAB. Outros programas de interface mais amigável, como GazeTracker™, permitem o controle das funções do *eyetracker*, mas a um preço muito elevado.

O funcionamento do *High Speed Video Eyetracker Toolbox* é por meio de duas séries de diodos infravermelhos idênticos posicionados em lados opostos da câmera infravermelha. Cada diodo cria um ponto brilhante (imagem de Purkinje). O *eyetracker* então usa algoritmos para localizar a pupila e ambos os pontos brilhantes em tempo real. O algoritmo explora o tamanho, forma e intensidade relativa deles para aperfeiçoar a eficiência do rastreamento. O rastreamento é indicado pela superposição das elipses nos olhos (Figura C1).

Durante a visualização de uma cena é possível colocar a informação relevante na região da fóvea (alta acuidade visual na retina) responsável pelo processamento de detalhes (Guyton & Hall, 1997, 2006; Ruch & Fulton, 1960). Um *eyetracker*, como o do LPNeC, permite que se analise durante essa visualização para quais regiões do campo visual os olhos se movem, também a relação dessa direção do olhar e a saliência da imagem.

Um experimento com *eyetracker* pode verificar as regiões de interesse de uma imagem, bem como verificar se as instruções de uma tarefa foram seguidas. Pontos de fixação (como nos Experimentos I e II) são bastante utilizados para fixar o olhar do participante antes da apresentação breve de estímulos, servindo bem aos propósitos de pesquisas com a técnica do campo visual dividido (Bourne, 2006; Jordan & Patching, 2006). Mas sua eficiência pode ser aumentada com o uso de um *eyetracker*, que poderá garantir a precisão do olhar no ponto de fixação, mesmo com variação de excentricidade (Jordan & Patching, 2006).

Figura C1. Imagem do olho sendo rastreado. Os dois pontos brancos são causados pelos diodos infravermelhos. O círculo amarelo verifica o tamanho da pupila.

Além de apenas verificar se o participante desviou ou não o olhar da região do ponto de fixação, outros parâmetros podem ser analisados pelo *eyetracker*. Dois tipos de movimentos oculares são utilizados como parâmetros: fixações e movimentos sacádicos (sacadas). As fixações são uma estabilidade momentânea dos olhos sobre determinada região. Essa estabilidade é rápida (menos de 100 ms) para evitar a adaptação da retina, o que ocasionaria o desaparecimento da imagem. Além disso, os movimentos oculares estão relacionados a processos cognitivos (Henderson, Weeks, & Hollingworth, 1999; Salvucci & Goldberg, 2000; Tatler, Wade, Kwan, Findlay, & Velichkovsky, 2010; Yarbus, 1967).

Experimento

O experimento psicofísico realizado na FFCLRP informou sobre as propriedades sensoriais da percepção visual na apresentação em campo visual dividido para se investigar a ACF. Isso foi feito pela análise de dois parâmetros, um perceptual (pelo erro relativo) e outro de sensibilidade discriminativa (coeficiente angular – ANG). Nessas condições os estímulos foram apresentados por 100 ms. Estudos indicam que pela técnica do campo visual dividido os estímulos devem ser apresentados em menos de 180 ms, garantindo assim que a informação de cada hemisfério vá para a retina temporal do olho contralateral (Bourne, 2006; Sergent, 1982).

Por outro lado, um experimento com *eyetracker* fornece indícios que garantem se o participante seguiu as instruções, fixando-se no ponto de fixação antes da apresentação dos

estímulos. A seguir é descrito o experimento piloto que foi realizado e na sequência há uma análise qualitativa desse experimento.

Objetivo

Verificar por meio de um estudo exploratório se apenas instruções verbais seriam suficientes para fixar o olhar no ponto de fixação num tempo maior (1000 ms) que os do Experimento I e II (100 ms). Para isso foi realizado um experimento similar aos Experimentos I e II – apresentação de círculos a 2,5° para mulheres.

Método

Participantes

Cinco participantes (mulheres) nas mesmas condições do Experimento I. Todas maiores de 18 anos, com idade média de 21,8 anos ($EPM = 1,24$) e com acuidade visual normal ou corrigida. Quatro participantes eram destros ($IL > 40$) e uma canhota ($IL < -40$) (Oldfield, 1971). Essa participante canhota (participante 1 nas Figuras C3 e C3) foi incluída para fazer uma comparação com o desempenho das destros. Exceto por isso, os outros *critérios de inclusão e exclusão* apresentados para o Experimento I foram obedecidos.

Estímulos

Os estímulos foram círculos de 2,5° apresentados num fundo cinza (semelhante ao Experimento I) e num gradiente de textura (Experimento II). Assim como nos experimentos anteriores, houve sete variações do tamanho do círculo à esquerda e sete à direita (2,7°, 2,8°, 2,9°, 3°, 3,1°, 3,2° e 3,3°), com um círculo igual para cada hemisfério visual (3°). As telas com os estímulos já continham o ponto de fixação. Não foram utilizadas outras telas. Os estímulos foram apresentados pelo programa *videoEyetrace* (ver próxima sessão).

Equipamento

O experimento foi realizado num computador com sistema operacional Windows XP Professional, CPU Dell *Precision* T3500, com processador Intel (R) Xeon (R), memória RAM de 2.80 GHz, 2.00 GB. A placa de vídeo foi de W3530 2.80 GHz. Havia dois

monitores: 1) um para a visualização e controle do experimento pelo pesquisador; 2) outro para a apresentação dos estímulos. A resolução do monitor 1 (LCD) era de 1920 x 1080 px e monitor 2 (CRT) 1024 x 768 px, esse com taxa de atualização de 100 Hz.

Foi utilizado um vídeo *Eyetracker Mk1 High-Speed* com taxa de frequência de 250 Hz. O próprio equipamento possuiu um apoiador de queixo e foi mantida uma distância de 57 cm do monitor. O experimento foi realizado com o programa *videoEyetrace* (Cambridge Research Systems LTD). Com esse programa apresentamos os estímulos por 1 segundo (1000 ms) e não 100ms. O mesmo paradigma do Experimento I (fundo cinza) e II (gradiente de textura) foi utilizado em mulheres a 2,5°.

Procedimento

Cada um dos 14 pares de círculos foi apresentado apenas uma vez. Em sete vezes o círculo-padrão estava no CVE, em outras sete no CVD. Esses pares foram apresentados no fundo cinza e no gradiente de textura. Os pares de círculos foram apresentados numa ordem aleatória pré-estabelecida e a sessão foi contrabalanceada por tipo de fundo. Cada participante passou pelas duas condições de fundo (isso foi contrabalanceado entre as participantes). A sessão contou com a presença do pesquisador que controlava a apresentação pelo monitor 1. O ponto de fixação já estava incluído na imagem apresentada e as participantes foram instruídas a focar o ponto durante todo o tempo de apresentação da imagem. A participante deveria dizer qual círculo era o maior. A resposta foi dada levantando a mão esquerda quando o círculo no CVE era o maior e a mão direita, quando o círculo maior estava no CVD.

Análise dos dados

Os dados apresentados nesse Apêndice são as telas com a captura das imagens do rastreamento ocular realizado pelo programa *videoEyetrace*. Essas telas apresentam a direção do olhar das participantes durante todo o tempo de apresentação dos estímulos. Pelas imagens foi possível verificar se conseguiram manter o olhar na região do ponto de fixação por 1000 ms.

Resultados

A seguir são apresentadas as telas com o rastreamento ocular no fundo cinza e com gradiente para todas as participantes (Figuras C2 e C3, respectivamente). A participante 3 relatou uma grande dificuldade na tarefa. Conforme o experimento seguiu, ela disse que a dificuldade foi diminuindo.

A Figura C2 mostra que no fundo sem gradiente de textura (cinza) as participantes 1, 3, 4 e 5 em nenhuma condição fixaram seu olhar diretamente nos círculos, permanecendo na região do ponto de fixação. A participante 3 realizou mais movimentos em torno do ponto de fixação, o que pode estar relacionado a seu relato de dificuldade na tarefa. Já a participante 2 apenas em três condições realizou sacadas de um círculo ao outro.

Por outro lado, no fundo com gradiente de textura (Figura 3C) a dispersão das sacadas foi menor para todas as participantes. Mas a participante 3 ainda realizou uma maior dispersão das sacadas, porém com menor magnitude do que no fundo sem gradiente. A participante 1 (canhota) apresentou uma tendência em iniciar e manter as sacadas mais direcionadas para à esquerda do ponto de fixação (CVE).

Discussão

Esse experimento teve como objetivo verificar se instruções verbais poderiam fazer com que as participantes fixassem seu olhar no ponto de fixação numa tarefa similar aos Experimentos I e II. Para isso foi utilizado um tempo de 1000 ms. A análise das figuras para ambos os fundos (sem e com gradiente de textura) mostra que, mesmo num tempo maior que os dos Experimentos I e II, é possível manter o direcionamento do olhar na maioria das imagens apresentadas.

Esses resultados sugerem que as instruções para manter o olhar no ponto de fixação podem ser suficientes, dentro de certas condições, para que os participantes mantenham o olhar onde lhes é indicado. Apesar de outros estudos indicarem que o uso de *eyetracker* é necessário para se assegurar onde o participante fixa seu olhar em tarefas com palavras em cada hemisfério visual (Jordan, Patching, & Milner, 1998), a ausência dele não necessariamente invalida os resultados obtidos em nosso estudo com a técnica do campo visual dividido. Acreditamos que a causa disso seja a diferença entre os estímulos. Nossos estímulos são formas simples que não precisam de processamento cognitivo altamente complexo.

A técnica do campo visual dividido faz com que recursos sensoriais e cognitivos sejam divididos entre os hemisférios visuais. Somado a isso, instruções para se fixar o olhar em determinado ponto do campo visual junto com a variação das características do ponto de fixação, como a cor, podem ser suficientes para assegurar que o olhar do participante fique em determinada região em boa parte dos julgamentos (Jordan & Patching, 2006).

Dessa forma, uma análise com *eyetracker* se mostra mais interessante do que apenas averiguar se o participante fixou ou não seu olhar em determinada região. Assim, ele é uma ferramenta que permite obter outros parâmetros e realizar análises mais abrangentes sobre a estratégia visual durante a realização da tarefa, como: onde ocorre a primeira fixação do olhar, qual a direção da fixação seguinte (CVE ou CVD), por quanto tempo se fixa o olhar, se o gradiente de textura diminui a quantidade de sacadas ou aumenta o tempo de fixação do olhar e etc.

Esse experimento foi um complemento, e não uma replicação dos Experimentos I e II, para verificar se o delineamento experimental adotado foi adequado para os objetivos da pesquisa. Os resultados apresentados mostram que a técnica do campo visual dividido foi adequada. Com isso é possível ter mais confiança sobre as conclusões baseadas no funcionamento dos hemisférios cerebrais. Ainda, pela associação da técnica com o método dos estímulos constantes, é possível que a quantidade de repetições das apresentações dos estímulos tenha dirimido os vieses nas repostas dos participantes.

Figura C2. Imagens do rastreamento ocular no fundo sem gradiente de textura (cinza).

Figura C3. Imagens do rastreamento ocular no fundo com gradiente de textura.

REFERÊNCIAS

- Bourne, V. J. (2006). The divided visual field paradigm: methodological considerations. *Laterality*, 11(4), 373–93.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (1997). O Olho: I. Óptica da Visão. *Tratado de Fisiologia Médica* (9th ed., pp. 466–476). Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Ltd.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2006). O Olho: I. Óptica da Visão. *Tratado de Fisiologia Médica* (11th ed., pp. 613–625). Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Ltd.
- Henderson, J. M., Weeks, P. A., & Hollingworth, A. (1999). The effects of semantic consistency on eye movements during scene viewing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 25, 210–228.
- Jordan, T. R., & Patching, G. R. (2006). Assessing effects of fixation demands on perception of lateralized words: A visual window technique for studying hemispheric asymmetry. *Neuropsychologia*, 44(5), 686–92.
- Jordan, T. R., Patching, G. R., & Milner, A. D. (1998). Central fixations are inadequately controlled by instructions alone: Implications for studying cerebral asymmetry. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, (2), 371–392.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97–113.
- Patching, G. R., & Jordan, T. R. (1998). Increasing the benefits of eye-tracking devices in divided visual field studies of cerebral asymmetry. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 30(4), 643–650.
- Ruch, T. C., & Fulton, J. F. (1960). *Medical physiology and biophysics*. Philadelphia, PA: W. B. Saunders Company.
- Salvucci, D. D., & Goldberg, J. H. (2000). Identifying fixations and saccades in eye tracking protocols. *Proceedings of the 2000 symposium on Eye tracking research & application* (pp. 71–78). Palm Beach Gardens, FL.
- Sergent, J. (1982). Theoretical and methodological consequences of variations in exposure duration in visual laterality studies. *Perception & Psychophysics*, 31(5), 451–461.
- Tatler, B. W., Wade, N. J., Kwan, H., Findlay, J. M., & Velichkovsky, B. M. (2010). Yarbus, eye movements, and vision. *i-Perception*, 1(1), 7.
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye movements and Vision*. New York, NY: Plenum Press.

APÊNDICE D – Modelo alternativo de análise dos dados

Correlação e Regressão

Tradicionalmente os estudos em ACF utilizam ANOVAs, testes t e χ^2 para verificar se há diferenças nas médias dos hemisférios visuais. Em nosso estudo realizamos ANOVAs e testes t. Essas análises se baseiam na média e podem não ter sido suficiente para indicar assimetrias no erro relativo devido à variabilidade entre os participantes.

Nossos dados mostraram que os participantes apresentaram algum padrão de ACF dentro dos hemisférios visuais nas três excentricidades, superestimando (erro relativo positivo) o CVE ou o CVD. Porém, essa distribuição de assimetria foi heterogênea e alguns participantes apresentaram um padrão diferente também entre as condições de excentricidade. Aqui apresentamos uma análise alternativa para estudos em ACF. Para isso realizamos apenas nos erros relativos uma correlação para verificar se houve uma relação entre as variáveis. Também apresentamos os diagramas de dispersão com as retas e equações de regressão para as condições.

A análise dos dois estímulos (círculos e elipses) mostrou correlações negativas e fortes nas excentricidades 2,5° ($r = -0,864$, $p < 0,001$), 5° ($r = -0,845$, $p < 0,001$) e 7,5° ($r = -0,874$, $p < 0,001$). Separando a análise entre os sexos, as correlações também foram negativas e fortes em todas as excentricidades, para os homens: 2,5° ($r = -0,878$, $p < 0,001$), 5° ($r = -0,832$, $p < 0,001$) e 7,5° ($r = -0,911$, $p < 0,001$); e também para mulheres: 2,5° ($r = -0,848$, $p < 0,001$), 5° ($r = -0,861$, $p < 0,001$) e 7,5° ($r = -0,787$, $p < 0,001$). Na Figura D1 são apresentados os diagramas de dispersão com as retas e equações de regressão:

As correlações também foram negativas e fortes para os círculos a 2,5° ($r = -0,866$, $p < 0,001$), 5° ($r = -0,847$, $p < 0,001$) e 7,5° ($r = -0,888$, $p < 0,001$). Por sexo também foram negativas e fortes, para homens a 2,5° ($r = -0,873$, $p < 0,001$), 5° ($r = -0,837$, $p < 0,003$) e 7,5° ($r = -0,965$, $p < 0,001$). Para as mulheres a 2,5° ($r = -0,827$, $p < 0,003$), 5° ($r = -0,859$, $p < 0,001$) e 7,5° ($r = -0,744$, $p < 0,014$). Na Figura D2 são apresentados os diagramas de dispersão com as retas e equações de regressão para os círculos:

Análise de Regressão para Círculos e Elipses

Geral

Homem

Mulher

Figura D1. Análise de Regressão para os dois estímulos (círculos e elipses). Na coluna da esquerda está a análise geral, na coluna do meio a análise para os homens e na coluna da direita, das mulheres.

Análise de Regressão para Círculos

Geral

Homem

Mulher

Figura D2. Análise de Regressão para Círculos. Na coluna da esquerda está a análise geral, na coluna do meio a análise para os homens e na coluna da direita, das mulheres..

As correlações também foram negativas e fortes para as elipses a 2,5° ($r = -0,848$, $p < 0,001$), 5° ($r = -0,875$, $p < 0,001$) e 7,5° ($r = -0,880$, $p < 0,001$). Por sexo também foram

negativas e fortes, para homens a $2,5^\circ$ ($r = -0,899$, $p = 0,001$), 5° ($r = -0,846$, $p = 0,002$) e $7,5^\circ$ ($r = -0,889$, $p = 0,001$). Para as mulheres a $2,5^\circ$ ($r = -0,824$, $p = 0,003$), 5° ($r = -0,884$, $p = 0,001$) e $7,5^\circ$ ($r = -0,889$, $p = 0,001$). Na Figura D3 são apresentados os diagramas de dispersão com as retas e equações de regressão para as elipses.

Figura D3. Análise de Regressão para Elipses. Na coluna da esquerda está a análise geral, na coluna do meio a análise para os homens e na coluna da direita, das mulheres.

Para o Experimento II não houve correlação significativa ($r = -0,294$, $p = 0,410$). Isso corrobora a falta de efeito no gradiente de textura observada com os testes t.

Além da correlação e análise de regressão

Pelas Figuras D1, D2 e D3 é possível notar que a maioria dos valores dos erros relativos não ultrapassou os 3%. Dessa forma, esses valores estão dentro da região do limiar sensorial de discriminação. Mas aqui apresentamos como seria a continuação de nossa análise, caso os valores estivessem acima desse limiar. Na Figura D4 as faixas do limiar estão marcadas pelas linhas pontilhadas.

Figura D4. Diagrama de dispersão com reta e equação de regressão para Elipses a 2,5° de excentricidade. As linhas tracejadas representam o limiar sensorial de discriminação.

Se tivéssemos vários pontos fora da faixa do limiar sensorial, poderíamos contar a frequência dos valores acima e abaixo das linhas pontilhadas. A partir disso poderia ser realizado um teste χ^2 para verificar se a distribuição dessas frequências apresentaria uma diferença significativa entre si. Isso seria realizado para todas as condições.

Discussão

Esse apêndice foi feito com o objetivo de verificar se a ACF poderia ser mostrada com outro tipo de análise. Nossos dados mostraram um padrão heterogêneo para a ACF. Apesar da consistência e das fortes correlações encontradas, nosso efeito de assimetria perceptual é limitado. O valor mínimo de nosso erro relativo foi de aproximadamente 0,004 e máximo de -8,523, mas em geral as médias dos erros relativos não foram maiores que 1%. Esses valores estão dentro da região do limiar sensorial para discriminação, que gira em torno de 3%.

Dessa forma, o efeito perceptual em nossa tarefa foi de pequena magnitude e se encontra dentro do limiar sensorial. Apesar das correlações indicarem uma forte associação entre os estímulos nos hemisférios visuais, esses resultados vão de acordo com as ANOVAs realizadas. Esse resultado indica que o efeito de superestimação do CVE é controlado por diversos fatores, como características dos estímulos e depende da tarefa.

A partir dos resultados da análise apresentada aqui, concluímos que: a) os participantes apresentam assimetrias perceptuais nas diferentes excentricidades; b) os estímulos provocaram assimetria em conjunto e em separado; c) homens e mulheres

apresentam assimetrias, d) apesar das assimetrias mostradas pelas correlações, elas não se refletiram em distorções perceptuais e, e) assim como nos testes t, também não houve efeito significativo para as correlações no gradiente de textura.

Apesar de outros estudos indicarem uma superestimação do CVE/HD, nossas análises com a ANOVA não obtiveram efeito significativo em todas as condições e as correlações indicaram que o sentido das superestimações não é no mesmo sentido em todos os participantes. Esses resultados também mostram que, pelo menos para estímulos discretos, o efeito de superestimação do CVE/HD não é universal.

ANEXOS

ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Gostaria de convidá-lo (a) a participar da minha pesquisa de doutorado. O objetivo da pesquisa é investigar se as pessoas se diferem ao comparar tamanhos de estímulos apresentados no campo visual direito e esquerdo. Essa tarefa permitirá investigar se os hemisférios cerebrais direito e esquerdo tanto de homens quanto de mulheres são diferentes para processar informações visuais.

Os requisitos para que você participe desta pesquisa são: ter boa acuidade visual e ser destro. Então antes de participar do experimento você deverá realizar um teste de acuidade visual e responder a um questionário com o objetivo de definir seu grau de destreza manual.

Caso você apresente acuidade visual insuficiente, talvez seja necessário procurar assistência médica. Apesar deste teste não ter validade médica, ele infere algo sobre o seu grau de acuidade visual.

Se preencher os requisitos, você estará apto a participar como voluntário desta pesquisa. A tarefa é bem simples: serão apresentados dois objetos na tela de um computador e você terá que julgar qual deles é o maior, pressionando a tecla correspondente.

Este experimento apresenta riscos mínimos a sua saúde física e mental. Caso você apresente algum

problema de saúde como: hipertensão, fobia a lugares escuros e/ou fechados, algum tipo de convulsão, taquicardia, pressão alta e etc., e não queira participar desta pesquisa, sinta-se à vontade em recusar, sendo que não é necessário explicitar o motivo de sua recusa.

A sessão experimental tem uma duração aproximada de 30 minutos e ocorre numa sala experimental com as luzes apagadas. As dimensões desta sala são aproximadamente: 3m de comprimento, 1,80m de largura. É muito importante que você conclua a sessão, mas se julgar necessário poderá interrompê-la ou encerrá-la a qualquer momento do experimento, sem qualquer tipo de prejuízo para você.

Os dados desta pesquisa serão divulgados em reuniões e publicações científicas, e as identidades de todos os participantes serão mantidas em total sigilo.

Caso não se sinta esclarecido sobre o termo ou alguma etapa do experimento, você pode pedir maiores informações a qualquer momento, dirigindo-se ao pesquisador.

Este termo de consentimento foi elaborado em duas vias, uma será entregue a você e a outra será arquivada pelo pesquisador.

Declaro estar ciente das informações acima e desejo participar voluntariamente da pesquisa.

Nome do (a) participante: _____

Assinatura do participante: _____

Endereço: _____

Data e local: ____/____/____. _____

Nome do Pesquisador: Bruno Marinho de Sousa

Assinatura do pesquisador: _____

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Sheiji Fukushima

Assinatura do orientador: _____

Endereço: Av. Bandeirantes, 3900. Bairro: Monte Alegre. CEP: 14.040-901. Ribeirão Preto-SP
Universidade de São Paulo - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras.
Departamento de Psicologia e Educação. Programa de pós-graduação em Psicobiologia.
Telefones: (16) 3602-3729/3602-4448/3602-3873.

ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP

Of.CEtP/FFCLRP-USP/065/-dltm

Ribeirão Preto, 02 de dezembro de 2010

Senhor Pesquisador,

Comunicamos a V. Sa. que o trabalho intitulado "**A EXCENTRICIDADE NO CAMPO VISUAL E A ASSIMETRIA HEMISFÉRICA NOS TAMANHOS PERCEBIDOS EM GRADIENTES DE TEXTURA**", foi reanalisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP-USP e enquadrado na categoria: **APROVADO**, de acordo com o Processo CEP-FFCLRP nº 510/2010 – 2010.1.1108.59.1.

Atenciosamente,

Profa. Dra. ANA RAQUEL LUCATO CIANFLONE
Coordenadora

Ilustríssimo Senhor
Bruno Marinho de Sousa
Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia da FFCLRP USP

Com cópia para orientador
Prof. Dr. Sérgio Sheiji Fukusima
Professor Doutor de Psicologia e Educação da FFCLRP USP

ANEXO C - Inventário de Dominância Manual de Edimburgo

Nome: _____

Data de Nascimento: _____

Sexo: _____

Por favor, indique sua preferência no uso das mãos nas seguintes atividades colocando o sinal + na coluna apropriada. Onde a preferência é tão forte que você nunca usaria a outra mão a menos que fosse forçado a usá-la, coloque ++. Se em algum caso a mão utilizada é realmente indiferente, coloque + em ambas as colunas.

Algumas das atividades requerem as duas mãos. Nestes casos a parte da tarefa, ou objeto, para a qual a preferência manual é solicitada é indicada entre parênteses. Por favor, tente responder todas as questões, e somente deixe em branco se você não tiver qualquer experiência com o objeto ou tarefa.

Você já teve alguma tendência a ser canhoto? Sim ____ Não ____

		<i>Esquerda</i>	<i>Direita</i>
1	Escrever		
2	Desenhar		
3	Arremessar		
4	Uso de tesouras		
5	Escovar os dentes		
6	Uso de faca (sem garfo)		
7	Uso de colher		
8	Uso de vassoura (mão superior)		
9	Acender um fósforo (mão do fósforo)		
10	Abrir uma caixa (mão da tampa)		
11	Uso de pente		
12	Uso de martelo		
13	Uso de chave de fenda		
14	Distribuir cartas (carta sendo distribuída)		
15	Colocar linha no buraco da agulha (linha ou agulha de acordo com qual delas é movimentada)		
16	Qual olho você usa quando está usando apenas um?		