UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOBIOLOGIA

ASSIMETRIA CEREBRAL NA PERCEPÇÃO DE EXPRESSÕES FACIAIS DE VALÊNCIA POSITIVA E NEGATIVA

Nelson Torro Alves

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

Ribeirão Preto - SP
2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOBIOLOGIA

ASSIMETRIA CEREBRAL NA PERCEPÇÃO DE EXPRESSÕES FACIAIS DE VALÊNCIA POSITIVA E NEGATIVA

Nelson Torro Alves

Orientador: Sérgio Sheiji Fukusima

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

Ribeirão Preto - SP
2008

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial da presente obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Ficha Catalográfica

Alves, Nelson Torro

Assimetria cerebral na percepção de expressões faciais de valência positiva e negativa. Ribeirão Preto, 2008. 146 p. : il.; 30cm

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

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Sheiji Fukusima

1. Expressões faciais
2. Assimetria cerebral
3. Emoção

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nelson Torro Alves

Assimetria cerebral na percepção de expressões faciais de valência positiva e negativa

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

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Sérgio Sheiji Fukusima (Orientador)

Instituição: FFCLRP - Universidade de São Paulo. Assinatura:_____

Prof. Dr. José Aparecido da Silva

Instituição: FFCLRP - Universidade de São Paulo. Assinatura:_____

Prof. Dra. Cristina Marta Del-Ben

Instituição: FMRP - Universidade de São Paulo. Assinatura:_____

Prof. Dr. Norberto Cysne Coimbra

Instituição: FFCLRP - Universidade de São Paulo. Assinatura:_____

Prof. Dr. Jesus Landeira-Fernandez

Instituição: Pontifícia Universidade Católica - RJ. Assinatura:_____

Para Simone, com todo o meu amor.

AGRADECIMENTOS

Ao meu professor e orientador Sérgio Sheiji Fukusima, por todo o apoio, estímulo e atenção que me ofereceu ao longo dos anos da pós-graduação.

Ao professor Antonio Aznar Casanova, por haver me recebido durante o período do Doutorado Sandwich e fornecido as melhores condições de trabalho na Universidade de Barcelona

Aos professores Silvio Morato de Carvalho, Cristina Marta Del-Ben e Norberto Cysne Coimbra, por suas valiosas sugestões no exame de qualificação, que me ajudaram a aprimorar a qualidade do trabalho.

Aos colegas do laboratório de Psicofísica e Percepção, que foram sempre atenciosos e prestativos ao longo desse tempo, Ana Irene, Luciana Maria, Lina Maria, Leonardo, Bruno, Amélia, Kátia Maria, Patrícia, Adriana, Joseane, Junior, Carlo e Mikael.

Aos colegas da Universidade de Barcelona, Hans Super, Matthias Keil, Antoní Rodriguez e Estela Càmara, pela ajuda no desenvolvimento do trabalho.

Ao técnico Igor, por sua importante assessoria com os computadores e outros problemas de ordem prática do laboratório.

As secretárias Renata Vicentini, Regina Teles e Maria Inês Joaquim, pela sua atenção e disposição em atender minhas solicitações na pós-graduação.

Ao amigo João Paulo, por sua prestimosa assessoria nos assuntos da língua inglesa e sua disposição em revisar meus textos e artigos.

Aos amigos Ildebrando, Graziela, Carlos, Thaís, Mônica, Rômulo, Alex, Caio, Toichiro e Boi pela ajuda nos mais diversos níveis.

Ao CNPq, pelas bolsas concedidas para a realização do Doutorado no Brasil e no exterior.

Aos meus familiares e amigos, que muito me apoiaram ao longo desse período: Tia Neuza, Tio Zé, Taís, Maisa, Marcel, Tio Luiz, Ângela, Tia Lisa, Tia Ivone, Dona Beth e Seu Luíz, Juliana, Tia Nair e Seu Frederico, Tia Zeca e Wanderley, Gustavo e Gisele.

Ao meu irmão Leandro, por sua amizade e importante apoio no Brasil e no exterior.

Aos meus pais, Nelson e Betty, pelo amor e a atenção que sempre me dedicaram ao longo da vida.

Eigentlich weiss man nur wenn man wenig weiss;
mit dem Wissen wachst des Zweifel.

Conhecemos com precisão somente quando sabemos pouco,
com o conhecimento, a dúvida aumenta.

Johann Wolfgang Von Goethe

RESUMO

ALVES, N. T. Assimetria cerebral na percepção de expressões faciais de valência positiva e negativa. 2008. 146 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

A técnica de campo visual dividido foi utilizada na análise dos padrões de assimetria cerebral para a percepção de expressões faciais de valência positiva e negativa. Oitenta universitários destros (65 mulheres, 15 homens) foram distribuídos em cinco grupos experimentais com o objetivo de se investigar separadamente a percepção de expressões de alegria, medo, surpresa, tristeza e da face neutra. Em cada apresentação de estímulo, uma face alvo e uma face distratora eram apresentadas à direita ou à esquerda de um ponto de fixação localizado no centro da tela do computador. O tempo de apresentação dos estímulos foi de 150 ms e os participantes tiveram que determinar o lado (esquerdo ou direito) em que havia sido apresentada a face alvo, utilizando um mouse para responderem aos estímulos. As análises estatísticas de tempo de reação e erros de julgamento indicaram não haver diferenças entre o desempenho de homens e mulheres na tarefa experimental. Expressões faciais de alegria e medo foram identificadas mais rapidamente quando apresentadas no campo visual esquerdo, indicando uma possível vantagem do hemisfério direito na percepção destas emoções. Menores tempos de reação e erros de julgamento foram observados para as condições de pareamento em que faces emocionais foram apresentadas no campo visual esquerdo e faces neutras no campo visual direito. A análise dos pareamentos entre faces indicou que faces neutras e de alegria são percebidas mais rapidamente e com maior acerto que faces de medo e tristeza. Embora não tenha havido uma vantagem do hemisfério direito para a percepção de todas as expressões faciais, os resultados deste estudo tendem a concordar com a hipótese do hemisfério direito para o processamento emocional.

Palavras-chave: assimetria cerebral, expressões faciais, emoção, percepção de faces, lateralidade, valência.

ABSTRACT

ALVES, N. T. Brain asymmetry in perception of positive and negative facial expressions. 2008. 146 f. Thesis (Doctoral) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

The divided visual field technique was used to analize the patterns of brain asymmetry in the perception of positive and negative facial expressions. Eighty undergraduate students (65 female, 15 male) were distributed in five experimental groups in order to investigate separately the perception of expressions of happiness, surprise, fear, sadness, and neutral. In each trial, a target and a distractor expression were presented in a computer screen during 150 ms and participants had to determine the side (left or right) on which the target expression was presented using a mouse to respond to the stimuli. Time reaction and judgment errors analysis showed no differences between men and women's performance in experimental task. Results indicated that expressions of happiness and fear were identified faster when presented on the left visual field, suggesting an advantage of the right hemisphere in the perception of these expressions. Fewer judgment errors and faster reaction times were observed for the matching condition in which emotional faces were presented on the left visual field and neutral faces on the right visual field. Analysis of the pairs of faces indicated that neutral and happy faces were perceived faster and more accurately than faces of fear and happiness. Although an advantage of the right hemisphere was not occurred for the perception of all expressions, results tend to support the right hemisphere hypothesis for emotional processing.

Keywords: brain asymmetry, facial expressions, emotion, face perception, laterality, valence.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. O modelo ilustra como faces são processadas em uma rota subcortical (envolvendo o colículo superior, pulvinar e a amígdala) e uma rota cortical. A rota subcortical modula o processamento nas estruturas que são alimentadas pela via cortical e estão envolvidos com a identificação da face (giro fusiforme e giro occipital inferior), expressões faciais (amígdala, córtex orbito-frontal, sensório-motor) e direção do olhar (sulco temporal superior). 26

Figura 2. Representação do sistema visual. Pode-se observar que a hemiretina temporal projeta a imagem no córtex visual ipsilateral, enquanto a hemiretina nasal a projeta no córtex visual contralateral. Desta maneira, estímulos apresentados no campo visual direito têm acesso inicial ao hemisfério esquerdo e estímulos apresentados no campo visual esquerdo são inicialmente processados pelo hemisfério direito. 34

Figura 3. Pareamentos da face de alegria com as expressões de medo, "neutra", surpresa e tristeza à direita e à esquerda do ponto de fixação. 43

Figura 4. Dimensões dos estímulos utilizados no experimento..... 45

Figura 5. Esquema de apresentação de estímulos no experimento. 47

Figura 6. Médias e erros padrão dos tempos de reação para a percepção da face alvo em função do campo visual de apresentação (a) e gênero da face (b). Cada face alvo definiu um dos cinco grupos experimentais do estudo. 51

Figura 7. Médias e erros padrão dos tempos de reação e erros de julgamento para os pareamentos entre as faces alvo e distratora nos cinco grupos experimentais.....54

Figura 8. Médias dos erros de julgamento e erro padrão para a percepção da face alvo em função do campo visual de apresentação (a) e gênero da face (b). Cada face alvo definiu um dos cinco grupos experimentais realizados neste estudo. 57

Figura 9. Médias dos tempos de reação (a) e erros de julgamento (b) com os respectivos erros padrão para os pareamentos realizados entre a face de alegria e as faces de medo, neutra, surpresa e tristeza. Em metade dos pareamentos, alegria era tratada como face alvo e, na outra metade, como face distratora..... 60

Figura 10. Médias dos tempos de reação (a) e erros de julgamento (b) com os respectivos erros padrão para os pareamentos realizados entre a face de medo e as faces de alegria, neutra, surpresa e tristeza. Em metade dos pareamentos, medo era tratado como face alvo e, na outra metade, como face distratora. 61

Figura 11. Médias dos tempos de reação (a) e erros de julgamento (b) com os respectivos erros padrão para os pareamentos realizados entre a face neutra e as faces de alegria, medo, surpresa e tristeza. Em metade dos pareamentos, a face neutra era tratada como alvo e, na outra metade, como face distratora. 62

Figura 12. Médias dos tempos de reação (a) e erros de julgamento (b) com os respectivos erros padrão para os pareamentos realizados entre a face de surpresa e as faces de alegria, medo, neutra e tristeza. Em metade dos pareamentos, surpresa era tratada como face alvo e, na outra metade, como face distratora. 63

Figura 13. Médias dos tempos de reação (a) e erros de julgamento (b) com os respectivos erros padrão para os pareamentos realizados entre a face de tristeza e as faces de alegria, medo, neutra e surpresa. Em metade dos pareamentos, tristeza era tratada como face alvo e, na outra metade, como face distratora. 64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Pareamentos entre as faces alvo e distratora em cada um dos grupos experimentais. Durante o experimento, a face alvo podia ser apresentada à esquerda ou à direita do ponto de fixação, sempre pareada contralateralmente pela face distratora. 44

Sumário

1 INTRODUÇÃO **15**
1.1 A PERCEPÇÃO DE EXPRESSÕES FACIAIS – ESTUDOS INICIAIS **16**
1.2 ESTRUTURAS CEREBRAIS ASSOCIADAS AO PROCESSAMENTO DE FACES E EXPRESSÕES FACIAIS **20**
1.3 AS HIPÓTESES DA ASSIMETRIA CEREBRAL NO PROCESSAMENTO DAS EMOÇÕES E EXPRESSÕES FACIAIS **26**
1.4 MÉTODOS DE ESTUDO DA ASSIMETRIA CEREBRAL **32**
2 EXPERIMENTO **39**
2.1 OBJETIVO **40**
2.2 MÉTODO **40**
2.2.1 Participantes **40**
2.2.2 Material e equipamento **41**
2.2.3 Procedimento **45**
2.3 RESULTADOS **48**
2.3.1 Análise do tempo de reação **49**
2.3.2 Análise dos erros de julgamento **55**
2.3.3 Análise dos pareamentos alvo-distrator **58**
2.4 DISCUSSÃO **65**
3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO **73**
4 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS SOBRE A TÉCNICA DE CAMPO VISUAL DIVIDIDO **76**
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS **80**
6 REFERÊNCIAS **84**
7 ANEXOS **100**
ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética da FFCLRP - USP **101**
ANEXO B - Normas do Comitê de Ética da Universidade de Barcelona **102**
ANEXO C - Fotografias utilizadas na composição dos estímulos do experimento **105**
ANEXO D - Inventário de Edinburgh **110**
8 APÊNDICES **111**
APÊNDICE A - Instruções Experimentais **112**
APÊNDICE B - Artigo apresentado do exame de qualificação e submetido para publicação na revista *Laterality - Asymmetries of Body, Brain and Cognition*. **113**
APÊNDICE C - Artigo de revisão aceito para publicação na revista *Psychology and Neuroscience* **133**

1 INTRODUÇÃO

1.1 A PERCEPÇÃO DE EXPRESSÕES FACIAIS – ESTUDOS INICIAIS

A percepção de expressões faciais desempenha um importante papel na apreciação de nosso ambiente físico e social, sendo crucial no desenvolvimento e na regulação dos relacionamentos interpessoais (EKMAN, 1999a). Dificuldades na percepção ou na expressão de emoções faciais freqüentemente comprometem a adaptação social do indivíduo. Sabe-se, por exemplo, que pessoas acometidas pela Síndrome de Mobius, um raro tipo de paralisia facial, são incapazes de produzir expressões faciais e provavelmente por essa razão têm grande dificuldade em estabelecer relacionamentos interpessoais duradouros. Analogamente, verifica-se que pacientes vitimados por derrame cerebral, e que se tornam incapazes de adicionar entonação emocional à fala, apresentam as mesmas dificuldades de relacionamento (EKMAN, 1999b).

O interesse em se compreender os sinais transmitidos pela face humana é bastante antigo. O filósofo grego Aristóteles (384 AC - 322 AC), por exemplo, descreveu em seus estudos sobre fisionomia o modo como o temperamento e os estados subjetivos do indivíduo podiam ser deduzidos à partir de características exteriores, como o formato do rosto, o formato da cabeça e as expressões faciais. Em 1586, Giambattista Della Porta (1542 - 1597) publicou o tratado “De humana Physiognomia”, em que afirmava que o caráter de um indivíduo podia ser acessado por meio de comparações na aparência entre os seres humanos e os outros animais.

Uma abordagem científica de estudo da face humana, no entanto, somente veio a ocorrer em um período mais recente. Em 1844, Sir Charles Bell, em seu trabalho “A anatomia e filosofia da expressão”, fez uma análise minuciosa dos músculos faciais e das expressões. Seu livro tinha por propósito auxiliar desenhistas no desenvolvimento

de seu trabalho, entretanto, a qualidade das análises anatômicas feitas por Charles Bell permitiu um importante avanço na compreensão dos mecanismos fisiológicos relacionados com a produção das expressões faciais.

Ainda no século XIX, Duchenne de Bologne, contribuiu de forma significativa para o conhecimento das expressões faciais ao realizar um estudo com um paciente que havia perdido a sensibilidade e os movimentos faciais. Duchenne (1862) verificou que, ao aplicar pequenas correntes elétricas na face de seu paciente, podia movimentar os músculos faciais independentemente. Tal investigação trouxe esclarecimentos sobre o modo como as expressões faciais são produzidas. Duchenne verificou, por exemplo, que o sorriso verdadeiro requer a contração de dois músculos faciais; o zigomático maior, que repuxa os cantos da boca, e o orbicular, que comprime a região dos olhos. No sorriso social, ocorre apenas a contração do zigomático maior, o que torna possível a sua discriminação do sorriso real. Esta diferença entre sorrisos, como verificou Duchenne um pouco mais adiante, deve-se ao fato que o músculo orbicular não está sujeito a um controle voluntário.

Estes dois últimos autores, Sir Charles Bell e Duchenne de Bologne, vieram a influenciar profundamente Charles Darwin em sua obra “A expressão das emoções no homem e nos animais” (1872), na qual lidou com a origem e o significado das expressões faciais.

Um dos aspectos interessantes do texto de Darwin é sua defesa em favor da hipótese da universalidade das expressões faciais. De acordo com esta, determinadas emoções seriam expressas e percebidas de uma mesma maneira em todo o mundo, independentemente de diferenças culturais e sociais.

A hipótese da universalidade já havia sido postulada anteriormente por diferentes estudiosos e filósofos, entretanto, Darwin atribuiu um novo sentido às

expressões faciais ao relacioná-las com a teoria da evolução. De acordo com sua concepção, as expressões faciais humanas teriam se originado em estágios evolucionários mais primitivos, se modificando ao longo da evolução de acordo com os princípios da seleção natural. A continuidade da expressão do comportamento nas espécies discordava de uma das principais idéias dominantes da época, segundo a qual cada espécie teria sido criada com um repertório específico de comportamentos.

Darwin estabeleceu três princípios relacionados à origem dos atos expressivos. O primeiro deles estaria ligado ao "serviço", no qual uma ação que acompanha um ato biológico seria habitualmente associada às emoções que a acompanham, tal como, por exemplo, ocorre com os movimentos faciais que acompanham a regurgitação de alimentos desagradáveis. Por esta razão, a expressão facial de nojo se associaria inicialmente a repulsa alimentar e, em um segundo momento, aos sentimentos de repulsa em geral.

O segundo princípio de Darwin é conhecido como "Antítese". Quando determinados movimentos ou fenômenos biológicos acompanham uma emoção, existe uma tendência para que atos expressivos opostos acompanhem uma emoção oposta. Assim, por exemplo, os comportamentos amistosos e de hostilidade apresentam características muito distintas. Este princípio teria por função transmitir claros sinais sociais que demonstrem o contraste entre emoções opostas.

O último princípio é o da "ação direta do sistema nervoso". Existem ações que não são geradas nem pelo princípio do "serviço" e nem pela "antítese", mas advêm de respostas fisiológicas ainda não explicadas. Exemplos deste princípio seriam o tremor que acompanha uma emoção intensa e o rubor facial que aparece durante a vergonha.

Darwin coletou as evidências que embasaram sua teoria da universalidade através de uma série de perguntas enviadas a ingleses que viviam em diferentes partes

do mundo, indagando-os sobre o modo como os habitantes locais expressavam suas emoções. A partir da análise dos relatos que lhe chegaram, Darwin chegou a conclusão de que "os estados da mente são expressos pelo mundo com uma considerável uniformidade" (DARWIN, 1872). Posteriormente, seus métodos de pesquisa foram duramente criticados e a hipótese da universalidade passou a ser atacada por diferentes estudiosos que procuravam ressaltar o papel da cultura, do aprendizado e das convenções sociais na produção e na decodificação das expressões faciais (KLINEBERG, 1940 apud EKMAN, 1999a).

Ainda que a hipótese da universalidade tenha sofrido diversas críticas por parte de conceituados antropólogos, como Margeret Mead (1975), estudos transculturais realizados nas últimas décadas, em uma grande diversidade de países e culturas isoladas, revelam a existência de pelo menos seis expressões faciais básicas, que seriam as expressões de alegria, tristeza, medo, raiva, surpresa e nojo (BOUCHER; CARLSON, 1980; DUCCI et al., 1982; EKMAN; FRIESEN, 1971; EKMAN, 1972, 1999a; McANDREW, 1986). Exemplares destas expressões básicas foram reunidos em uma série de fotografias chamada "Pictures of Facial Affect" (EKMAN; FRIESEN, 1976), que é amplamente utilizada no campo de estudo da percepção de expressões faciais.

Além das evidências em favor da universalidade provenientes dos estudos transculturais, trabalhos realizados com cegos de nascença indicam a existência de um componente inato na produção de expressões faciais (GALATI; SCHERER; RICCI-BITTI, 1997; PELEG et al., 2004). Isto faz certo sentido, já que os movimentos faciais desempenham um importante papel mediador na comunicação entre os bebês e seus cuidadores. Meltzoff e Moore (1977) observaram, por exemplo, que bebês, com idade variando entre 2 e 3 semanas, já são capazes de imitar movimentos faciais de adultos,

tais como os de mostrar a língua, abrir a boca ou fazer um movimento de protusão com os lábios. Desta forma, é provável que o interesse do recém-nascido pelos movimentos faciais dos adultos possa estar relacionado à importância que desfruta a percepção e a produção das expressões faciais nas interações sociais (BRUCE; YOUNG, 1998).

1.2 ESTRUTURAS CEREBRAIS ASSOCIADAS AO PROCESSAMENTO DE FACES E EXPRESSÕES FACIAIS

Muitos autores têm concebido que as faces humanas seriam um tipo especial de estímulo e que não poderia ser enquadrado na mesma categoria dos outros objetos. Já foi verificado, por exemplo, que recém-nascidos apresentam uma tendência a dirigir mais sua atenção para faces, ou estímulos semelhantes a faces, que para outros objetos (JOHNSON et al., 1991). Em estudos de lesões neurológicas, são relatados casos de pacientes que apresentam agnosia para a identificação de objetos, mas sem prejuízo aparente para o reconhecimento de faces (HÉCAEN et al., 1974; ALBERT; RECHES; SILVERBERG, 1975).

Atualmente, tem sido sugerida a existência de uma região cerebral especializada no processamento de faces. São numerosos os relatos de casos de pessoas que sofreram perda de tecido na área temporal e se tornaram incapazes de reconhecer faces (HÉCAEN; ANGELERGUES, 1962). Em muitos casos, a perda das habilidades parece estar restrita à percepção de faces, enquanto outras habilidades perceptivas e cognitivas se mantêm preservadas. Tal déficit perceptivo veio a ser nomeado de prosopagnosia (BODAMER, 1947); palavra formada a partir dos termos gregos “prosopon” (face) e “agnosia” (desconhecimento). Estudos neuropsicológicos e de neuroimagem sugerem

que a principal área responsável pelo reconhecimento de faces estaria localizada na porção medial do giro fusiforme no lobo temporal direito (SORGER et al., 2007) .

Apesar dos indícios à favor da existência de uma área especializada no reconhecimento de faces (GRILL-SPECTOR; KNOUF; KANWISHER, 2004), alguns pesquisadores têm argumentado que esta região não seria específica para faces, mas encarregada de fazer discriminações finas entre os exemplares de uma mesma categoria (DAMASIO, A.; DAMASIO, H.; VAN HOESEN, 1982; XU, 2005). Algumas evidências sustentam essa posição. Bornstein (1963), por exemplo, descreveu uma observadora de pássaros que se tornou prosopagnósica e perdeu a habilidade de reconhecer pássaros. A capacidade de ver os pássaros se manteve intacta, mas ela já não podia mais identificar as espécies. Bornstein, Sroka e Munitz (1969) relataram também o caso de um fazendeiro que se tornou prosopagnósico e perdeu a habilidade de discriminar individualmente suas vacas. Uma explicação alternativa é a que afirma que a tarefa de discriminação entre os objetos de uma categoria, como carros ou pássaros, utilizaria a área cerebral selecionada ao longo da evolução para discriminar e reconhecer faces (YOUNG, 1998).

Ainda que a área fusiforme seja extremamente importante para a percepção de faces, suas habilidades parecem estar restritas à tarefa de identificação da face, isto é, saber a quem ela pertence. Em um interessante estudo, realizados com veteranos de guerra vitimados por ferimentos à bala e estilhaços de granada, foram encontradas dissociações duplas nas tarefas de reconhecimento de faces familiares, pareamentos de faces não-familiares e identificação de expressões emocionais (YOUNG et al., 1993). Dissociações duplas fornecem subsídios para se pensar que as habilidades dependem de vias neurológicas distintas. No presente caso, os déficits pareciam estar restritos a apenas uma das tarefas cognitivas de processamento de faces. Alguns sujeitos, por

exemplo, eram capazes de reconhecer expressões faciais, mas incapazes de identificar faces familiares, assim como de fazer o pareamento entre faces de pessoas não-familiares. Outros sujeitos, por sua vez, podiam reconhecer faces familiares, mas eram incapazes de reconhecer expressões faciais e de fazer o pareamento entre faces não-familiares.

O trabalho de Young et al. (1993) indica, portanto, a existência de um substrato cerebral específico para o processamento de expressões faciais. No entanto, não parece haver uma área cerebral única responsável pela percepção indiscriminada de todas as expressões faciais. Sprengelmeyer et al. (1996) sugerem que sistemas neurais distintos estariam envolvidos com o reconhecimento das expressões faciais básicas. Esta hipótese é reforçada por uma série de estudos que demonstram haver dissociações para a percepção das expressões de medo, nojo e raiva (PHILLIPS et al., 1997; PHILLIPS et al., 1998; SPRENGELMEYER et al.,1998).

Uma das principais estruturas cerebrais implicadas na percepção de expressões faciais de medo é a amígdala. A amígdala é uma estrutura medial do lobo temporal freqüentemente associada ao substrato neural das emoções. Estudos em roedores destacam a importância da amígdala na aquisição de respostas de medo e na avaliação do perigo ambiental (LE DOUX, 1995). Em humanos, lesões nesta estrutura podem produzir a redução de respostas emocionais e afetar o reconhecimento de expressões faciais de medo e, em menor extensão, raiva (CALDER et al., 1996). Expressões de medo e raiva são indicadores da presença de perigo no ambiente. Conseqüentemente, um déficit perceptivo destes estímulos pode comprometer a adaptação social do indivíduo.

Em geral, estudos realizados com tomografia por emissão de pósitrons (PET) indicam um aumento do fluxo sanguíneo regional cerebral (rCBF) na amígdala durante a

observação de expressões faciais de medo (MORRIS et al., 1996, 1998). Morris et al. (1998) realizaram um estudo no qual os participantes viam fotografias de faces de medo e raiva, variando sistematicamente em intensidade emocional. De um modo bastante interessante, os resultados mostraram que a ativação da amígdala estava positivamente correlacionada com o aumento da intensidade da expressão de medo, e negativamente correlacionada com o aumento da intensidade da expressão facial de alegria.

Blair et al. (1999), em um trabalho realizado com PET, encontraram um aumento do rCBF na amígdala esquerda e pólo temporal esquerdo para faces de tristeza. Diferentemente, as faces de raiva investigadas não produziram uma ativação na amígdala, mas estiveram associadas a um aumento do rCBF no córtex órbito-frontal e no córtex cingulado anterior.

Phillips et al. (2004) realizaram estudo com fMRI para investigar a percepção subliminar (inconsciente) e supraliminar (consciente) de faces de medo e nojo. Os tempos de apresentação dos estímulos para as duas condições foram, respectivamente, de 30 e 170 ms. Nas apresentações supraliminares, houve uma dissociação entre as ativações para medo e nojo. A amígdala foi mais ativada durante a apresentação de faces de medo e a ínsula durante faces de nojo. Na condição subliminar, não houve ativação nem da amígdala para medo, e nem da ínsula para nojo. Tais resultados sugerem uma dissociação entre os substratos cerebrais envolvidos na percepção de expressões de medo e nojo, mas apenas quando estes estímulos são percebidos conscientemente.

Sprengelmeyer et al. (1998) verificaram uma dissociação entre as áreas cerebrais envolvidas com o processamento de expressões de medo, nojo e raiva em um estudo com fMRI. Faces de nojo estiveram associadas a uma maior ativação do putâmen direito e do córtex insular esquerdo, enquanto faces de raiva associaram-se a uma maior

ativação do giro do cíngulo direito e do giro temporal medial do hemisfério esquerdo. Nesse estudo, entretanto, expressões de medo não provocaram a ativação da amígdala, mas de regiões do giro fusiforme direito e do córtex frontal dorso-lateral esquerdo.

Um déficit seletivo para a percepção de expressões de faciais de nojo tem sido encontrado em indivíduos acometidos pelo mal de Huntington e com diagnóstico de Transtorno Obsessivo Compulsivo (SPRENGELMEYER et al., 1996, 1997). A percepção de expressões faciais de nojo parece depender fundamentalmente de um funcionamento adequado dos gânglios basais e da ínsula, uma estrutura identificada em primatas como o córtex gustativo primário (ROLLS, 1995).

Phan et al. (2002), realizando uma meta-análise de 55 estudos com fMRI e PET encontraram uma dissociação entre medo e tristeza. A emoção de medo esteve correlacionada com a ativação da amígdala, enquanto tristeza esteve associada à atividade no cingulado sub-caloso. Murphy, Nimmo-Smith e Lawrence (2003), em outra meta-análise, conduzida com 106 estudos de PET e fMRI, verificaram que apenas as emoções de medo, nojo e raiva apresentaram áreas de ativação não sobrepostas. A visualização de expressões de medo, nojo e raiva associou-se, respectivamente, a ativações na amígdala, na ínsula e globo pálido, e no córtex orbito-frontal-lateral. Em contraste, não houve diferenças nas distribuições das ativações para alegria e tristeza. Segundo os autores, a teoria do sistema límbico para as emoções (MACLEAN, 1952), a qual supõe que todas as variedades de afeto são mediadas por um grupo especializado de estruturas cerebrais, integradas em um sistema neural, não é capaz de explicar os achados com neuroimagem. Em conjunto com outras evidências neuropsicológicas, os dados de neuroimagem sugerem a existência de sistemas emocionais separados - “sistemas que são isolados, especializados, coesivos internamente, e que estão

envolvidos (mas não exclusivamente dedicados) no medo, nojo e raiva." (MURPHY; NIMMO-SMITH; LAWRENCE, 2003, pág. 227).

Os trabalhos mencionados acima indicam uma distribuição das estruturas responsáveis pelo processamento de expressões faciais pelo cérebro. Entretanto, o problema se torna ainda mais complexo quando analisamos o modo como as vias corticais e subcorticais participam deste processamento. Johnson (2005), por exemplo, sugere a existência de uma rota dual de processamento de faces em adultos. Uma das vias seria responsável pela identificação da face (via cortical), enquanto a outra encarregada da detecção da face (via subcortical). A existência de um via subcortical já havia sido evidenciada por estudos realizados em pacientes com negligência hemi-espacial, prosopagnosia e visão às cegas (blindsight), os quais, apesar de possuírem danos extensos no córtex visual, ainda apresentam uma habilidade residual para detectar faces e algumas expressões faciais. As estruturas implicadas nesta via subcortical seriam o colículo superior, pulvinar e a amígdala, enquanto a via cortical faria uso do córtex lateral occipital e do córtex ventral ínfero-temporal (Figura 1).

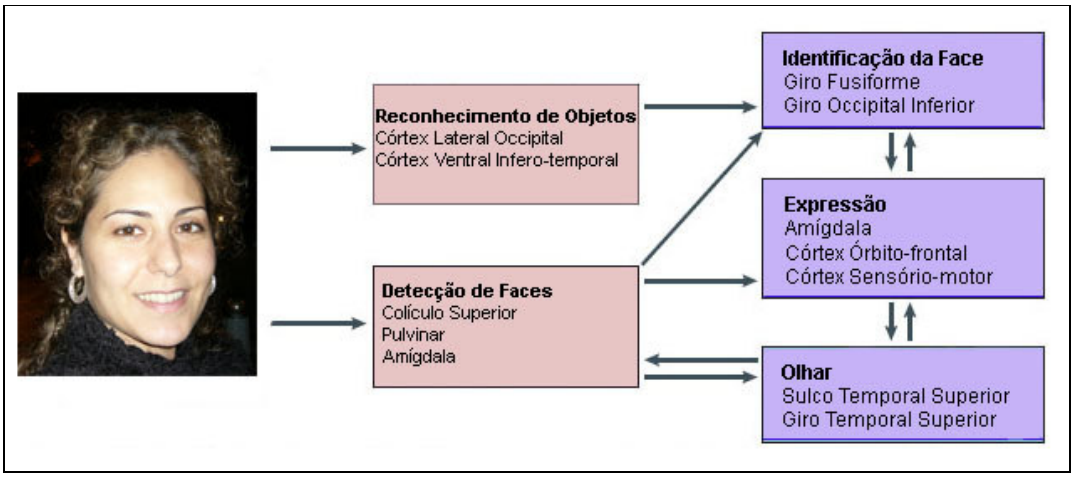


Figura 1. O modelo ilustra como faces são processadas em uma rota subcortical (envolvendo o colículo superior, pulvinar e a amígdala) e uma rota cortical. A rota subcortical modula o processamento nas estruturas que são alimentadas pela via cortical e estão envolvidos com a identificação da face (giro fusiforme e giro occipital inferior), expressões faciais (amígdala, córtex orbito-frontal, sensório-motor) e direção do olhar (sulco temporal superior). Modificado de Mark Johnson, 2005.

1.3 AS HIPÓTESES DA ASSIMETRIA CEREBRAL NO PROCESSAMENTO DAS EMOÇÕES E EXPRESSÕES FACIAIS

Um dos principais aspectos do processamento da emoção está relacionado às diferenças entre os hemisférios cerebrais. Os hemisférios correspondem a cada uma das metades do cérebro, sendo constituídos por uma fina camada de matéria cinzenta que se assenta sobre o centro branco medular do cérebro. Embora os hemisférios sejam praticamente simétricos em sua aparência, suas habilidades e potencialidades de processamento de informações não são completamente equivalentes (HELLIGE, 1993). Os hemisférios diferem ainda com respeito à sua citoarquitetura (AMUNTS et al., 2003) e com relação aos diferentes tipos de neurotransmissores e receptores encontrados em cada um (EICKHOFF et al., 2007).

Os hemisférios cerebrais são interligados pelo corpo caloso e pelas comissuras anterior, posterior e hipotalâmica. O corpo caloso é a principal via de comunicação entre os hemisférios, sendo constituído por um grosso conjunto de fibras que interligam áreas homotópicas dos hemisférios cerebrais. A estrutura do corpo caloso não é homogênea, de modo que as regiões do corpo caloso que conectam as áreas de associação frontal e temporo-parietal são constituídas por fibras de fino calibre, pouco mielinizadas e com baixa velocidade de condução dos impulsos nervosos, enquanto as regiões que conectam as áreas sensório-motoras primárias e secundárias concentram grossas fibras mielinizadas (ABOITIZ; MONTIEL, 2003).

O papel das assimetrias cerebrais no processamento das emoções e das expressões faciais tem sido amplamente discutido na literatura científica. Inicialmente, considerava-se que o hemisfério direito estaria envolvido primordialmente no processamento das emoções, enquanto o hemisfério esquerdo se encarregaria da linguagem e outras funções cognitivas (WAGER et al., 2003). Favoreceram esta concepção trabalhos como o de Mills (1912), que observou que lesões no lado direito do cérebro estavam associadas a uma diminuição da expressão emocional. De modo similar, Babinski (1914) verificou que pacientes acometidos por lesões no hemisfério direito se tornavam emocionalmente indiferentes.

Mais recentemente, diferentes estudos têm mostrado uma forte associação entre o hemisfério direito e os processos emocionais. Sackeim, Gur e Saucy (1978), por exemplo, encontraram evidências em favor de uma especialização do hemisfério direito para o processamento da informação emocional ao verificarem um maior envolvimento deste hemisfério na produção de expressão faciais. Hauser (1993) encontrou um padrão expressivo semelhante em macacos Rhesus, ao observar que seres humanos consideravam faces quiméricas de macacos compostas por duas metades esquerdas mais

expressivas que àquelas compostas por duas metades direitas. Na medida em que a metade esquerda do rosto é controlada pelo hemisfério direito, os resultados indicam um papel primordial do hemisfério direito na produção da emoção. De modo interessante, Hauser (1993) sugere que humanos e primatas não-humanos exibiriam um mesmo padrão de assimetria cerebral na comunicação emocional.

Adolphs et al. (1996) verificaram que pacientes acometidos por lesões no hemisfério direito apresentam maior dificuldade em reconhecer expressões faciais que pacientes acometidos por lesões no hemisfério esquerdo; o que indicaria uma possível especialização do hemisfério direito no reconhecimento de expressões faciais. Outros autores (BLONDER; BOWERS; HEILMAN, 1991, BOWERS et al., 1991) têm sugerido que o hemisfério direito conteria um depósito de representações estruturais de expressões faciais, e uma vez que estas fossem destruídas por um derrame ou por lesão cerebral, a capacidade de reconhecer expressões faciais seria perdida. Em um estudo com ressonância magnética, Ishai, Schmidt e Boesiger (2005) verificaram que a percepção de faces e expressões faciais é mediada por uma rede cortical distribuída pelo cérebro, mas que evoca ativações mais fortes no hemisfério direito.

Tais pesquisas deram origem a uma das principais teorias da assimetria cerebral no processamento da informação emocional: a *hipótese do hemisfério direito*. De acordo com esta, o hemisfério direito seria especializado no processamento de todos os componentes da emoção, independentemente da valência afetiva do estímulo (BOROD, 1998). A superioridade do hemisfério direito para o processamento da informação emocional é ainda sustentada por uma grande diversidade de trabalhos (BLONDER; BOWERS; HEILMAN, 1991; BOROD et al., 1998; LEY; BRYDEN, 1979).

Paralelamente aos estudos que demonstravam uma especialização do hemisfério direito para o processamento emocional, outros trabalhos passaram a indicar que o padrão de assimetria cerebral seria dependente da valência emocional do estímulo.

Em geral, lesões no hemisfério esquerdo predispõem o indivíduo mais ao desenvolvimento de uma sintomatologia depressiva que lesões no hemisfério direito. Lesões no hemisfério direito, por outro lado, tendem a provocar uma indiferença do paciente com relação à própria doença e outras adversidades, como dificuldades financeiras, conflitos interpessoais e problemas de saúde adicionais (BEAR, 1983). SACKEIM et al. (1982), em uma revisão de cento e nove casos de choro e riso patológicos, encontraram evidências em favor de uma especialização diferencial dos hemisférios para afetos positivos e negativos. Foi constatado que lesões no hemisfério esquerdo estavam mais freqüentemente associadas a casos de choro e lamento depressivo, enquanto lesões no hemisfério direito estavam mais freqüentemente associadas a estados de riso patológico. Em um interessante estudo, Jones e Fox (1992) apresentaram filmes que evocavam afetos positivos e negativos nos participantes e fizeram o registro de sua atividade eletroencefalográfica (EEG). Foi verificada uma maior ativação no córtex frontal esquerdo durante a ocorrência de afetos positivos e uma maior ativação do córtex frontal direito durante a manifestação de afetos negativos.

Tais pesquisas conduziram a elaboração de uma segunda teoria sobre a assimetria cerebral: a *hipótese de valência*. De acordo com esta, as competências hemisféricas estão relacionadas à valência emocional do estímulo, sendo o hemisfério direito especializado no processamento de emoções de valência negativa e o hemisfério esquerdo especializado no processamento de emoções de valência positiva (DAVIDSON, 2000).

A literatura tem demonstrado que uma das principais áreas de assimetria afetiva é o córtex pré-frontal. O córtex pré-frontal medeia o controle das altas funções cognitivas e está associado com a regulação de muitos aspectos do sistema afetivo. Tem sido proposto que o córtex funcionaria como um sistema de tomada de decisão baseado na emoção, mantendo a representação dos objetivos e dos meios para atingí-los (DAVIDSON, 2003). Pacientes com danos no córtex pré-frontal, especialmente na área ventromedial, apresentam graves prejuízos nos processos de tomada de decisão (DAMASIO, 1994). Davidson (1995), em uma série de estudos eletrofisiológicos, mostrou que a área cortical pré-frontal esquerda está relacionada com o processamento de afetos positivos, enquanto a região cortical pré-frontal direita está associada ao processamento de afetos negativos.

Atualmente, uma versão modificada da hipótese da valência tem sido proposta: a *hipótese da aproximação-afastamento* (DAVIDSON et al., 1990; DAVIDSON, 1993). De acordo com esse modelo, têm-se assumido que a principal dimensão que distingue as emoções estaria antes representada em um eixo de aproximação-afastamento que em um contínuo positivo-negativo de valência (CANLI, 1999).

A hipótese da aproximação-afastamento incorpora alguns conceitos evolutivos sobre o sistema emocional e argumenta que as emoções estão intimamente relacionadas com o comportamento do indivíduo no ambiente. De acordo com a hipótese da aproximação-afastamento, emoções de alegria, surpresa e raiva seriam classificadas como emoções de aproximação, já que envolvem processos de aproximação do indivíduo em direção aos estímulos ambientais. Diferentemente, expressões de tristeza, medo e nojo estariam associadas a um comportamento de afastamento, já que em geral promovem o distanciamento do indivíduo das fontes ambientais de estimulação aversiva.

De acordo com a hipótese da aproximação-afastamento, os hemisférios seriam divergentes em um estágio de preparação da resposta comportamental, em que o hemisfério esquerdo estaria especializado na preparação da resposta de aproximação e o hemisfério direito especializado no preparo da resposta de afastamento (ROOT; WONG; KINSBOURNE, 2006).

Cabe destacar, no entanto, que ambos os modelos são muito parecidos, diferenciando-se apenas com relação à classificação da emoção de raiva. Na hipótese da valência, a raiva é considerada uma emoção negativa e, portanto, agrupada junto de tristeza, medo e nojo. Diferentemente, na hipótese da aproximação-afastamento, a emoção de raiva é agrupada junto com alegria e surpresa, já que tende a impulsionar o indivíduo em direção às fontes de estimulação ambiental (por exemplo, através da luta) (ALVES; FUKUSIMA; AZNAR-CASANOVA, no prelo).

Em acordo com a hipótese da aproximação-afastamento, O'Doherty et al. (2001) verificaram, em um estudo com ressonância magnética, que a área orbitofrontal esquerda foi mais ativada durante ganhos monetários, enquanto a região orbitofrontal direita foi mais ativada durante perdas monetárias. Este estudo indicaria, portanto, que o processamento da recompensa (ganhos monetários) recruta áreas do córtex frontal esquerdo, enquanto o processamento da punição (perdas monetárias) engaja o funcionamento de áreas do córtex frontal direito.

A despeito das discordâncias entre hipótese da valência e da aproximação-afastamento sobre o padrão de lateralização da emoção de raiva, ambas as hipóteses são similares e têm recebido suporte de um grande número de trabalhos científicos (DAVIDSON, 1995; DAVIDSON; SHACKMAN; MAXWELL, 2004).

1.4 MÉTODOS DE ESTUDO DA ASSIMETRIA CEREBRAL

Diversos métodos têm sido utilizados para se investigar o papel dos hemisférios cerebrais no processamento das informações faciais. O uso de técnicas de neuroimagem, como a tomografia por emissão de pósitrons (PET), a magnetoencefalografia (MEG) e a ressonância magnética funcional (fMRI), tem permitido que se corrobore muitos dos achados obtidos por meio da experimentação animal e estudos de lesão cerebral. Pode-se verificar, por exemplo, que a ativação da amígdala para faces de medo, observada com a neuroimagem, está em consonância com as pesquisas que demonstram o seu importante papel nos processos relacionados ao medo (BASS; ALEMAN; KAHN, 2004).

Apesar dos estudos de neuroimagem funcional auxiliarem na compreensão dos mecanismos de lateralização cerebral para o processamento das expressões faciais, resultados discordantes têm sido freqüentemente apresentados (WAGER et al., 2003). Uma das razões pode estar relacionada ao fato da pesquisa com neuroimagem utilizar procedimentos bastante complexos para quantificar as contribuições dos hemisférios cerebrais, que dependem da escolha de inúmeros fatores, tais como da localização dos volumes de interesse em cada hemisfério, da escolha de um limiar estatístico, da escolha dos valores limiares dos índices de lateralização, e das condições da linha base e de ativação (SEGHIER, 2007). Muitas vezes, a falta de padronização nos protocolos experimentais, que diferem de pesquisa para pesquisa, podem levar aos resultados discordantes comumente encontrados (JANSEN et al., 2006).

Além das técnicas de neuroimagem funcional, outro método experimental bastante utilizado na investigação das assimetrias cerebrais é a técnica de campo visual dividido, que consiste na apresentação lateralizada de estímulos visuais. Deste o estudo

precursor de Mishkin e Forgays (1952), a técnica de campo visual dividido vem sendo utilizada na investigação dos padrões de dominância hemisférica para um grande número de funções cognitivas.

A adequação deste método para o estudo das assimetrias hemisféricas está baseada nas propriedades anatômicas do sistema visual. Anatomicamente, sabemos que a hemiretina temporal projeta a imagem no córtex visual ipsilateral, enquanto a hemiretina nasal a projeta no córtex visual contralateral. Conseqüentemente, estímulos apresentados no campo visual direito terão acesso ao hemisfério esquerdo e estímulos apresentados no campo visual esquerdo serão inicialmente processados pelo hemisfério direito (Figura 2). Assim, para nos certificarmos que a informação visual será processada inicialmente em apenas um dos hemisférios cerebrais, duas condições devem estar presentes na realização do experimento: 1) o estímulo deverá ser apresentado à direita ou à esquerda do ponto de fixação na região periférica da retina, 2) o tempo de exposição do estímulo deverá ser suficientemente curto (150 ms) de modo a evitar que os movimentos oculares exponham o estímulo a ambas as hemiretinas de cada olho (SERGENT, 1995).

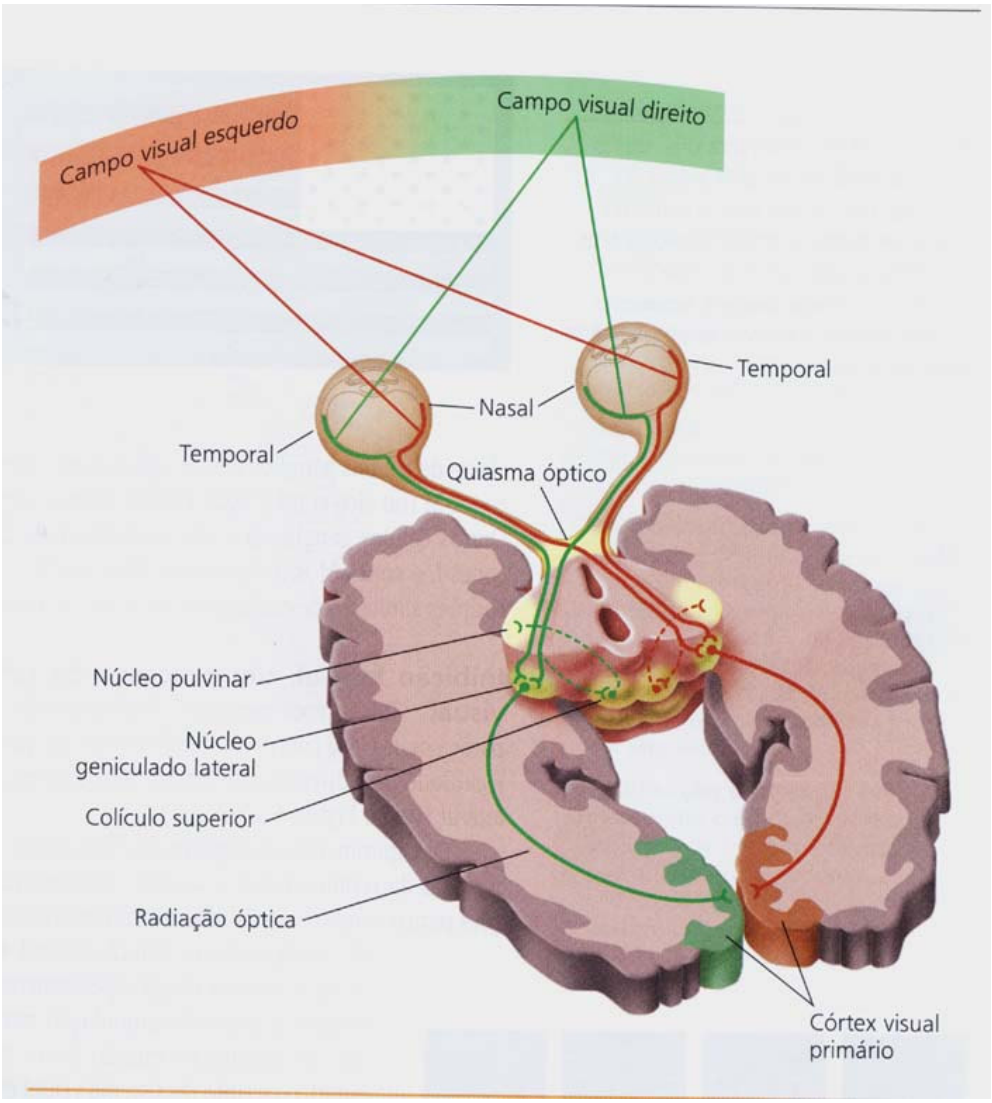


Figura 2. Representação do sistema visual. Pode-se observar que a hemiretina temporal projeta a imagem no córtex visual ipsilateral, enquanto a hemiretina nasal a projeta no córtex visual contralateral. Desta maneira, estímulos apresentados no campo visual direito têm acesso inicial ao hemisfério esquerdo e estímulos apresentados no campo visual esquerdo são inicialmente processados pelo hemisfério direito. Imagem extraída de Roberto Lent, 2004.

Pela restrição da apresentação dos estímulos à periferia lateral da retina é possível analisar as diferenças de tempo de reação e acurácia de julgamento dos observadores em função do campo visual em que foram apresentados os estímulos e, desta forma, fazer inferências a respeito da assimetria funcional dos hemisférios

cerebrais. Menores tempos de reação e maior acurácia nos julgamentos dos observadores são indicativos de que o hemisfério que processou inicialmente as informações visuais dos estímulos está mais fortemente relacionado ao processamento das informações investigadas na tarefa (SERGENT, 1995).

Esta técnica naturalmente não apresenta grande precisão com relação à localização cerebral de funções, no entanto, a multiplicidade de possíveis manipulações de estímulos e tarefas experimentais pode prover importantes informações à respeito da especialização e cooperação hemisférica (SERGENT, 1983).

Davidson e Reuter-Lorenz (1981), utilizando a técnica de campo visual dividido, investigaram a hipótese de especialização diferencial dos hemisférios cerebrais para a avaliação de emoções negativas e positivas. O experimento consistia na apresentação de faces neutras e emotivas no campo visual esquerdo e direito dos observadores. Em cada tentativa, os participantes deveriam indicar, pressionando um botão, o lado em que a face emocional havia sido apresentada; e o tempo de reação para cada resposta era registrado. Os resultados mostraram que menores tempos de reação para faces felizes foram obtidos quando estas eram apresentadas no campo visual direito (CVD). Para faces tristes, foram encontrados menores tempos de reação em apresentações realizadas no campo visual esquerdo (CVE). Os resultados indicam, portanto, uma relativa superioridade do hemisfério direito, em relação ao hemisfério esquerdo, para a percepção de faces tristes, e uma maior habilidade do hemisfério esquerdo, em comparação com o direito, para a percepção de faces felizes.

Em um interessante estudo sobre a assimetria cerebral para o processamento das emoções, Diamond, Farrington e Peter (1976) desenvolveram um sistema de lentes de contato que possibilitava que estímulos visuais de duração prolongada fossem projetados em apenas um dos hemicampos visuais. Deste modo, filmes de valência

emocional positiva ou negativa tiveram acesso inicial somente a um dos hemisférios cerebrais. Os resultados mostraram que filmes de valência negativa foram considerados mais desagradáveis quando projetados no campo visual esquerdo (hemisfério direito). A idéia sugerida por estes pesquisadores é que os dois hemisférios cerebrais possuem uma visão emocional essencialmente diferente do mundo: "Embora o mundo objetivo seja fisicamente o mesmo para cada lado, existe uma diferente perspectiva que é a ele atribuída" (DIAMOND; FARRINGTON; PETER, 1976, p. 261).

Mais recentemente, van Strien e van Beek (2000) pediram aos participantes que estimassem a intensidade emocional de faces apresentadas à direita e à esquerda do ponto de fixação. Os resultados mostraram que mulheres responderam em acordo com a hipótese da valência, atribuindo valores mais positivos às faces apresentadas à esquerda e valores mais negativos às faces apresentadas à direita. Jansari, Tranel e Adolphs (2002), trabalhando com um tempo livre de exposição dos estímulos, verificaram que faces negativas foram discriminadas mais facilmente à esquerda do ponto de fixação, enquanto faces positivas foram mais bem discriminadas quando apresentadas à direita do ponto de fixação.

Apesar disso, outros estudos realizados com a técnica de campo visual dividido têm encontrado resultados distintos, que indicam uma especialização do hemisfério direito no processamento das expressões faciais (ASTHANA; MANDAL, 2001; MCLAREN; BRYSON, 1987; LEY; BRYDEN, 1979; STRAUSS; MOSCOVITCH, 1981; WEDDING; CYRUS, 1986).

Com base nos trabalhos anteriormente relatados, pode-se constatar que ambas as hipóteses do hemisfério direito e da valência (aproximação-afastamento) têm recebido um forte suporte empírico (SERGENT, 1995; VAN STRIEN; VAN BEEK, 2000). No entanto, nesta linha de pesquisa sobre a lateralidade, é importante considerar a

organização do sistema emocional. Alguns autores têm proposto que o sistema emocional estaria dividido em três componentes básicos, responsáveis pela: 1) percepção da emoção; 2) experiência da emoção; e 3) expressão da emoção (DAVIDSON, 1995). É possível que cada um destes módulos de processamento emocional empregue diferentes substratos cerebrais e que podem estar lateralizados de diferentes maneiras nos hemisférios cerebrais (CANLI, 2007). Assim, parte das divergências entre as hipóteses poderia ser explicada pelo fato das pesquisas enfocarem diferentes aspectos do sistema emocional (VAN STRIEN; VAN BEEK, 2000).

A hipótese da valência parece adequar-se bem aos estudos que investigam a lateralização da experiência emocional. Estudos eletrofisiológicos, por exemplo, mostram de modo consistente que o córtex pré-frontal esquerdo está relacionado ao processamento de experiências afetivas positivas, enquanto o córtex pré-frontal direito está ligado ao processamento de experiências afetivas negativas (DAVIDSON, 1995). Para a percepção de expressões faciais, entretanto, o padrão de dominância hemisférica ainda não está bem estabelecido. Em uma recente investigação, foi verificado que o padrão de lateralização para a percepção de expressões faciais pode concordar parcialmente com ambas as hipóteses quando os observadores são orientados a discriminar intensidade emocional em faces (ALVES; FUKUSIMA; DA SILVA, 2003).

Ao levar em consideração as discordâncias apresentadas sobre o papel dos hemisférios cerebrais, o presente estudo teve por objetivo investigar o padrão de assimetria cerebral para a percepção de expressões faciais de valência negativa e positiva, de modo a contrapor as hipóteses da valência e do hemisfério direito. A classificação da valência das expressões faciais foi realizada em acordo com os critérios comumente utilizados na literatura para se discriminar entre emoções positivas e negativas (CHRISTMAN; HACKWORTH, 1993; JANSARI; TRANEL; ADOLPHS,

2000; RODWAY; WRIGHT; HARDIE, 2003). Desta maneira, expressões de alegria e surpresa foram usadas como estímulos de valência positiva, enquanto expressões de medo e tristeza foram utilizadas com estímulos de valência negativa. A percepção da face neutra foi também investigada de modo a ser comparada com as outras faces.

Diferentemente dos trabalhos conduzidos até então, a percepção de cada expressão facial foi analisada separadamente, por meio da realização de grupos experimentais independentes. Considerou-se que este delineamento experimental proveria um quadro mais completo da percepção de expressões positivas e negativas. No presente estudo, foram também investigados os efeitos do gênero da face e dos participantes, e a influência que a categoria da emoção teve sobre os julgamentos dos participantes.

2 EXPERIMENTO

2.1 OBJETIVO

Este experimento teve por objetivo investigar o padrão de dominância hemisférica para a percepção das expressões faciais de alegria, tristeza, medo, surpresa e da face neutra. Foi utilizada a técnica de campo visual dividido com apresentação taquitoscópica de estímulos faciais à esquerda e à direita do ponto de fixação na tela do computador.

2.2 MÉTODO

2.2.1 Participantes

Oitenta universitários (65 mulheres, 15 homens) da Universidade de Barcelona, com idade variando entre 17 e 30 anos, participaram voluntariamente do experimento. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética da FFCLRP - USP (ANEXO A) e pelo comitê de ética institucional da Universidade de Barcelona, de acordo com a Declaração de Helsinki de 1964 (ANEXO B). Todos os participantes eram destros, possuíam acuidade visual normal (6/6) ou superior em ambos os olhos e foram divididos equitativamente em cinco grupos experimentais.

2.2.2 Material e equipamento

Os experimentos foram realizados em um sistema de duas telas (dual screen) composto por um monitor PC-Dell, utilizado no monitoramento dos movimentos oculares dos observadores, e um monitor Sony GDM-F520 de 21 polegadas, utilizado para apresentar os estímulos experimentais. Os movimentos oculares dos participantes foram registrados a uma taxa de 50 Hz com um Video Eyetracker Toolbox conectado a um computador Dell OptiPlex GX2 60, com uma placa de vídeo Cambridge Research System V 5.0.

O programa SuperLab Pro 2.0 (Cedrus) foi utilizado no controle da apresentação de estímulos e coleta de dados do experimento. Um apoio para o queixo foi utilizado para posicionar adequadamente a cabeça do observador em frente ao monitor.

Fotografias de dois homens e duas mulheres extraídas da série de imagens *Pictures of Facial Affect* (EKMAN; FRIESEN, 1976) foram utilizadas na composição dos estímulos experimentais. Estas figuras estão identificadas na série com os códigos: C2-3, C2-18, C1-18, C1-23, C1-10, JJ3-4, JJ4-7, JJ5-5, JJ5-13, JJ4-13, PE2-4, PE2-16, PE2-31, PE3-21, PE6-2, PF1-2, PF1-5, PF2-16, PF2-30, PF1-16 (ANEXO C).

Os participantes (65 mulheres, 15 homens) foram distribuídos equitativamente em cinco grupos experimentais a fim de se investigar separadamente a percepção de expressões faciais positivas, negativas e da face neutra. Deste modo, cada grupo experimental foi composto por uma amostra distinta de 16 participantes (13 mulheres, 3 homens).

Os grupos experimentais se diferiram em relação ao pareamento das expressões alvo e distratora. A face alvo, tal como definida neste estudo, correspondia ao estímulo que o participante deveria identificar durante a execução da tarefa experimental,

enquanto a face distratora corresponde à outra face utilizada no pareamento de estímulos.

Os pareamentos em cada grupo experimental foram definidos de acordo com a face alvo correspondente. Nos grupos experimentais 1, 2, 3, 4 e 5, foram utilizadas como faces alvo, respectivamente, aquelas com expressão de alegria, medo, neutra, surpresa e tristeza. Em cada grupo, a expressão alvo foi pareada com as demais expressões faciais. Deste modo, no primeiro grupo experimental, a expressão alvo de alegria foi pareada com as expressões distratoras de medo, neutra, surpresa e tristeza (Figura 3). No segundo grupo experimental, a expressão alvo de medo foi pareada com as expressões da alegria, neutra, surpresa e tristeza. No terceiro grupo experimental, a face alvo neutra foi pareada com as expressões distratoras de alegria, medo, surpresa e tristeza. No quarto grupo experimental, a expressão alvo de surpresa foi pareada com as faces de alegria, medo, neutra e tristeza, e no quinto grupo experimental, a expressão alvo de tristeza foi pareada com as faces de alegria, medo, neutra e surpresa. A lista dos pareamentos realizados em cada grupo experimental é apresentada na Tabela 1.

Para se testar os efeitos da assimetria cerebral, em metade das apresentações das faces pareadas a expressão alvo situava-se à esquerda do ponto de fixação e, na outra metade, à direita do ponto de fixação.

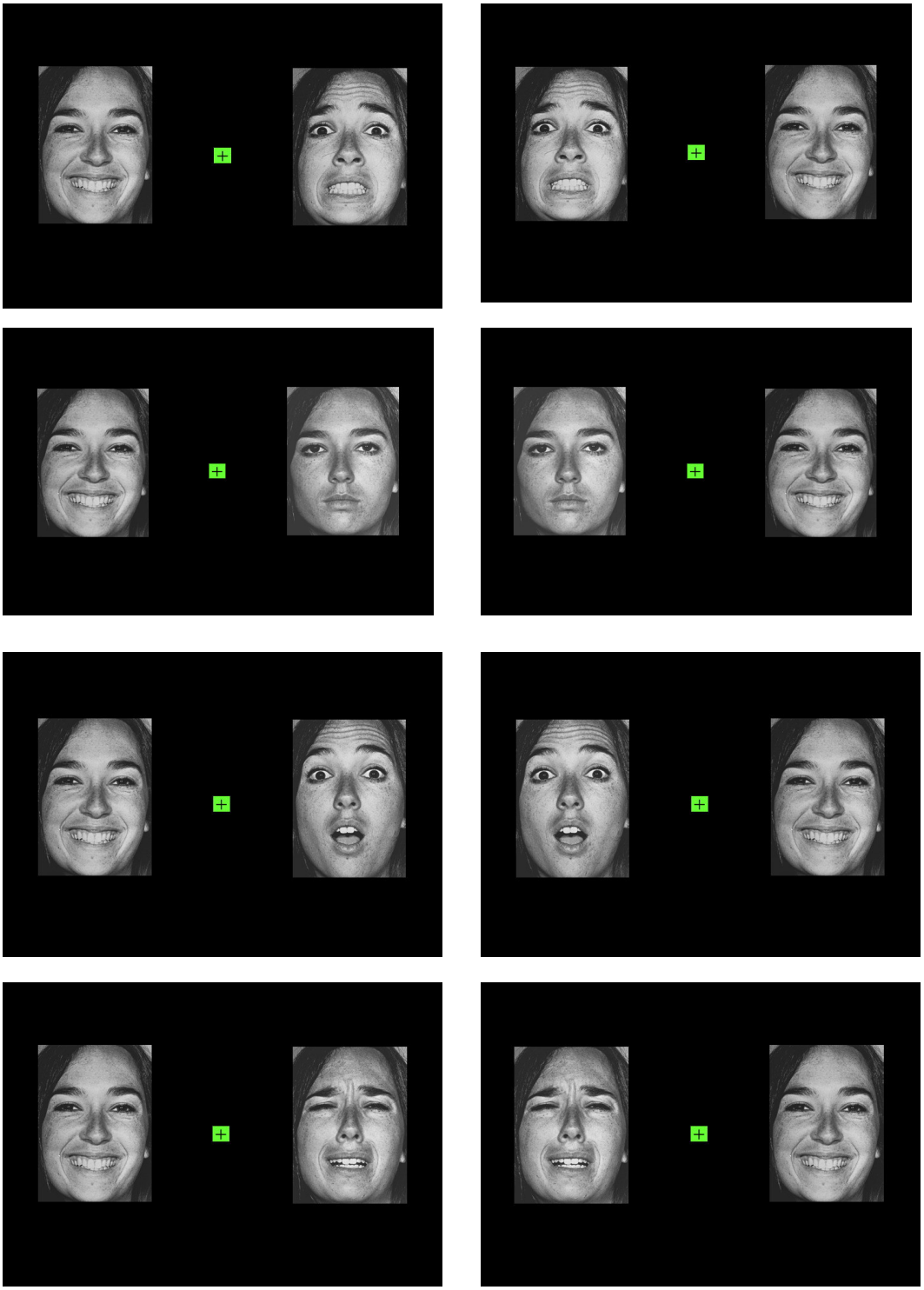


Figura 3. Pareamentos da face de alegria com as expressões de medo, “neutra”, surpresa e tristeza à direita e à esquerda do ponto de fixação.

	Pareamentos	
	Face Alvo	Face Distratora
Grupo Exp. 1	Alegria	Medo
	Alegria	Neutra
	Alegria	Surpresa
	Alegria	Tristeza
Grupo Exp. 2	Medo	Alegria
	Medo	Neutra
	Medo	Surpresa
	Medo	Tristeza
Grupo Exp. 3	Neutra	Alegria
	Neutra	Medo
	Neutra	Surpresa
	Neutra	Tristeza
Grupo Exp. 4	Surpresa	Alegria
	Surpresa	Medo
	Surpresa	Neutra
	Surpresa	Tristeza
Grupo Exp. 5	Tristeza	Alegria
	Tristeza	Medo
	Tristeza	Neutra
	Tristeza	Surpresa

Tabela 1. Pareamentos entre as faces alvo e distratora em cada um dos grupos experimentais. Durante o experimento, a face alvo podia ser apresentada à esquerda ou à direita do ponto de fixação, sempre pareada contralateralmente pela face distratora.

Cada fotografia media 8,5 cm de altura por 6,5 cm de largura, o que equivalia em graus de ângulo visual a 9,72º por 7,27º. A distância entre o ponto de fixação, situado no centro da tela do computador, e a borda de cada fotografia foi de 4,5 cm ou 5,14º de ângulo visual (Figura 4).

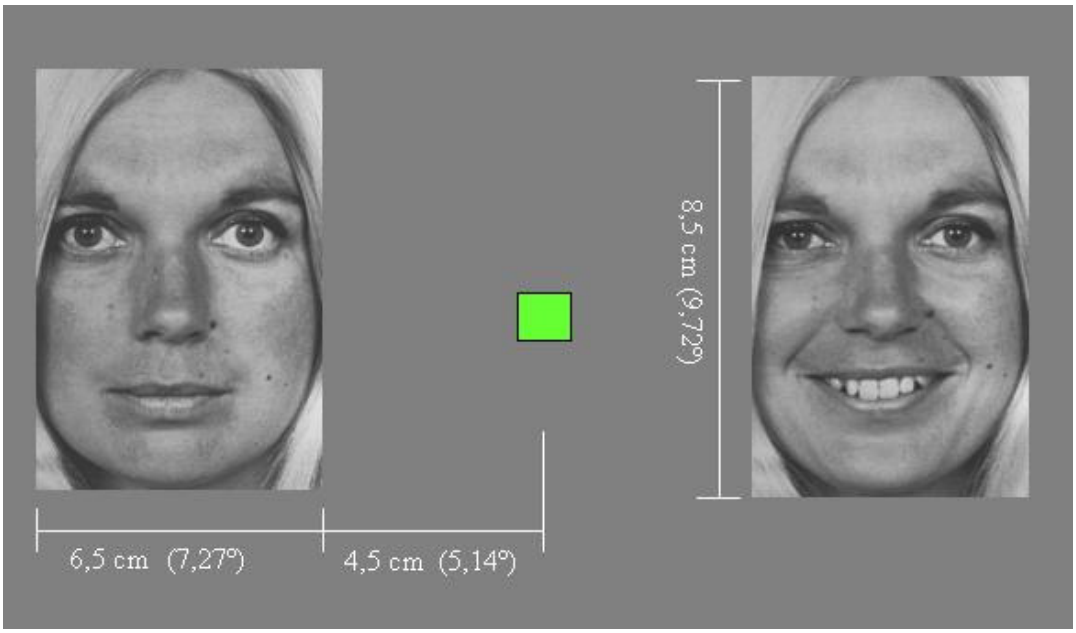


Figura 4. Dimensões dos estímulos utilizados no experimento.

2.2.3 Procedimento

Antes de iniciar o experimento cada participante realizou um teste de acuidade visual. A determinação da dominância manual foi realizada por meio da aplicação do Inventário de Edinburgh (ANEXO D) (OLDFIELD, 1971). Somente os participantes destros e com acuidade normal (6/6) ou superior em ambos os olhos participaram do experimento. Em sessão individual, cada observador sentou-se em frente ao computador

e posicionou sua cabeça sobre um apoio para o queixo. O nível dos olhos do observador ficou situado a 50 cm de distância do centro do monitor.

O EyeTracker foi calibrado para cada participante no início da sessão. Os participantes foram instruídos a manter o olhar no ponto de fixação e seus movimentos oculares foram monitorados continuamente. Um programa específico foi utilizado para identificar as respostas inválidas, que correspondiam àquelas tentativas em que houve fixações oculares fora da área delimitada de 1º de campo visual ao redor do ponto de fixação. As fixações oculares foram definidas de acordo com o critério de Salvucci e Goldberg (2000), os quais estabelecem que uma fixação ocular ocorre quando o olhar do observador permanesse estável em uma área menor que 1º de campo visual por pelo menos 100 ms.

Cada sessão experimental foi composta por 128 tentativas [8 pareamentos de faces x 4 indivíduos (2 homens e 2 mulheres) x 4 repetições] apresentadas em ordem aleatória. Em cada tentativa, um ponto de fixação era apresentado por 1 s, sendo imediatamente seguido pela apresentação de duas faces na tela por 150 ms, uma delas localizada à direita e a outra à esquerda do ponto de fixação (Figura 5). Os observadores foram instruídos em cada tentativa a identificar o lado em que havia sido apresentada a face alvo (APÊNDICE A), utilizando o mouse na mão direita para responderem aos estímulos. Antes de iniciar o experimento, os participantes respondiam a uma pequena série de estímulos que tinha por finalidade instruí-los na correta realização da tarefa.

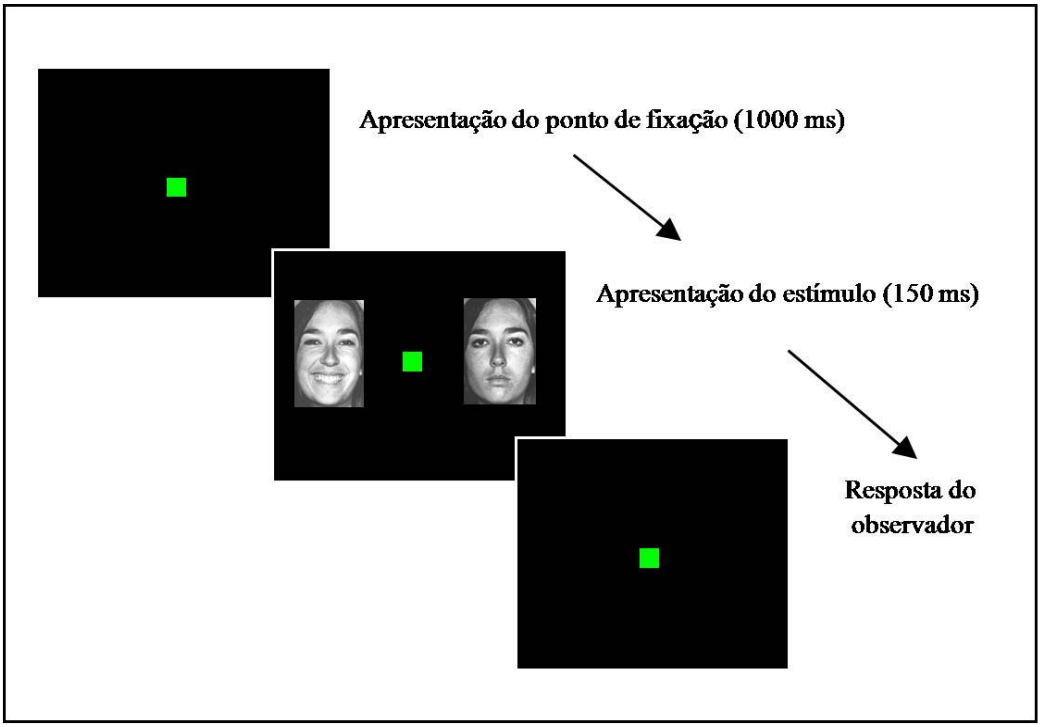


Figura 5. Esquema de apresentação de estímulos no experimento.

2.3 RESULTADOS

Foram excluídos da análise os dados de apresentações em que houve um movimento dos olhos do observador maior que 1º de campo visual à partir do ponto de fixação. O número de apresentações, cujos dados foram excluídos, correspondeu a 6% do total. A partir disso, a média de tempo de reação e a proporção de erros de julgamento foram calculadas para cada grupo experimental.

2.3.1 Análise do tempo de reação

A análise estatística de dados foi realizada com o auxílio do programa SPSS 12.0. O teste de normalidade de Shapiro-Wilk indicou que as médias de tempo de reação (TR) apresentam uma distribuição normal ($p > 0,05$). Por esta razão, as médias de TR foram submetidas a uma ANOVA *Between-Within* para medidas repetidas de modelo: 5 grupos experimentais (alegria, medo, neutra, surpresa e tristeza) x 2 sexos de participante (homens e mulheres) x [2 lateralidades (face alvo à direita e à esquerda) x 2 gêneros da face (fotografias de faces masculinas e femininas)]. Os fatores "grupos experimentais", "sexos de participantes" foram tomados como fatores inter-sujeitos (*between-subjects*) e as variáveis "lateralidades" e "gêneros da face" como fatores intra-sujeitos (*within-subjects*).

O objetivo desta primeira análise era verificar se existiam diferenças entre os julgamentos de participantes homens e mulheres. A análise indicou que homens e mulheres obtiveram tempos de reação similares [$F(4,70) = 0,339$, $p=0,563$] e que não houve interações estatisticamente significativas entre os fatores "sexos de participantes" e "lateralidades" [$F(4,70) = 0,006$, $p=0,936$]; "sexos de participantes" e "gêneros da face" [$F(4,70) = 1,416$, $p=0,238$]; "sexos dos participantes" e "grupos experimentais" [$F(4,70) = 1,063$, $p=0,382$]. Também não foram significativas as interações triplas entre

os fatores “sexos de participantes”, “lateralidades” e “gêneros da face” [F(4,70) = 0,078, p=0,780] e entre os fatores “sexos de participantes”, “grupos experimentais” e “gêneros da face” [F(4,70) = 0,387, p=0,817]. A interação quádrupla entre todos os fatores do modelo não foi significativa [F(4,70) = 0,438, p=0,781].

Devido à ausência de diferenças estatisticamente significativas no julgamento de homens e mulheres, os dados experimentais foram agrupados e submetidos a uma nova ANOVA *Between-Within* para medidas repetidas de modelo: 5 grupos experimentais (alegria, medo, neutra, surpresa e tristeza) x [2 lateralidades (face alvo à direita e à esquerda) x 2 gêneros da face (fotografias de faces masculinas e femininas)]. Nesta análise, “grupos experimentais” foi tomado como um fator inter-sujeitos (*between-subjects*), enquanto “lateralidades” e “gêneros da face” foram tomados como fatores intra-sujeitos (*within-subjects*).

Resultados mostraram um efeito estatisticamente significativo do fator principal “grupos experimentais” [F(4,75) = 5,173, p < 0,01]. O pós-teste Bonferroni com ajustamento para comparações múltiplas foi utilizado para se comparar os grupos experimentais. Verificou-se que os tempos de reação dos participantes que discriminaram as faces de alegria (grupo 1) e neutra (grupo 3) foram menores que os tempos de reação dos participantes dos outros grupos experimentais (Figura 6). Foi observada também uma diferença estatística entre as faces de surpresa (grupo 4) e medo (grupo 2), sendo a primeira delas reconhecida mais rapidamente.

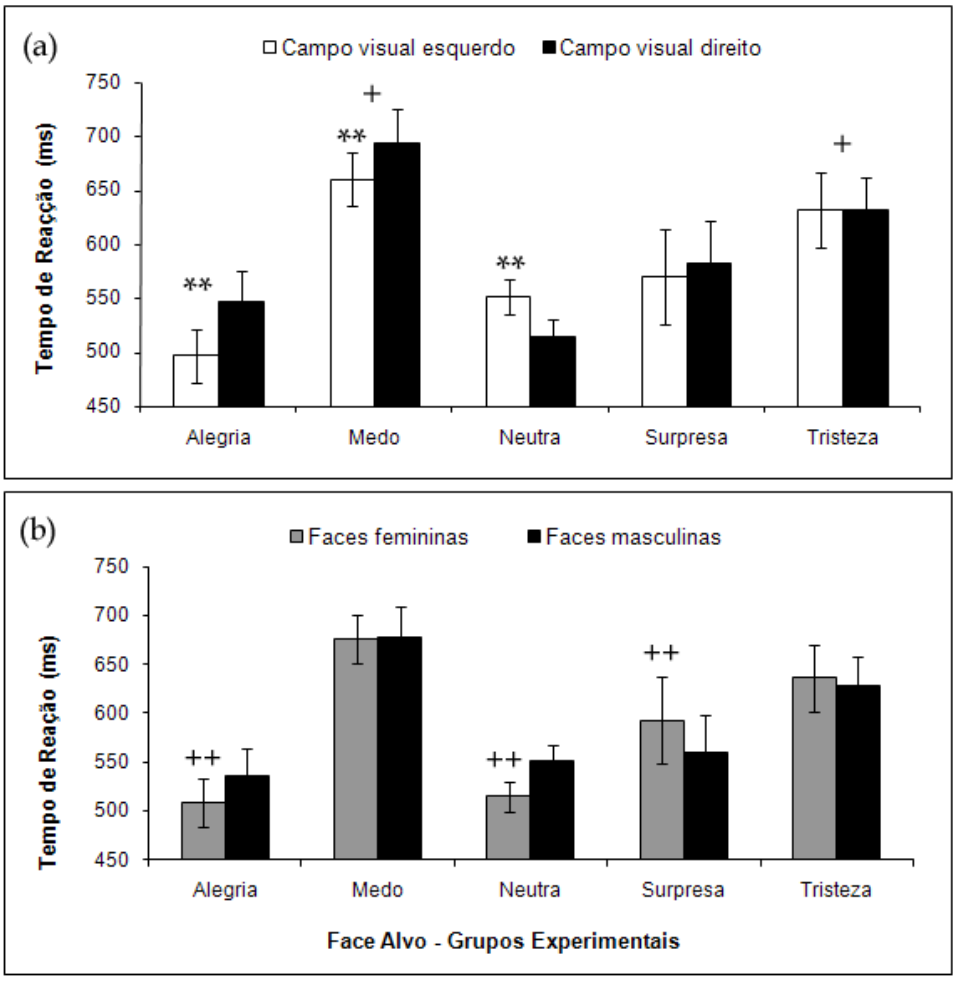


Figura 6. Médias e erros padrão dos tempos de reação para a percepção da face alvo em função do campo visual de apresentação (a) e gênero da face (b). Cada face alvo definiu um dos cinco grupos experimentais do estudo.
+ $p < 0,05$ faces de medo e tristeza comparadas com faces de alegria e neutra.
** $p < 0,05$ faces de alegria, neutra e medo no campo visual esquerdo comparadas com faces de alegria, neutra e medo apresentadas no campo visual direito.
++ $p < 0,05$ alegria, neutra e surpresa em faces femininas comparadas com alegria, neutra e surpresa em faces masculinas.

A análise dos tempos de reação indicou a existência de interações estatisticamente significantes entre os fatores "grupos experimentais" e "lateralidades" [$F(4,75) = 4,383$, $p < 0,01$] e entre "grupos experimentais" e "gêneros da face" [$F(4,75) = 7,026$, $p < 0,01$].

Com o objetivo de analisar a origem de tais interações, o pós-teste de Bonferroni com ajustamento para comparações múltiplas foi aplicado a cada um dos grupos experimentais. Os resultados indicaram um efeito do fator "lateralidades" no grupo experimental 1 (alvo - alegria) ($p < 0,01$), no grupo experimental 2 (alvo - medo) ($p < 0,05$), e no grupo experimental 3 (alvo - neutra) ($p < 0,05$). Nesta análise, foi possível verificar que expressões de alegria e medo foram percebidas mais rapidamente quando apresentadas no hemicampo visual esquerdo, indicando uma possível vantagem perceptiva do hemisfério direito para estas emoções (Figura 6a). De modo distinto, faces neutras foram identificadas mais rápido no hemicampo visual direito ($p < 0,05$), enquanto expressões de tristeza e surpresa não apresentaram diferenças entre os campos visuais de apresentação ($p > 0,05$).

A análise dos tempos de reação mostrou ainda diferenças para a percepção de emoções em faces masculinas e femininas (Figura 6b). Nos grupos experimentais 1 (alvo - alegria) e 3 (alvo - neutra), os participantes identificaram mais rápido as expressões de alegria e neutra em faces femininas, [$F(1,15) = 5,414$, $p < 0,05$] e [$F(1,15) = 20,026$, $p < 0,01$], respectivamente. Diferentemente, no experimento 4, expressões de surpresa foram reconhecidas mais rapidamente em faces masculinas [$F(1,15) = 15,502$, $p < 0,01$].

O pós-teste de Bonferroni permitiu que fossem comparados também os tempos de resposta para os diferentes pareamentos entre as faces alvo e distratora. Verificou-se que os participantes do primeiro grupo experimental (alvo - alegria) levaram mais tempo para discriminar alegria de medo que para discriminar alegria das faces de tristeza, surpresa e neutra. No terceiro experimento (alvo - face neutra), os participantes levaram mais tempo para discriminar a face neutra da face de tristeza que para discriminar a face neutra das faces de alegria, surpresa e medo (Figura 7).

Poder-se-ia considerar que tais diferenças indiquem um padrão de confusão entre as diferentes emoções, em que se observa que quanto maior a similaridade entre as faces ou expressões, maior é o tempo requerido para se discriminá-las. Alguns estudos têm apontado a existência de tal relação (POSNER; RAICHLE, 1994). Em geral, um maior tempo é gasto e maiores erros de julgamento são cometidos em tarefas experimentais que utilizam estímulos mais semelhantes entre si. Conseqüentemente, no grupo experimental 1, poder-se-ia supor que a expressão de alegria é de alguma maneira mais parecida com medo que com as faces de tristeza, neutra e de surpresa, visto que os participantes levaram mais tempo para discriminar alegria de medo. Analogamente, no grupo experimental 3, haveria uma maior similaridade entre a face neutra e a expressão de tristeza do que entre a face neutra e as demais emoções distratoras (Figura 7).

No grupo experimental 4 (alvo - surpresa), foi verificado que os participantes levaram mais tempo para discriminar surpresa de medo que para discriminar a face de surpresa das de alegria, neutra e tristeza. No grupo experimental 5, foi observado que a expressão de tristeza foi discriminada mais rapidamente de alegria que das outras faces (Figura 7). Estes resultados são especialmente interessantes, pois sugerem que a categoria emocional da expressão pode induzir processos cognitivos qualitativamente distintos, os quais, por sua vez, encontram-se refletidos nos diferentes tempos de resposta para cada pareamento de estímulos.

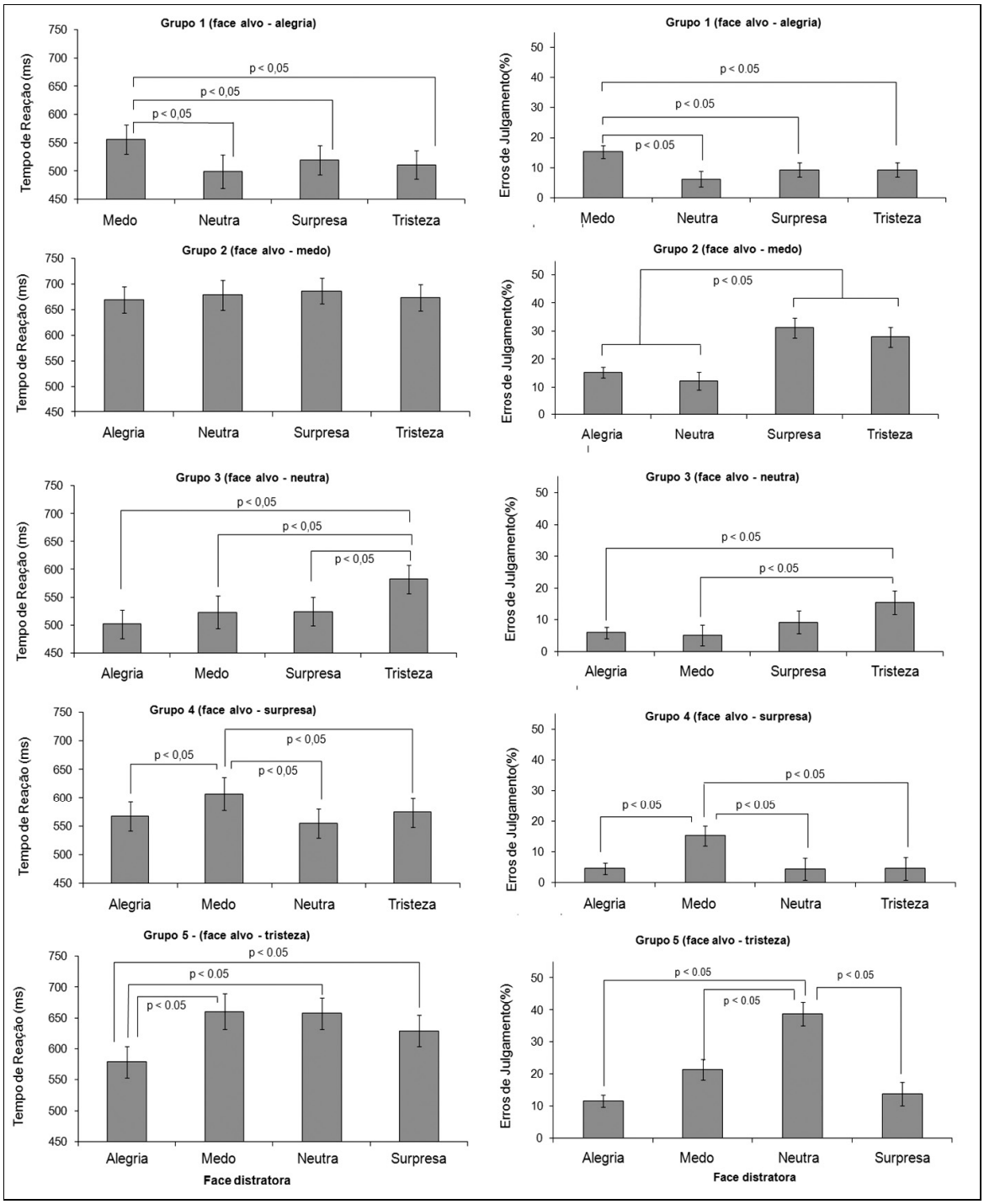


Figura 7. Médias e erros padrão dos tempos de reação e erros de julgamento para os pareamentos entre as faces alvo e distratora nos cinco grupos experimentais.

2.3.2 Análise dos erros de julgamento

O teste de normalidade de Shapiro-Wilk indicou que as porcentagens de erros dos participantes não apresentam uma distribuição normal ($p < 0.001$). Com o objetivo de converter tal distribuição em uma normal, foram aplicadas as transformações de dados normalmente utilizadas, tais como "raiz quadrada" e "log x" (HAIR et al., 1998). Apesar disso, as novas distribuições geradas foram também consideradas como não-normais pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,001$). Diante do resultado, optou-se pela aplicação de testes não-paramétricos aos dados experimentais.

Os erros de julgamento foram submetidos ao teste estatístico de Kruskal-Wallis a fim de determinar a existência de possíveis diferenças entre os gêneros de participantes da pesquisa. Resultados indicaram que homens e mulheres obtiveram taxas de acerto similares nos julgamentos [$H(4) = 0,005$, $p = 0,946$]. Por esta razão, os dados de homens e mulheres foram agrupados e submetidos a uma nova análise Kruskal-Wallis. Nessa análise foram investigados os efeitos das variáveis principais: "grupos experimentais" (alegria, medo, neutra, surpresa e tristeza), "lateralidades" (face alvo à direita e à esquerda), e "gêneros da face" (fotografias de faces masculinas e femininas).

A análise mostrou um efeito estatisticamente significativo do fator "grupos experimentais" [$H(4) = 36,172$, $p < 0,01$], indicando que os participantes dos grupos experimentais 2 (face alvo - medo) e 5 (face alvo - tristeza) cometeram, em geral, mais erros de julgamento que os participantes dos demais grupos experimentais (Figura 8). De modo distinto, não foram observados efeitos significativos para os fatores "lateralidades" e "gêneros da face" ($p > 0,05$).

Logo após a análise geral de dados, o Teste de Ranks de Friedman de duas vias foi aplicado individualmente a cada um dos cinco grupos experimentais. Os resultados

indicaram um efeito de lateralidade apenas para o experimento 3 (face alvo - neutra) [Fr(4) = 7,562, p < 0,01], no qual os participantes foram mais acurados em identificar a face neutra quando apresentada à direita do ponto de fixação (Figura 8a).

Efeitos do gênero da face foram observados na maioria dos grupos experimentais (Figura 8b). Nos grupos 1 (face alvo - alegria) e 3 (face alvo - neutra), os participantes discriminaram mais corretamente as faces neutra e de alegria em mulheres que homens [Fr(1) = 3,062, p < 0,05] e [Fr(1) = 4,000, p < 0,01], respectivamente. De modo distinto, nos grupos 4 (face alvo - surpresa) e 5 (face alvo - tristeza), os participantes foram mais precisos em discriminar as expressões em homens que mulheres, [Fr(1) = 5,062, p < 0,01] e [Fr(1) = 9,000, p < 0,05], respectivamente.

Tal como na análise dos tempos de reação, o tipo de pareamento face-distrator utilizado afetou os julgamentos dos participantes. No grupo 1, a face de alegria foi mais confundida com medo que com as faces de surpresa, tristeza e neutra [Fr(3) = 15.7125, p < 0.01]. No grupo 2, a expressão de medo foi discriminada mais acuradamente das faces de alegria e neutra que das expressões de tristeza e surpresa. Os erros de julgamento para os diferentes pareamentos entre faces alvo e distratoras estão representados na Figura 7. Tal como mencionado anteriormente, o número de erros pode ser um indicativo da similaridade ou dissimilaridade entre as expressões, em que quanto maior a similaridade, maior o número de erros cometidos para discriminá-las.

No grupo experimental 3 (face alvo - neutra), a face neutra foi mais confundida com tristeza que com as faces de medo e alegria. No grupo 4 (face alvo - surpresa), os erros de julgamento seguiram um padrão similar àquele observado na análise dos tempos de reação, revelando que os participantes foram melhores para discriminar surpresa de medo que para discriminar surpresa das outras emoções. No grupo 5, a face

de tristeza foi confundida mais freqüentemente com a face neutra que com as outras expressões.

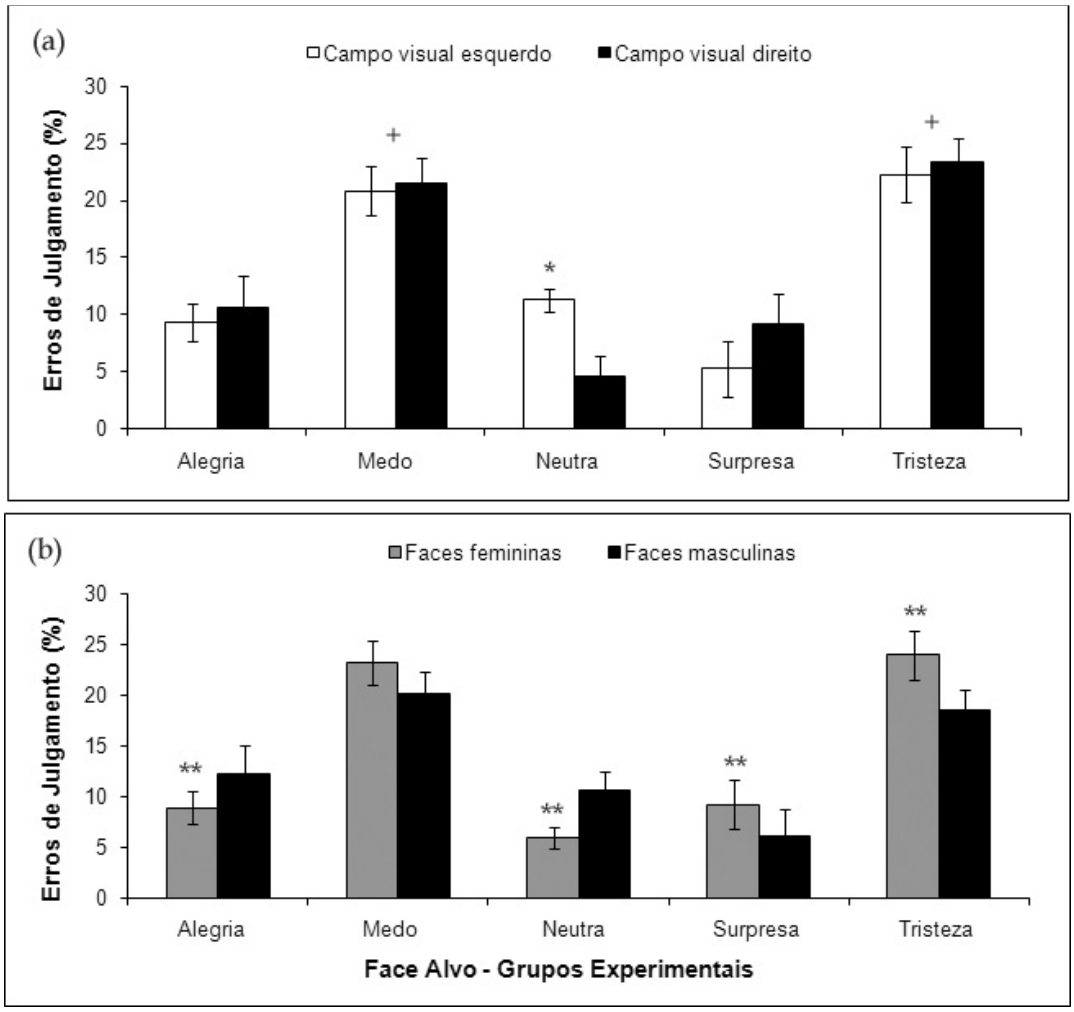


Figura 8. Médias dos erros de julgamento e erro padrão para a percepção da face alvo em função do campo visual de apresentação (a) e gênero da face (b). Cada face alvo definiu um dos cinco grupos experimentais realizados neste estudo.
+ $p < 0,05$ faces de medo e tristeza comparadas com alegria, neutra e surpresa.
* $p < 0,05$ face neutra no campo visual esquerdo comparada com a face neutra no campo visual direito.
** $p < 0,05$ alegria, neutra , surpresa e tristeza em faces femininas comparadas com alegria, neutra, surpresa e tristeza em faces masculinas.

2.3.3 Análise dos pareamentos alvo-distrator

Além das comparações entre tipos de pareamento apresentadas na Figura 7, foi também possível realizar uma análise dos tempos de reação e erros de julgamento com base na função (alvo ou distratora) das faces durante o experimento.

No delineamento experimental apresentado na tabela 1, podemos verificar que cada um dos pareamentos entre face e distratora é apresentado duas vezes no experimento. Assim, observa-se, por exemplo, que as faces de alegria e tristeza aparecem pareadas tanto no grupo experimental 1, quanto no grupo experimental 5 (Tabela 1). Entretanto, existe uma diferença fundamental entre os dois grupos relacionada com as instruções experimentais. No grupo experimental 1, os participantes deveriam identificar a face de alegria, enquanto no grupo experimental 5, estes deveriam identificar a face de tristeza. Apesar dos estímulos serem fisicamente idênticos, diferentes instruções orientaram os julgamentos dos participantes em cada um dos grupos experimentais.

Na presente análise, os dados foram reagrupados de modo a indicar o efeito das instruções sobre os julgamentos de faces alvo e distratoras. Os tempos de reação e erros de julgamento para os diferentes tipos de pareamentos entre faces são apresentados nas Figuras 9, 10, 11, 12 e 13.

Foi possível verificar interessantes padrões de resposta nos grupos experimentais. Para os pareamentos realizados com a face de alegria (Figura 9), foi observada uma tendência dos participantes discriminarem mais rapidamente os estímulos quando a face de alegria era utilizada como alvo e não distrator. De maneira similar, nos pareamentos realizados com a face neutra, verificou-se uma facilitação nas discriminações quando a face neutra era apresentada como alvo (Figura 11). Estes resultados fazem certo sentido, já que corroboram achados anteriores, em que expressões de alegria e a face neutra foram discriminadas mais rapidamente e com maior acerto que as outras expressões. No presente

caso, entretanto, verificamos que esta vantagem perceptiva é ainda maior quando faces neutras e alegres são utilizadas como estímulos alvo e não distratores.

Foi observado um padrão oposto para os pareamentos realizados com as faces de medo e tristeza. Em geral, maiores tempos de reação e erros de julgamentos foram cometidos nas situações em que as expressões de medo e tristeza foram tratadas como faces alvo (Figuras 10 e 13). Estes resultados refletem peculiaridades no processamento de emoções faciais que dependem das instruções que orientam a procura visual dos observadores. Uma das possibilidades de explicação poderia estar relacionada com a existência de imagem mental de melhor qualidade para determinadas emoções, o que promoveria um aumento do desempenho para a busca da face. Tal hipótese pode fazer certo sentido, já que faces alegres são em geral identificadas mais rapidamente que faces tristes (LEPPÄNEN, HIETANEN, 2004).

Por outro lado, os presentes resultados estão em desacordo com outros trabalhos da literatura que utilizam o paradigma de procura visual de faces. Em geral, observa-se uma vantagem perceptiva para a detecção de faces alvo negativas em meio a uma multidão de faces distratoras positivas quando comparada com a situação inversa, em que faces alvo positivas são apresentadas em meio a uma multidão de faces negativas (HAHN et al., 2006; HORSTMANN; SCHARLAU; ANSORGE, 2006). Entretanto, as condições experimentais presentes nesses estudos de busca visual são relativamente distintas, já que costumam empregar um número elevado de faces distratoras. Tal diferença quantitativa no número de faces distratoras poderia induzir o uso de diferentes estratégias cognitivas de julgamento que afetariam os resultados experimentais.

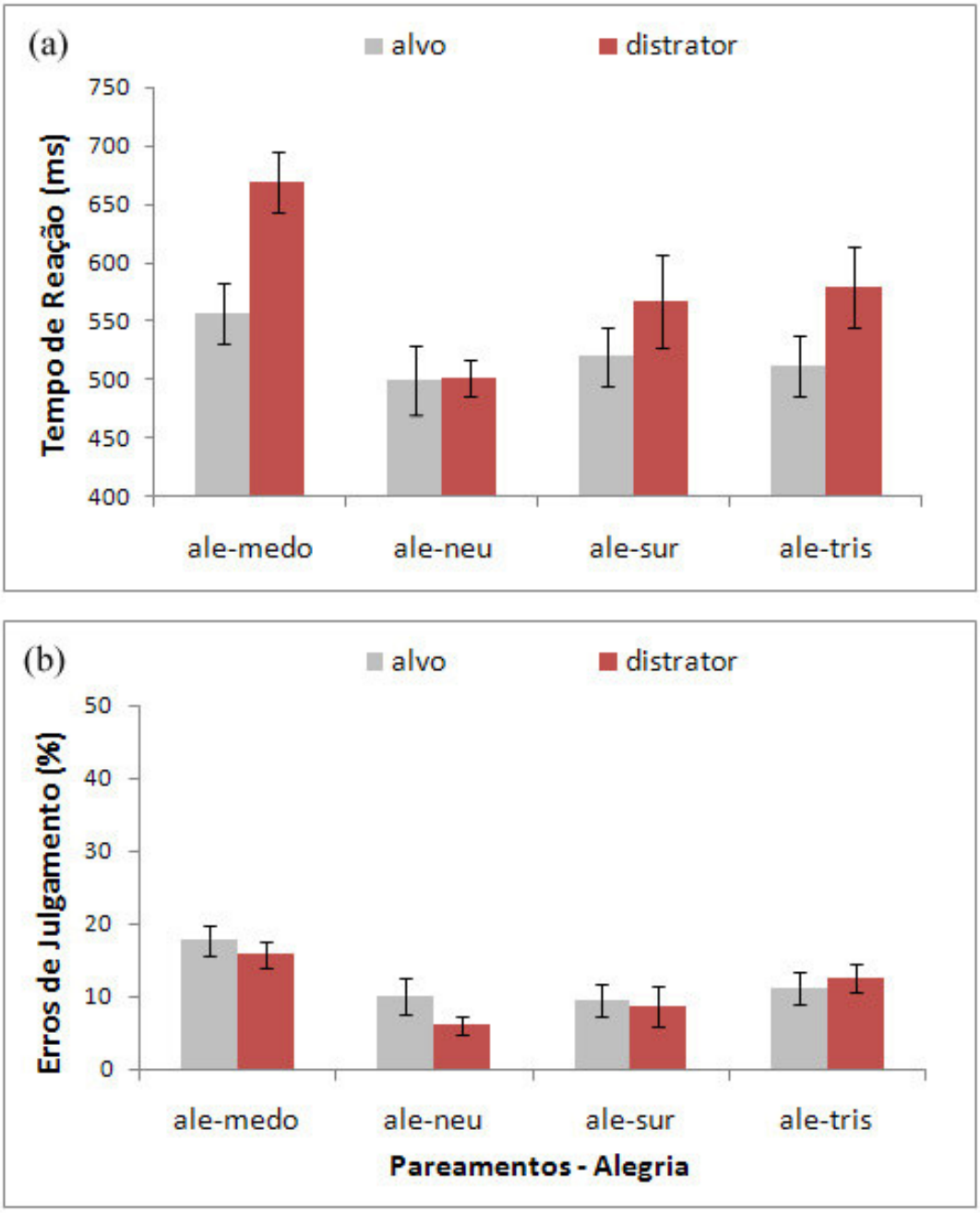


Figura 9. Médias dos tempos de reação (a) e erros de julgamento (b) com os respectivos erros padrão para os pareamentos realizados entre a face de alegria e as faces de medo, neutra, surpresa e tristeza. Em metade dos pareamentos, alegria era tratada como face alvo e, na outra metade, como face distratora.

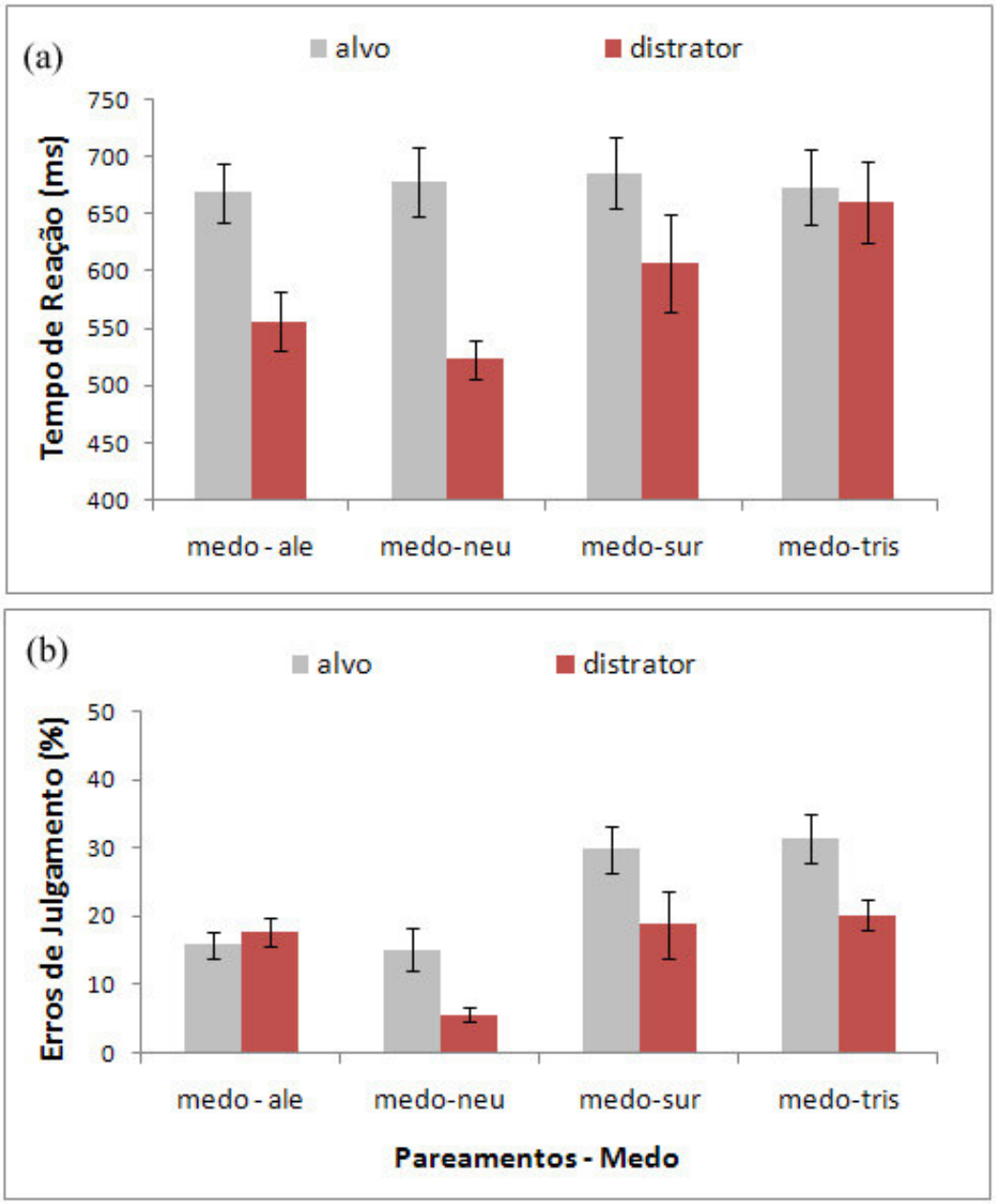


Figura 10. Médias dos tempos de reação (a) e erros de julgamento (b) com os respectivos erros padrão para os pareamentos realizados entre a face de medo e as faces de alegria, neutra, surpresa e tristeza. Em metade dos pareamentos, medo era tratado como face alvo e, na outra metade, como face distratora.

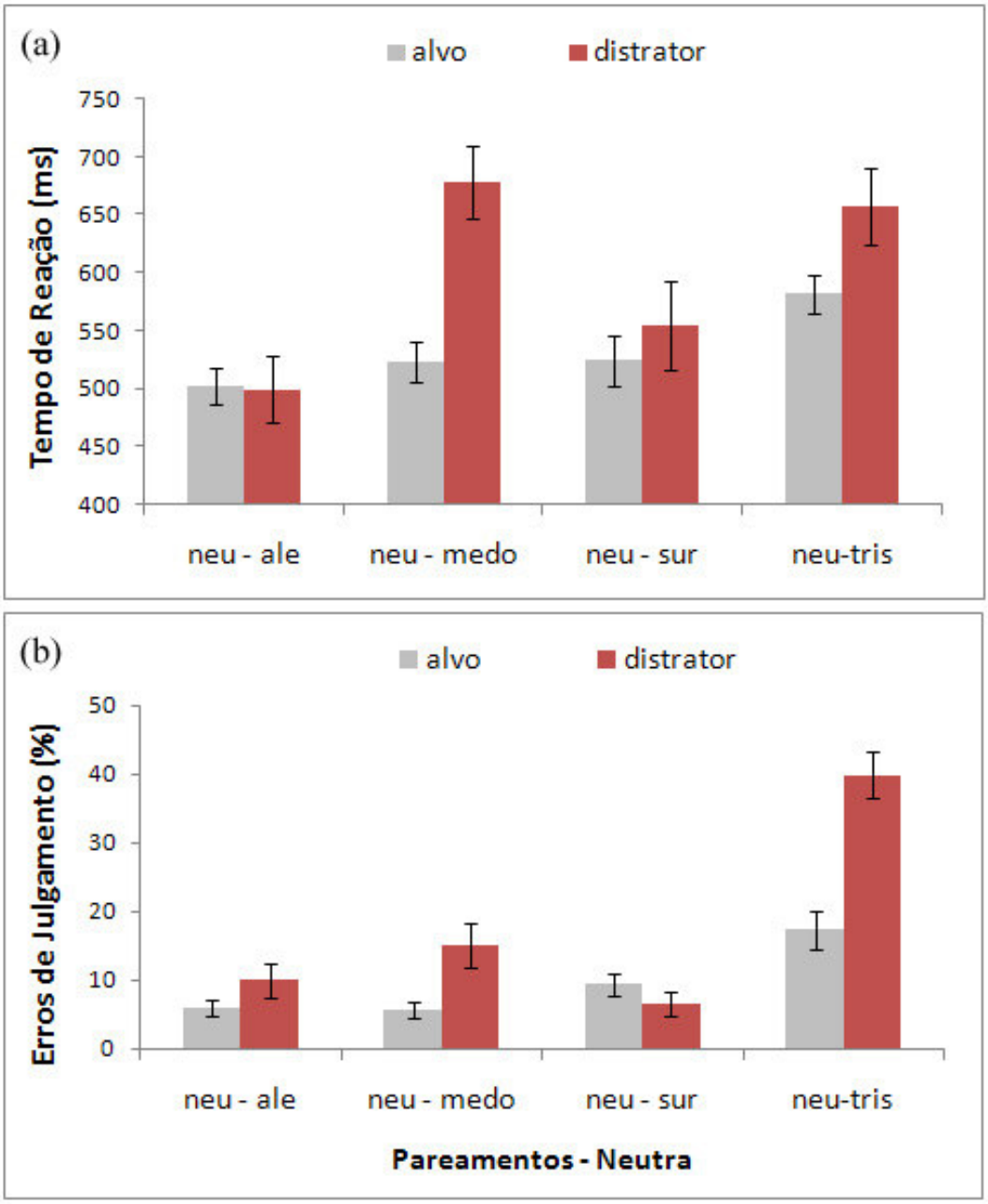


Figura 11. Médias dos tempos de reação (a) e erros de julgamento (b) com os respectivos erros padrão para os pareamentos realizados entre a face neutra e as faces de alegria, medo, surpresa e tristeza. Em metade dos pareamentos, a face neutra era tratada como alvo e, na outra metade, como face distratora.

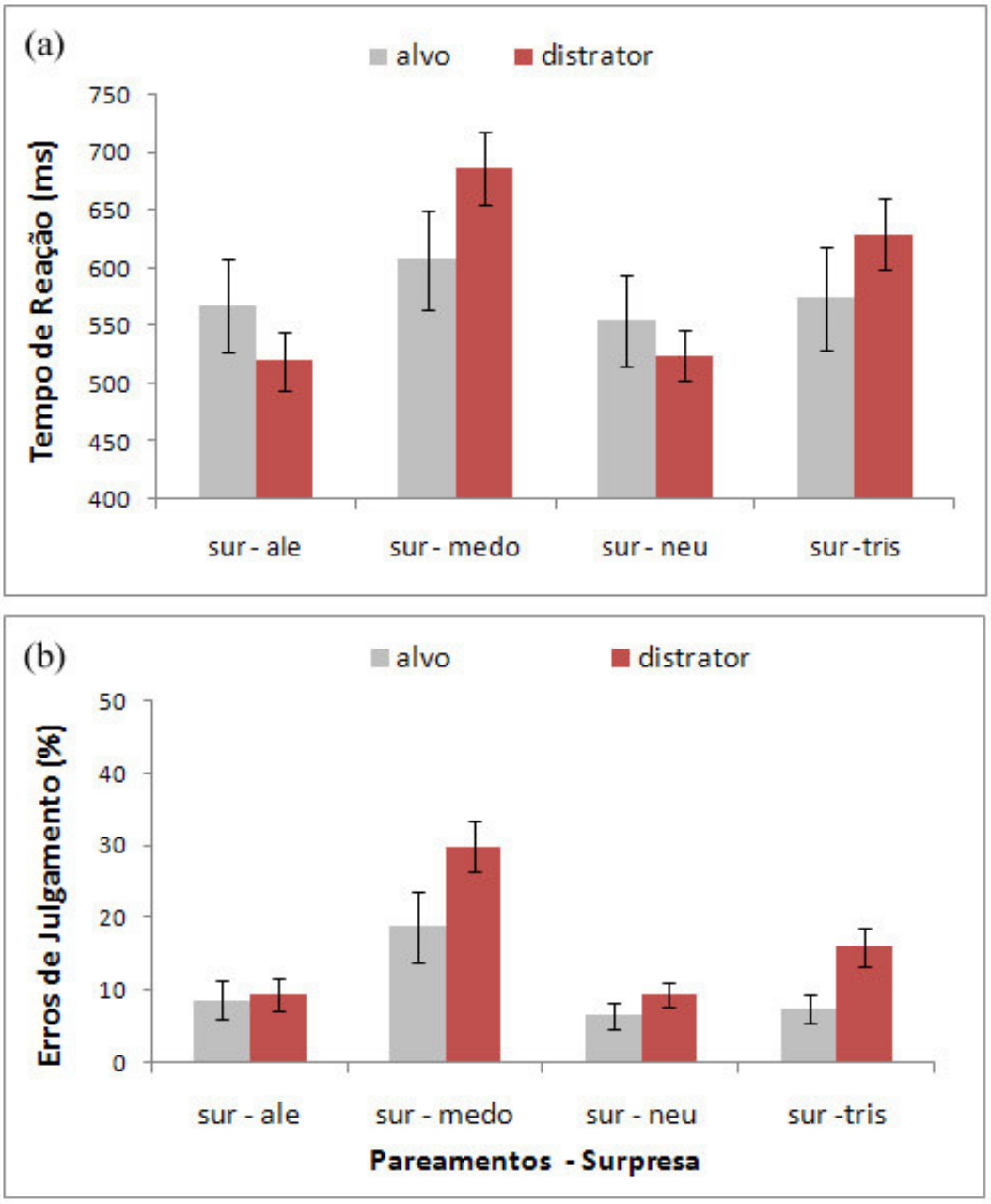


Figura 12. Médias dos tempos de reação (a) e erros de julgamento (b) com os respectivos erros padrão para os pareamentos realizados entre a face de surpresa e as faces de alegria, medo, neutra e tristeza. Em metade dos pareamentos, surpresa era tratada como face alvo e, na outra metade, como face distratora.

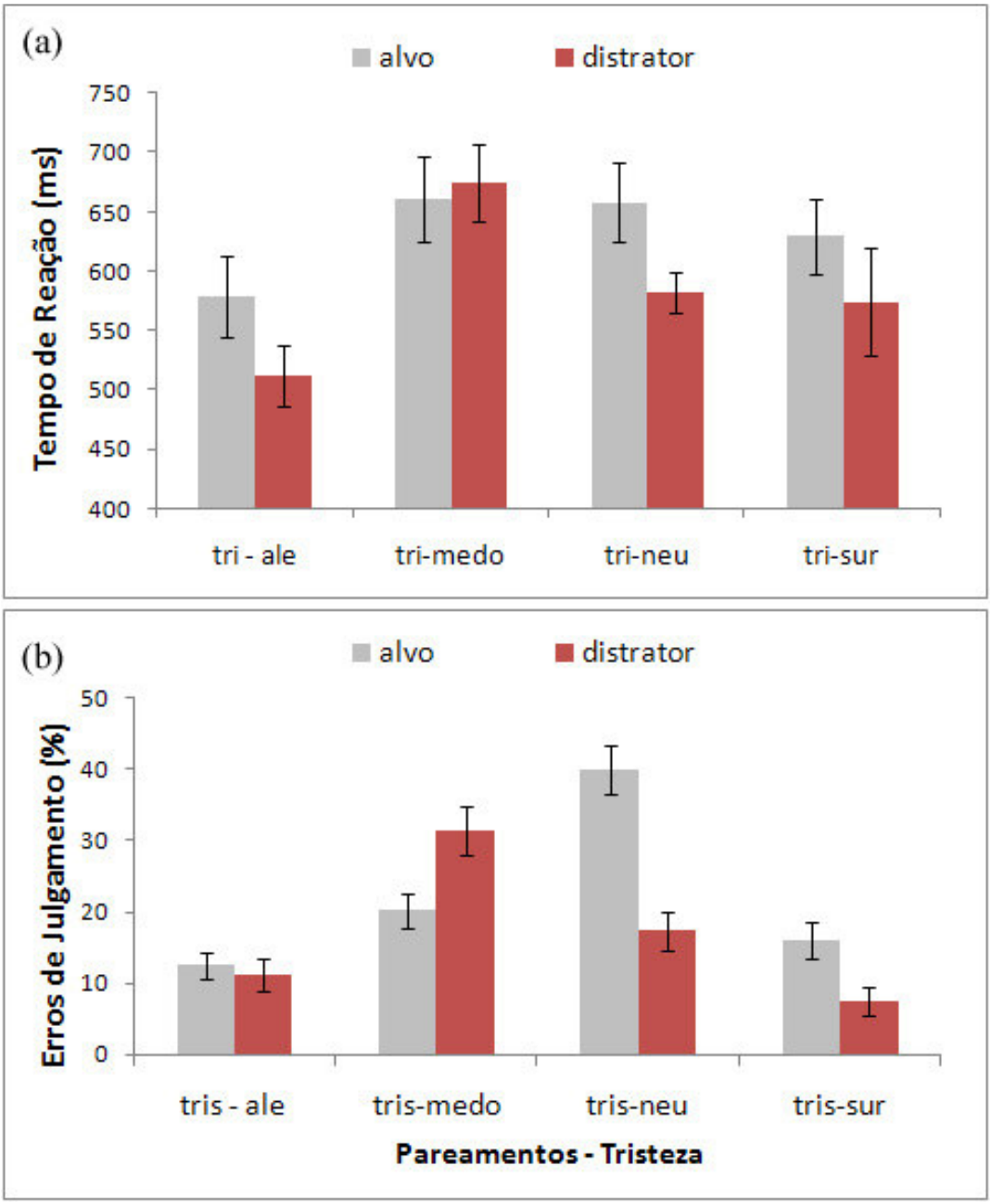


Figura 13. Médias dos tempos de reação (a) e erros de julgamento (b) com os respectivos erros padrão para os pareamentos realizados entre a face de tristeza e as faces de alegria, medo, neutra e surpresa. Em metade dos pareamentos, tristeza era tratada como face alvo e, na outra metade, como face distratora.

2.4 DISCUSSÃO

Na análise dos tempos de reação observou-se que expressões de alegria e medo foram percebidas mais rapidamente no hemicampo visual esquerdo. Considerando-se que estímulos apresentados no hemicampo visual esquerdo são enviados inicialmente ao hemisfério direito, os dados experimentais sugerem uma superioridade do hemisfério direito, em relação ao esquerdo, para o processamento de expressões faciais de alegria e medo. Para as outras expressões analisadas neste estudo, tristeza e surpresa, não houve diferenças entre os campos visuais de apresentação das faces.

Estes resultados, apesar de não concordarem inteiramente com a hipótese do hemisfério direito, também não se ajustam precisamente à hipótese da valência. A hipótese do hemisfério direito prevê um melhor desempenho do hemisfério direito na percepção de todas as emoções, independentemente da valência (HELLIGE, 1993). Entretanto, foi encontrada uma vantagem do hemisfério direito apenas para a percepção de alegria e medo, mas não para a percepção de surpresa e tristeza. Analogamente, os resultados concordam parcialmente com a hipótese da valência, que prevê um melhor desempenho do hemisfério esquerdo no processamento de emoções positivas (alegria e surpresa) e uma vantagem do hemisfério direito para processar emoções negativas (medo e tristeza) (DAVIDSON, 1995). Nos resultados experimentais verificamos, entretanto, que o hemisfério direito apresentou um melhor desempenho, em relação ao esquerdo, tanto para uma emoção positiva (alegria), quanto para uma emoção negativa (medo).

Uma vantagem para a percepção de faces neutras no campo visual direito foi encontrada em ambas as análises de tempo de reação e erros de julgamento. A primeira vista, poder-se-ia supor que o hemisfério esquerdo apresenta uma vantagem na percepção de faces neutras. Entretanto, duas hipóteses podem ser formuladas para explicar estes achados. Na primeira delas, poder-se-ia realmente considerar que faces

neutras são melhor processadas pelo hemisfério esquerdo, dado que menores tempos de reação foram obtidos para faces neutras apresentadas no campo visual direito. Na segunda hipótese, os resultados experimentais poderiam indicar uma vantagem do hemisfério direito no processamento de expressões emocionais em geral. A explicação para esta última conjectura pode ser melhor entendida ao se analisar o delineamento experimental. No grupo experimental 3, a face neutra foi usada como alvo, enquanto as expressões de alegria, medo, surpresa e tristeza foram utilizadas como estímulos distratores. Tal como mencionado anteriormente, em metade das tentativas, a face neutra foi apresentada no campo visual esquerdo e, na outra metade, no campo visual direito. Conseqüentemente, apresentações de faces neutras à direita foram pareadas com apresentações de faces emocionais à esquerda. Assim, se os participantes usaram uma estratégia de julgamento no qual buscaram determinar se uma face emocional havia sido apresentada ou não no hemicampo visual esquerdo, eles poderiam ser beneficiados pelos recursos cognitivos do hemisfério direito na identificação de expressões faciais. Em outras palavras, o melhor desempenho ao perceber faces neutras no hemicampo visual direito poderia ser resultante de uma vantagem do hemisfério direito em perceber faces emocionais apresentadas no campo visual esquerdo, independentemente da valência positiva ou negativa da face.

No presente estudo, consideramos que a segunda hipótese, isto é, a que prediz um melhor desempenho do hemisfério direito no processamento das emoções, é a mais provável delas por duas razões. Em primeiro lugar, devido ao fato que, na literatura relacionada ao tema, aparentemente não existem estudos que indiquem uma vantagem do hemisfério direito para o processamento de faces neutras. Em segundo lugar, a segunda hipótese concorda com os outros resultados da pesquisa que sugerem uma vantagem do hemisfério direito para a percepção de expressões faciais, ainda que essa

vantagem não tenha ocorrido para todos os tipos de expressões. Quando analisamos em conjunto os resultados obtidos para a percepção de faces neutras e expressões faciais de alegria e medo, verificamos uma tendência de ajuste destes resultados com a hipótese do hemisfério direito.

Na literatura científica, outros trabalhos têm também sugerido que o hemisfério direito desempenhe um papel predominante no processamento de faces e expressões faciais (BLONDER; BOWERS; HEILMAN, 1991; BOWERS et al., 1991; ISHAI; SCHMIDT; BOESIGER, 2005) e outros tipos de estímulos afetivos, tais como, palavras com entonação emocional positiva (KING; KIMURA, 1972) e palavras de significação positiva (BOROD et al., 2000). É importante mencionar que tais descobertas não discordam necessariamente de uma das versões da hipótese da valência que investiga o processo de experiência emocional. Um grande número de estudos tem apresentado fortes evidências em favor de uma lateralização da experiência emocional exatamente nos termos descritos pela hipótese da valência, mostrando que o hemisfério esquerdo está fortemente associado à experiência de afetos positivos e o hemisfério direito à experiência de afetos negativos (DAVIDSON; FOX, 1982; WHEELER; DAVIDSON; TOMARKEN, 1993).

O gênero da face utilizada afetou os julgamentos dos participantes em ambas as análises de tempo de reação e erros de julgamento. Faces neutras e de alegria foram detectadas mais rapidamente e com maior acerto em faces femininas, ao passo que expressões de surpresa foram detectadas mais rapidamente em faces masculinas. Expressões de tristeza, por sua vez, foram identificadas mais rapidamente em faces masculinas.

Alguns estudos têm relatado diferenças na percepção de faces de homens e mulheres, entretanto, as razões por que ocorrem ainda não estão claras. Uma das

possibilidades é que diferenças na expressão de homens e mulheres estejam relacionadas a diferenças na expressão emocional entre os sexos. Kring e Gordon (1998), revisando um grande número de trabalhos, que utilizaram distintas metodologias e técnicas na investigação das diferenças emocionais entre os sexos, verificaram que, em geral, as mulheres são emocionalmente mais expressivas que os homens. Tal descoberta, entretanto, não pode facilmente explicar nossos resultados, dado que somente as faces neutras e de alegria foram percebidas mais facilmente em mulheres. Outra possibilidade é que algumas expressões, como surpresa, sejam expressas mais intensamente em homens, enquanto outras emoções, como alegria, sejam mais evidentes em mulheres. Alguns estudos têm mostrado que diferenças entre indivíduos nos processos de regulação e reatividade emocional podem determinar o estilo afetivo pessoal e as características da expressão emocional (DAVIDSON, 2003).

Considerando que a amostra do presente experimento foi composta predominantemente por voluntárias, uma das questões que poderiam ser levantadas é se o sexo dos participantes não interagiu com o sexo da face, influenciando os resultados do presente estudo. As análises estatísticas indicaram, entretanto, uma ausência de tal interação entre fatores. Além disso, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os julgamentos de homens e mulheres.

Outros trabalhos na literatura indicam uma ausência de interação entre o gênero dos participantes e o gênero do estímulo. Hugdahl, Iversen e Johnsen (1993) conduziram um estudo sobre o problema utilizando o método de apresentações lateralizadas de expressões faciais. Não foi encontrada interação entre o sexo do participante e do estímulo, sugerindo que estes fatores não estão inter-relacionados na pesquisa sobre lateralidade.

Foi encontrado também um efeito da categoria da emoção sobre os julgamentos dos participantes. Vários estudos utilizando figuras e faces esquemáticas como estímulos têm indicado que faces alegres são normalmente reconhecidas mais rapidamente que faces tristes (CREW; HARRISON, 1994; KIRITA; ENDO, 1995). No presente estudo, foram encontrados resultados similares para expressões de alegria e tristeza, sendo a primeira percebida mais rapidamente. Entretanto, a maior parte destes estudos tem investigado apenas os tempos de reação, mas não os erros de julgamento (LEPPÄNEN; HIETANEN, 2004). Por esta razão, entendemos que o presente trabalho, ao estudar simultaneamente ambas as respostas comportamentais, analisa mais detalhadamente o tema da percepção de expressões positivas e negativas.

Na análise geral, em que os cinco grupos experimentais foram comparados uns aos outros, verificou-se que as faces de alegria, neutra e de surpresa foram percebidas mais rapidamente e com maior acerto que as expressões de tristeza e medo. Isto indica que expressões faciais positivas (alegria e surpresa) são identificadas mais rapidamente que expressões faciais negativas (tristeza e medo). A expressão neutra seguiu o mesmo padrão das emoções positivas, sendo identificada mais rápido que as negativas.

Muitas tentativas têm sido realizadas a fim de explicar a razão das diferenças na percepção de expressões positivas e negativas (LEPPÄNEN; HIETANEN, 2004). Alguns têm argumentado que a vantagem para processamento de expressões positivas resulta simplesmente das características de baixo nível do estímulo. Em tal caso, a face alegre seria mais saliente em razão do típico sorriso que a caracteriza, enquanto as expressões negativas seriam mais parecidas entre si (JOHNSTON; KATSIKITIS; CARR, 2001). Öhman, Lundqvist e Esteves (2001) consideram que emoções negativas são mais difíceis de serem submetidas ao controle voluntário que emoções positivas; e por tal razão, apresentam maior variabilidade e menor autenticidade em sua pose.

Entretanto, os argumentos teóricos baseados exclusivamente em informações de baixo nível do estímulo (por exemplo, a orientação ou curvatura das linhas que definem a expressão facial) são insuficientes para se explicar as vantagens obtidas para o processamento de palavras de significação positiva e figuras atrativas, as quais são também caracterizadas mais rapidamente que suas equivalentes de valência negativa (LEHR; BERGUM; STANDING, 1966; STENBERG; WIKING; DAHL, 1998).

Leppanën e Hietannen (2004) realizaram um estudo minucioso com o objetivo de explicar as diferenças na percepção de expressões positivas e negativas. Inicialmente, observaram que expressões positivas foram reconhecidas mais rapidamente que expressões negativas em fotografias e em faces esquemáticas. Para verificar se um processamento diferencial para o arco de curvatura da boca (voltada para cima em alegria e para baixo em tristeza) afetava os resultados, foi realizado um experimento adicional onde se apresentavam apenas com curvas voltadas para cima, curvas voltadas para baixo e linhas retas. Os resultados mostraram que curvas voltadas para cima foram classificadas tão rapidamente quanto curvas voltadas para baixo, sugerindo que o processamento de faces alegres está baseado mais em suas propriedades holísticas que nas características particulares de sua configuração (boca virada para baixo ou para cima).

Quando os grupos experimentais foram analisados separadamente, foi possível verificar diferenças interessantes entre os pares de faces alvo e distratora que confirmam alguns dos achados da literatura sobre o tema. Por exemplo, quando a face neutra foi usada como face alvo, os participantes levaram mais tempo para discriminar a face neutra da face de tristeza. Estes resultados concordam com os de Johnston, Katsikitis e Carr (2001), que mostraram que faces neutras são mais freqüentemente confundidas com tristeza que com alegria. No grupo experimental 4, em que surpresa foi usada como

expressão alvo, verificou-se que esta foi mais freqüentemente confundida com medo que com as faces de alegria, tristeza e neutra. Alguns estudos têm realmente indicado uma confusão entre expressões de surpresa e medo, especialmente quando realizados em culturas ágrafas (EKMAN; FRIESEN, 1971; WANG; MARKHAM, 1999). Deste modo, pode-se inferir que o grau de similaridade e dissimilaridade entre as expressões usadas no par alvo-distrator afeta tanto o tempo de reação como os erros de julgamento dos participantes.

Os resultados dessa pesquisa tendem a concordar com a hipótese do hemisfério direito, a qual atribui um maior envolvimento deste hemisfério no processamento emocional (BOROD et al., 1998). No presente estudo, a vantagem do hemisfério direito se mostrou mais evidente para a percepção de expressões faciais de alegria e medo. Os outros resultados experimentais indicam ainda que o gênero e a valência emocional das faces apresentadas influenciam os julgamentos de tempo de reação e os erros de julgamento dos participantes. Desta maneira, entendemos que a percepção de expressões faciais se apresenta como um fenômeno complexo, sendo afetada por diferentes variáveis que medeiam o processamento perceptivo e cognitivo das informações.

3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A ausência de diferenças entre os julgamentos de homens e mulheres observada no presente estudo deve ser considerada com certa cautela. Um dos fatores que pode haver contribuído para a ausência de diferenças entre os gêneros pode estar associado à distribuição não equitativa de participantes homens (15 indivíduos) e mulheres (65 indivíduos) no experimento. Assim, deve-se considerar a possibilidade de que outros estudos, utilizando uma maior amostra de participantes homens, encontrem resultados distintos para a comparação entre gêneros.

É interessante notar que, embora a amostra tenha sido constituída predominantemente por mulheres, foram encontrados efeitos estatisticamente significativos da assimetria entre os hemisférios cerebrais na percepção das expressões faciais, especialmente para as expressões de alegria e medo. Muitos autores têm sugerido que os sexos diferem fundamentalmente com relação ao grau de lateralização hemisférica. Embora, em muitos casos, mulheres apresentem um padrão de assimetria semelhante ao homem, verifica-se que, em geral, as habilidades cognitivas estão distribuídas mais bilateralmente nas mulheres. Homens, por outro lado, tendem a apresentar um processamento mais lateralizado das funções cognitivas (HELLIGE, 1993). Estudos de lesão cerebral mostram, por exemplo, que homens têm três vezes mais chances de serem acometidos por afasia devido à lesão no hemisfério esquerdo que mulheres (MCGLONE, 1978). Relativo ao processamento de expressões e faces, Proverbio et al. (2006) verificaram que homens apresentam um padrão mais destacado de assimetria cerebral, com a ativação da região temporo-occipital direita durante o processamento de faces. Distintamente, nas mulheres foram observadas ativações mais bilateralmente localizadas.

É importante mencionar que outras variáveis relacionadas à percepção das expressões faciais não foram totalmente controladas neste estudo, tal como a fase do

ciclo menstrual das participantes. Recentes estudos têm mostrado que as fases do ciclo menstrual exercem um papel mediador no reconhecimento de determinadas expressões emocionais. Pearson e Lewis (2005), por exemplo, investigaram o reconhecimento de expressões faciais básicas em diferentes estágios do ciclo menstrual e verificaram que as mulheres se tornam mais acuradas para reconhecer expressões faciais de medo no período pré-ovulatório. Estas diferenças de desempenho parecem estar associadas às flutuações do hormônio estrogênio durante o ciclo menstrual, visto que maiores acertos no reconhecimento de expressões faciais de medo foram verificados durante a fase do ciclo em que maiores níveis de estrogênio estavam presentes (período pré-ovulatório). Por sua vez, um pior desempenho no reconhecimento de expressões de medo foi observado durante a fase do ciclo que apresenta os menores níveis de estrogênio (menstruação). Infelizmente, na presente investigação, não foi possível analisar o papel do ciclo menstrual sobre a percepção das emoções faciais. Por outro lado, é interessante notar que aparentemente não existem estudos que investiguem as influências do ciclo menstrual sobre o padrão de assimetria hemisférica para a percepção de expressões faciais, sendo assim desconhecido o seu possível efeito mediador na lateralização hemisférica.

4 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS SOBRE A TÉCNICA DE CAMPO VISUAL DIVIDIDO

Na presente investigação, foi utilizada a técnica de campo visual dividido com a apresentação lateralizada de estímulo faciais na tela computador. Apesar de haverem sido controlados os movimentos oculares dos observadores e outras variáveis de importância metodológica, a técnica experimental utilizada neste estudo apresenta certas limitações inerentes ao método.

A técnica de campo dividido permite que se façam comparações somente entre o desempenho geral dos hemisférios esquerdo e direito na execução de uma tarefa, pouco esclarecendo sobre o envolvimento das estruturas internas de cada hemisfério no processamento das informações. Alguns autores têm sugerido que os padrões de assimetria cerebral podem ser mais complexos que os preditos pelas hipóteses do hemisfério direito e da valência. Wager et al. (2003), por exemplo, ao realizarem uma meta-análise de 65 estudos de neuroimagem, verificaram que quando determinadas estruturas intra-hemisféricas são levadas em consideração um distinto padrão de lateralização aparece. Em determinadas estruturas parece haver uma tendência de lateralização esquerda da emoção, enquanto em outras tende a ocorrer uma lateralização direita da emoção.

Na literatura científica têm-se freqüentemente debatido sobre a natureza absoluta e relativa da assimetria cerebral. Os primeiros modelos do funcionamento cerebral tendiam a conceber a lateralização das funções cerebrais em termos absolutos, o que implicava a localização de complexas funções cognitivas, como o pensamento lógico e a criatividade, em um único hemisfério cerebral (GAINOTTI, 1972). Atualmente, no entanto, se sabe que mesmo funções fortemente lateralizadas dependem do funcionamento de ambos os hemisférios. A linguagem falada em homens destros, por exemplo, depende tanto de estruturas no hemisfério esquerdo para a produção das sentenças gramaticais (área de Broca), quanto de estruturas do hemisfério direito para

que seja adicionada a entonação emocional (prosódia) apropriada ao discurso. Dado que ambos os componentes da linguagem são importantes para a compreensão da fala, parece existir uma dominância hemisférica relativa para a linguagem, sendo o hemisfério especializado nos processos de produção verbal e o direito no controle da entonação emocional.

Em certa medida, o debate acerca dos padrões absolutos e relativos da assimetria cerebral deve também levar em consideração a organização do sistema emocional. Davidson (1995) e outros autores têm proposto que o sistema emocional estaria subdividido em três grandes subsistemas encarregados da percepção, experiência e expressão da emoção. Diversas pesquisas têm indicado que estes subsistemas não necessariamente exibem um mesmo padrão de assimetria hemisférica. Sendo assim, a pesquisa sobre a lateralidade necessita de cautela com a generalização de seus resultados, já que um grande sistema emocional ou cognitivo pode estar dividido em subsistemas menores e que apresentam tendências distintas de lateralização hemisférica.

As técnicas de neuroimagem cerebral têm também contribuído bastante para o estudo da assimetria cerebral, pois possibilitam uma identificação mais precisa *in vivo* das áreas ativadas em cada um dos hemisférios cerebrais durante a execução de uma tarefa. Entretanto, apesar dos recentes avanços trazidos pela investigação por neuroimagem, muitas limitações de ordem prática e metodológica têm sido constatadas no uso desta técnica, especialmente no que se refere aos métodos utilizados para a quantificação da lateralidade hemisférica. Jansen et al. (2006), por exemplo, realizaram uma análise sistemática dos dois principais métodos de quantificação da assimetria cerebral utilizados na pesquisa com fMRI, que são: 1) o índex de lateralização baseado na contagem dos *voxels* ativos acima de um limiar estatístico pré-estabelecido (extensão do volume ativado), e 2) o índex de lateralização baseado nas mudanças de intensidade

de sinal dos *voxels* em uma determinada região de interesse. No estudo, estes dois indexes de lateralização foram avaliados em função dos critérios de reprodutibilidade (capacidade de um teste exibir resultados similares quando aplicado repetidas vezes em um mesmo sujeito) e "robustez" (capacidade de que resultados similares sejam obtidos quando determinados parâmetros externos da análise são alterados, tal como o nível de limiar estatístico). Jansen et al. (2006) verificaram que os dois índices de lateralização mais utilizados na pesquisa sobre lateralidade com ressonância magnética não apresentam níveis confiáveis nem de reprodutibilidade nem de "robustez".

Apesar das limitações inerentes a estes métodos experimentais, entendemos que uma adequada integração entre os resultados obtidos com a técnica de campo visual dividido, os métodos de aquisição de imagem cerebral, e os estudos de lesão cerebral, pode prover um quadro mais completo da assimetria cerebral no processamento das expressões faciais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve por objetivo investigar o padrão de assimetria hemisférica para a percepção de expressões faciais de valência positiva e negativa. Foram utilizados os mesmos critérios de Christman e Hackworth (1993) e Rodway, Wright e Hardie (2003) na classificação da valência das emoções, sendo expressões de alegria e surpresa classificadas como estímulos de valência positiva, e expressões de medo e tristeza consideradas estímulos de valência negativa.

Apesar de se haver utilizado estes critérios, os resultados do estudo devem ser compreendidos em um contexto mais amplo acerca da classificação das emoções em positivas e negativas. Na literatura científica, parece não haver grandes discordâncias com relação à valência emocional das expressões faciais de medo, tristeza e alegria (ORTONY; CLORE; FOSS, 1987). Expressões de medo e tristeza apresentam valência negativa, enquanto expressões de alegria possuem valência positiva. Por outro lado, existe um importante debate acerca da classificação da expressão de surpresa em termos de sua valência e de seu significado como emoção.

Embora a emoção de surpresa esteja incluída na lista de emoções básicas (EKMAN; FRIESEN; ELLSWORTH, 1982), existem indícios para se pensar que surpresa não é uma emoção. Argumenta-se que uma emoção é um estado afetivo em que necessariamente se apresenta uma valência positiva ou negativa (ORTONY; CLORE; FOSS, 1987). De acordo com esta visão, seria inconcebível aceitar as emoções como estados afetivamente neutros. Quando se analisam mais detalhadamente as condições nas quais a surpresa ocorre, verifica-se que este estado pode ser também afetivamente neutro. Saber se que alguém foi surpreendido por alguma coisa, pouco informa sobre o estado afetivo da pessoa. Ortony e Turner (1990, p. 317) ilustram claramente as possibilidades pelas quais os estados de surpresa podem ser considerados positivos, negativos ou neutros:

> "Para ver isto, compare os casos de se ficar surpreso por haver ganhado um grande prêmio na loteria (positivo), ser surpreendido por um carro completamente novo haver falhado a partida de manhã (negativo), e ser surpreendido por um fato altamente improvável, mas pessoalmente irrelevante, tal como o de que todos os membros de uma mesma banca fazem aniversário no mesmo dia por acaso (neutro)."

Ortony e Turner (1990), desta perspectiva, concebem a surpresa como um estado cognitivo intrinsecamente desprovido de valência, que está mais associado a aspectos de conhecimento e crenças do que ao afeto. Estudos transculturais corroboram o questionamento do status de surpresa como emoção básica. Têm-se demonstrado, por exemplo, que expressões de surpresa e medo são freqüentemente confundidas em culturas ágrafas (EKMAN; FRIESEN, 1971; WANG; MARKHAM, 1999). De acordo com Russell (1991), as línguas Fore, Dani e o Malaio não possuem uma palavra para surpresa. No Ifaluk, a língua de um dos povos da micronésia, não existe um termo que corresponda precisamente à surpresa tal como entendida no inglês ou no português, já que existe uma palavra para a surpresa agradável (kcr) e uma para a surpresa desagradável (rus) (LUTZ, 1980 apud RUSSELL, 1991).

Se considerarmos os atuais questionamentos da surpresa como emoção básica, podemos analisar de modo relativamente distinto a percepção de expressões positivas e negativas. Aparentemente, a única expressão facial básica com inquestionável valência positiva seria a alegria. Todas as demais expressões faciais básicas possuiriam valência negativa (medo, raiva, tristeza, nojo) e a expressão de surpresa não apresentaria um caráter positivo ou negativo de valência estabelecido *a priori*. Portanto, se reduzirmos o

conjunto de expressões faciais positivas à expressão de alegria, obtém-se no presente estudo um padrão de lateralização hemisférica inteiramente concordante com a hipótese do hemisfério direito para o processamento de emoções positivas. Este padrão de lateralização, por sua vez, é distinto daquele previsto pela hipótese da valência, que estabelece um melhor desempenho do hemisfério esquerdo no processamento de emoções positivas.

Dentre as expressões faciais negativas investigadas, verificamos que uma delas (medo) foi identificada mais rapidamente no campo visual direito, enquanto para a outra (tristeza) não houve diferenças entre os campos visuais de apresentação. Estes resultados indicam, portanto, uma tendência de lateralização de expressões de valência negativa no hemisfério direito.

No presente estudo, verificamos que a análise dos padrões de assimetria cerebral para o processamento das expressões faciais é um tema bastante complexo, pois parece depender do efeito mediador de inúmeras variáveis, tal como o gênero dos participantes e dos estímulos, e a categoria e valência das emoções investigadas. É importante que futuras pesquisas procurem aperfeiçoar os atuais métodos de investigação e, na medida do possível, integrá-los em uma análise mais completa da lateralidade.

6 REFERÊNCIAS

ABERCROMBIE, H. C.; SCHAEFER, S. M.; LARSON, C. L.; OAKES, T. R.; LINDGREN, K. A.; HOLDEN, J. E.; PERLMAN, S. B.; TURSKI, P. A.; KRAHN, D. D.; BENCA, R. M. Davidson, R. J. Metabolic rate in the right amygdala predicts negative affect in depressed patients. **Neuro Report**, v. 9, p. 3301-3307, 1998.

ABOITIZ, F.; MONTIEL, J. One hundred million years of interhemispheric communication: the history of the corpus callosum. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 36, p. 409-420, 2003.

ADOLPHS, R. Neural systems for recognizing emotion. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 12, p. 169-177, 2002.

ADOLPHS, R.; DAMASIO, H.; TRANEL, D.; DAMASIO, A. R. Cortical systems for the recognition of emotion in facial expression. **The Journal of Neuroscience,** v. 16, n. 23, p. 7678-7687, 1996.

ALBERT, M. L., RECHES, A., SILVERBERG, R. (1975). Associative visual agnosia without alexia. **Neurology**, v. 25, p. 322-326, 1975.

ALTSHULER, L. L.; BARTZOKIS, G.; GRIEDER, T.; CURRAN, J.; MINTZ, J. Amygdala enlargement in bipolar disorder and hippocampal reduction in schizophrenia: an MRI study demonstrating neuroanatomic specificity. **Archives of General Psychiatry**, v.55, p. 663-664, 1998.

ALVES, N. T.; FUKUSIMA, S. S.; AZNAR-CASANOVA, J. A. Models of Brain asymmetry in emotional processing. **Psychology and Neuroscience.** No prelo

ALVES, N. T.; FUKUSIMA, S. S.; SILVA, J. A. Perception of facial expressions of emotion and brain lateralization. In: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR PSYCHOPHYSICS, 19, 2003. **Proceedings…** Stockholm: International Society for Psychophysics, 2003. p. 17-21.

AMUNTS, K.; SCHLEICHER, A.; DITTERICH, A.; ZILLES, K. Broca's region: cytoarchitectonic asymmetry and developmental changes. **Journal of Comparative Neurolology,** v. 465, p. 72-89, 2003.

ASTHANA, H. S.; MANDAL, M. K. Visual-field bias in the judgment of facial expression of emotion. **Journal of General Psychology**, v. 128, n. 1, p. 21-29, 2001.

BABINSKI, J. Contribution of cerebral hemispheric organization in the study of mental troubles. **Review Neurologique**, v. 27, p. 845-848, 1914.

BASS, D.; ALEMAN, A; KAHN, R. S. Lateralization of amygdale activation: a systematic review of functional neuroimaging studies. **Brain Research Reviews**, v. 45, p. 96-103, 2004.

BEAR, D. M. Hemispheric specialization and the neurology of emotion. **Neurological Review**, v. 40, p. 195-202, 1983.

BELL, C. **The anatomy and philosophy of expression**. 3rd ed. London: George Bell, 1844.

BIRDWHISTELL, R. **Kinesics and context**. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1970.

BLAIR, R. J. R.; MORRIS, J. S.; FRITH, C. D.; PERRETT D. I.; DOLAN, R. J. Dissociable neural responses to facial expressions of sadness and anger, **Brain**, v. 122, p. 883-893, 1999.

BLONDER L. X.; BOWERS, D.; HEILMAN, K. M. The role of the right hemisphere in emotional communication. **Brain**, v. 114, p. 1115-1127, 1991.

BODAMER, J. Die prosop-agnosie. **Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten**, v. 179, p. 6 -53, 1947.

BORNSTEIN, B. Prosopagnosia. In: HALPERN, L. (Ed.). **Problems of dynamic neurology**. Jerusalem: Hadassah Medical School, 1963. p. 283-318.

BORNSTEIN, B.; SROKA, H.; MUNITZ, H. Prosopagnosia with animal face agnosia. **Cortex,** v. 5, p. 164-169, 1969.

BOROD, J. C.; KOFF, E.; LORCH, M. P.; NICHOLAS, M. The expression and perception of facial emotion in brain damaged patients. **Neuropsychologia,** v. 24, p. 169-180, 1986.

BOROD, J. C.; OBLER, K. L.; ERHAN, H. M., GRUNWALD, I. S.; CICERO B. A.; WELKOWITZ, J.; SANTSCHI, C.; AGOSTI, R. M.; WHALEN, J. R. Right hemisphere emotional perception: evidence across multiple channels. **Neuropsychology**, v. 12, p. 446-458, 1998.

BOROD, J. C.; TABERT, M. H.; SANTSCHI, C.; STRAUSS, E. Neuropsychological assessment of emotional processing in brain damaged patients. In: BOROD, J. C. (Ed.). **The neuropsychology of emotion**. New York: Oxford University Press, 2000. p. 80-105.

BOUCHER, J. D.; CARLSON, O. E. Recognition of facial expression in three cultures. **Journal of Cross-cultural Psychology**, v. 11, p. 263-280, 1980.

BOWERS D.; BLONDER X. L.; FEINBERG, T.; HEILMAN, K. M. Differential impact of right and left hemisphere lesions on facial emotion and object imaginary. **Brain**, v. 114, p. 2593-2609, 1991.

BRUCE, V.; YOUNG, A. **In the eye of the beholder**: the science of face perception. New York: Oxford University Press, 1998.

CALDER, A. J.; YOUNG, A. W.; ROWLAND, D.; HODGES, J. R.; ETCOFF, N. L. Facial emotion recognition after bilateral amygdala damage: differentially severe impairment of fear. **Cognitive Neuropsychology**, v. 13, p. 699-745, 1996.

CANLI, T. Hemispheric asymmetry in the experience of emotion: a perspective from functional imaging. **The Neuroscient**, v. 5, p. 201-207, 1999.

CHRISTMAN, S. D.; HACKWORTH, M. D. Equivalent perceptual asymmetries for free viewing of positive and negative emotional expressions in chimeric faces. **Neuropsychologia**, v. 31, p. 621-624, 1993.

CREWS, W. D.; HARRISON, D. W. Cerebral asymmetry in facial affect perception by women: Neuropsychological effects of depressive mood. **Perceptual and Motor Skills**, v. 79, p. 1667-1679, 1994.

DAMASIO, A. **Descartes' error**. New York: Penguin Books, 1994.

DAMASIO, A. R.; DAMASIO, H.; VAN HOESEN, G. W. Prosopagnosia: anatomic basis and behavioral mechanisms. **Neurology**, v. 32, p. 331-341, 1982.

DARWIN, C. (1872). **The Expression of the Emotions in Man and Animals.** Disponível em: < http://www.gutenberg.org/dirs/etext98/eemaa10.txt>. Acesso em 10 de fevereiro de 2008.

DAVIDSON, R. J. Affective neuroscience and psychophysiology: toward a synthesis. **Psychophysiology**, v. 40, p. 655-665, 2003.

DAVIDSON, R. J. Cerebral asymmetry, emotion, and affective style. In: DAVIDSON, R. J.; HUGHDAHL, K. **Brain asymmetry**. Cambridge: MIT Press, 1995. p. 361-387.

DAVIDSON, R. J. Hemispheric asymmetry and emotion. In: DAVIDSON, R. J.; EKMAN, P. **Questions about emotions**. Cambridge: MIT Press, 1983. p. 39-57.

DAVIDSON, R. J. Parsing affective space: perspectives from neuropsychology and psychophysiology. **Neuropsychology**, v. 7, p. 464-475, 1993.

DAVIDSON, R. J., SHACKMAN, A. J., MAXWELL, J. S. Asymmetries in face and brain related to emotion. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 8, p. 389-391, 2004.

DAVIDSON, R. J.; EKMAN, P.; SARON, C.; SENULIS, J.; FRIESEN, W. V. Emotional expression and brain physiology I: approach/withdrawal and cerebral asymmetry. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 58, p. 330-341, 1990.

DAVIDSON, R. J.; FOX, N. A. Asymmetrical brain activity discriminates between positive versus negative affective stimuli in human infants. **Science**, v. 218, p. 1235-1237, 1982.

DAVIDSON, R. J.; SHACKMAN, A. J.; MAXWELL, J. S. Asymmetries in face and brain related to emotion. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 8, n. 9, p. 389-391, 2004.

DEMAREE, H. A.; EVERHART, D. E.; YOUNGSTROM, E. A.; HARRISON, D. W. Brain lateralization of emotional processing: historical roots and a future incorporating "dominance". **Behavioral and Cognitive Neuroscience Review**, v. 4, n. 1, p. 3-20, 2005.

DIMOND, S. J.; FARRINGTON, L.; PETER, J. Differing emotional response from right and left hemispheres. **Nature**, v. 261, p. 690-692, 1976.

DREVETS, W. C.; VIDEEN, T. O.; PRICE, J. L.; PRESKORN, S. H.; CARMICHAEL, S. T.; RAICHLE, M. E. A functional anatomical study of unipolar depression. **Journal of Neuroscience**, v. 12, p. 3628-3641, 1992.

DUCCI, L.; ARCURI, L.; GEORGIS, T.; SINESHAW, T. Emotion recognition in Ethiopia. **Journal of Cross-cultural Psychology**, v. 13, p. 340-351, 1982.

DUCHENNE, B. **The mechanism of human facial expression or an electro-physiological analysis of the expression of the emotions**. New York: Cambridge University Press, 1990.

EICKHOFF, S. B.; SCHLEICHER, A.; SCHEPERJANS, F.; PALOMERO-GALLAGHER, N.; ZILLES, K. Analysis of neurotransmitter receptor distribution patterns in the cerebral cortex. **Neuroimage**, v. 34, p. 1317-1330, 2007.

EKMAN, P. Basic emotions. In: DALGLEISH, T.; POWER, M. **Handbook of cognition and emotion**. New York: John Wiley & Sons, 1999b. p. 45-60.

EKMAN, P. Facial expressions. In: DALGLEISH, T.; POWER, M. **Handbook of cognition and emotion**. New York: John Wiley & Sons, 1999a. p. 301-320.

EKMAN, P. Universals and cultural differences in facial expression of emotion. In: COLES, J. **Nebraska symposium on motivation**. Lincoln: University of Nebraska Press, 1972.

EKMAN, P.; FRIESEN, W. V. Constants across cultures in the face and emotion. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 17, n. 2, p. 124-129, 1971.

EKMAN, P.; FRIESEN, W. V. **Pictures of facial affect**. Palo Alto: Consulting Psychologists Press, 1976. 110 pictures, Black and White.

EKMAN, P.; FRIESEN, W. V.; ELLSWORTH, P. What emotion categories or dimensions can observers judge from facial behavior? In EKMAN, P. **Emotion in the human face**. New York: Cambridge University Press, 1982. p. 39-55.

FOX, N. A.; DAVIDSON, R. J. Patterns of brain electrical activity during facial signs of emotion in 10-month-old infants. **Developmental Psychology**, v. 24, p. 230-236, 1988.

GAINOTTI, G. Emotional behavior and hemispheric side of the lesion. **Cortex**, v. 8, p. 41-55, 1972.

GALATI, D.; SCHERER, K. R.; RICCI-BITTI, P. E. Voluntary facial expression of emotion: comparing congenitally blind with normally sighted encoders. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 73, n. 6, p. 1363-1379, 1997.

GOLDSTEIN, K. **The organism**. New York: Academic Book, 1939.

GRILL-SPECTOR, K.; KNOUF, N.; KANWISHER, N. The fusiform face area subserves face perception, not generic within-category identification. **Nature Neuroscience**, v. 5, p. 555-562, 2004.

HAGGARD, M. P.; PARKINSON, A. M. Stimulus and task factor as determinants of ear advantages. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 23, p. 168-177, 1971.

HAHN, S.; CARLSON, C.; SINGER, S.; GRONLUND, S. D. Aging and visual search: automatic and controlled attentional bias to threat faces. **Acta Psychologica**, v. 123, n. 3, p. 312-336, 2006.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAN, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate data analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

HAUSER, M. D. Right hemisphere dominance for the production of facial expression in monkeys. **Science**, v. 261, p. 475-477, 1993.

HÉCAEN, H.; ANGELERGUES, R. Agnosia for faces (prosopagnosia). **Archives of Neurology**, v. 7, p. 92-100, 1962.

HÉCAEN, H.; GOLDBLUM, M. C.; MASURE, M. C.; RAMIER, A. M. Une nouvelle observation d'agnosie d'objet. deficit de l'association ou de la categorisation, specifique de la modalite visuelle? **Neuropsychologia**, v. 12, p. 447-464, 1974.

HELLIGE, J. B. **Hemispheric asymmetry**: what's right and what's left. Cambridge: Harvard University Press, 1993.

HORSTMANN, G.; SCHARLAU, I.; ANSORGE, U. More efficient rejection of happy than of angry face distractors in visual search. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 13, n. 6, p. 1067-1073, 2006.

HUGDAHL, K.; IVERSEN, P. M.; JOHNSEN, B. H. Laterality for facial expressions: does the sex of the subject interact with the sex of the stimulus face? **Cortex**, v. 29, n. 2, p. 325-331, 1993.

ISHAI, A.; SCHMIDT, C. F.; BOESIGER, P. Face perception is mediated by a distributed cortical network. **Brain Research Bulletin**, v. 67, p. 87-93, 2005.

IVRY, R. B.; ROBERTSON, L. C. **Two sides of perception**. Cambridge: MIT Press, 1998.

JANSARI, A.; TRANEL, D.; ADOLPHS, R. A valence-specific lateral bias for discriminating emotional facial expressions in free field. **Cognition and Emotion**, v. 14, p. 341-353, 2000.

JANSEN, A.; MENKE, R.; SOMMER, J.; FÖRSTER, A. F.; BRUCHMANN, S.; HEMPLEMAN, J.; WEBER, B.; KNECHT, S. The assessment of hemispheric

lateralization in functional MRI--robustness and reproducibility. **Neuroimage**, v. 33, p. 204-217, 2006.

JOHNSON, M. H. Subcortical face processing. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 6, p. 766-774, 2005.

JOHNSON, M. H.; DZIURAWIEC, S.; ELLIS, H. D.; MORTON, J. Newborns preferential tracking of faces and its subsequent decline. **Cognition,** v. 40, p. 1-19, 1991.

JOHNSTON, P. J.; KATSIKITIS, M.; CARR, V. J. A generalized deficit can account for problems in facial emotion recognition in schizophrenia. **Biological Psychology**, v. 58, p. 203-227, 2001.

JONES, N. A.; FOX, N. A. Electroencephalogram asymmetry during emotionally evocative films and its relation to positive and negative affectivity. **Brain Cognition**, v. 20, n. 2, p. 280-299, 1992.

KILLGORE, W. D. S.; YURGELUN-TODD, D. A. The right-hemisphere and valence hypotheses: could they both be right (and sometimes left)? **Social Cognitive and Affective Neuroscience**, v. 2, n. 3, p. 240-250, 2007.

KING, F. L.; KIMURA, D. Left ear superiority in dichotic perception of vocal and nonverbal sounds. **Canadian Journal of Psychology**, v. 26, p. 111-116, 1972.

KIRITA, T.; ENDO, M. Happy face advantage in recognizing facial expressions. **Acta Psychologica**, v. 89, p. 149-163, 1995.

KLINEBERG, O. **Social psychology**. New York: Holt, 1940.

KRING, A. M.; GORDON, A. H. Sex differences in emotion: Expression, experience, and physiology. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 74, p. 686-703, 1998.

LEDOUX, J. E. Emotion: clues from the brain. **Annual Review of Psychology**, v. 46, p. 209-235, 1995.

LEHR, D. J.; BERGUM, B. O.; STANDING, T. E. Response latency as a function of stimulus affect and presentation order. **Perceptual and Motor Skills**, v. 23, p. 1111-1116, 1966.

LENT, R. **Cem Bilhões de Neurônios.** São Paulo: Atheneu, 2004.

LEPPÄNEN, J. M.; HIETANEN, J. K. Positive facial expressions are recognized faster than negative facial expressions, but why? **Psychological Research**, v. 69, p. 22-29, 2004.

LEY, R. G.; BRYDEN, M. P. Hemispheric difference in processing emotions in faces. **Brain and Language**, v. 7, p. 127-138, 1979.

LUTZ, C. Emotion words and emotional development on Ifaluk Atoll [Tese] Cambridge: Harvard University; 1980.

MACLEAN, P. D. Some psychiatric implications of physiological studies on frontotemporal portion of limbic system (visceral brain). **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v. 4, p. 407-418, 1952.

MCANDREW, F. T. A cross-cultural study of recognition thresholds for facial expression of emotion. **Journal of Cross-cultural Psychology**, v. 17, p. 211-224, 1986.

MCGLONE, J. Sex differences in functional brain asymmetry. **Cortex**, v. 14, n. 1, p. 122-128,1978.

MCLAREN, J.; BRYSON, S. E. Hemispheric asymmetries in the perception of emotional and neutral faces. **Cortex**, v. 23, p. 645-654, 1987.

MEAD, M. Review of Darwin and facial expression. **Journal of Communication**, v. 25, p. 209-213, 1975.

MELTZOFF, A. N.; MOORE, M. K. Imitation of facial and manual gestures by human neonates. **Science**, v. 198, p. 75-78, 1977.

MERVAALA, E.; FOHR, J.; KONONEN, M.; VALKONEN-KORHONEN, M.; VAINIO, P.; PARTANEN, K.; ARTANEN, J.; TIIHONEN, J.; VIINAMÄKI, H.; KARJALAINEN, A. K.; LEHTONEN, J. Quantitative MRI of the hippocampus and amygdala in severe depression. **Psychological Medicine**, v. 30, p. 117-125, 2000.

MILLS, C. K. The cerebral mechanisms of emotional expression. **Transaction of the College of Physicians of Philadelphia**, v. 34, p. 381-390, 1912.

MISHKIN, M.; FORGAYS, D. G. Word recognition as a function of retinal locus. **Journal of Experimental Psychology**, v. 43, p. 43-48, 1952.

MORRIS, J. S.; FRISTON, K. J.; BÜCHEL, C.; FRITH, C. D.; YOUNG, A. W.; CALDER, A. J.; DOLAN, R. J. A neuromodulatory role for the human amygdala in processing emotional facial expressions. **Brain**, v. 121, p. 47-57, 1998.

MORRIS, J. S.; FRITH, C. D.; PERRETT, D. I.; ROWLAND, D.; YOUNG, A. W.; CALDER, A. J.; DOLAN, R. J. A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions. **Nature**, v. 383, p. 812-815, 1996.

MURPHY, F. C.; NIMMO-SMITH, I.; LAWRENCE, A. D. Functional neuroanatomy of emotions: a meta-analysis. **Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience**, v. 3, p. 207-233, 2003.

O' DOHERTY, J.; KRINGELBACH, M. L.; ROLLS, E. T.; HORNAK, J.; ANDREWS, C. Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. **Nature Neuroscience**, v. 4, p. 95-102, 2001.

ÖHMAN, A.; LUNDQVIST, D.; ESTEVES, F. The face in the crowd revisited: a threat advantage with schematic stimuli. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 80, p. 381-396, 2001.

OLDFIELD, R. C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. **Neuropsychologia**, v. 9, p. 97-113, 1971.

ORTONY, A.; CLORE, G. L.; FOSS, M. A. The referential structure of the affective lexicon. **Cognitive Science**, v. 11, p. 341-364, 1987.

ORTONY, A.; TURNER, T. J. What's basic about basic emotions? **Psychological Review**, v. 97, n. 3, p. 315-331, 1990.

PEARSON, R.; LEWIS, M. B. Fear recognition across the menstrual cycle. **Hormones and Behavior**, v. 47, p. 267-271, 2005.

PELEG, G.; KATZIR, G.; PELEG, O.; KAMARA, M.; BRODSKY, L.; HEL-OR, H.; KEREN, D.; NEVO, E. Hereditary family signature of facial expression. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 43, p. 15921-15926, 2006.

PHAN, K. L.; WAGER, T. D.; TAYLOR, S. F.; LIBERZON, I. Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. **NeuroImage**, v. 16, p. 331-348, 2002.

PHILLIPS, M. L.; WILLIAMS, L. M.; HEINING, M.; HERBA, C. M.; RUSSELL, T.; ANDREW, C.; BULLMORE, E. T.; BRAMMER, M. J.; WILLIAMS, S. C. R.; MORGAN, M.; YOUNG, A. W.; GRAY, J. A. Differential neural responses to overt and covert presentations of facial expressions of fear and disgust. **Neuroimage**, v. 21, p. 1484-1496, 2004.

PHILLIPS, M. L.; YOUNG, A. W.; SCOTT, S. K.; CALDER, A. J.; ANDREW, C.; GIAMPETRO, V.; WILLIAMS, S. C. R.; BULLMORE, E. T.; BRAMMER, M.; GRAY, J. A. Neural responses to facial and vocal expressions of fear and disgust. **Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences**, v. 265, p. 1809-1817, 1998.

PHILLIPS, M. L.; YOUNG, A. W.; SENIOR, C.; BRAMMER, M.; ANDREW, C.; CALDER, A. J.; BULLMORE, E. T.; PERRETT, D. I.; ROWLAND, D.; WILLIAMS, S. C. R.; GRAY, J. A.; DAVID, A. S. A specific neural substrate for perceiving facial expressions of disgust. **Nature**, v. 389, p. 495-498, 1997.

POSNER, I. P.; RAICHLE, M. E. **Images of mind**. New York: Scientific American Library, 1994.

PROVERBIO, A. M.; BRIGNONE, V.; MATARAZZO, S.; DEL ZOTTO, M.; ZANI, A. Gender differences in hemispheric asymmetry for face processing. **BMC Neuroscience**, v. 7, 44, 2006.

REUTER-LORENZ, P.; DAVIDSON, R. J. Differential contributions of the cerebral hemispheres to the perception of happy and sad faces. **Neuropsychologia**, v. 19, p. 609-613, 1981.

RODWAY, P.; WRIGHT, L.; HARDIE, S. The valence-specific effect in free viewing conditions: the influence of sex, handedness, and response bias. **Brain and Cognition**, v. 53, p. 452-463, 2003.

ROLLS, E. T. A theory of emotion and consciousness, and its applications to understanding the neural basis of emotion. In: GAZZANIGA, M. (Ed.). **Cognitive neuroscience**. Cambridge: MIT Press, 1995. p. 919-1106.

ROOT, J. C.; WONG, P. S.; KINSBOURNE, M. Left hemisphere specialization for response to positive emotional expressions: a divided output methodology. **Emotion**, v. 6, n. 3, p. 473-483, 2006.

RUSSELL, J. A. Culture and the categorization of emotion. **Psychological Bulletin**, v. 110, p. 426-450, 1991.

SACKEIM, H. A.; GUR, R. C.; SAUCY, M. C. Emotions are expressed more intensely on the left side of the face. **Science**, v. 202, p. 434-436, 1978.

SACKEIM, H. A.; WEIMAN, A. L.; GUR, R.; GREENBERG, M. S.; HUNGERBUHLER, J. P.; GESCHWIND, N. Pathological laughing and crying: Functional brain asymmetry in the experience of positive and negative emotions. **Archives of Neurology**, v. 39, p. 210-218, 1982.

SALVUCCI, D. D.; GOLDBERG, J. H. Identifying fixations and saccades in eye tracking protocols. In: EYE TRACKING RESEARCH AND APPLICATIONS SYMPOSIUM, 2000, Palm Beach Gardens. **Proceedings…** New York: ACM Press, 2000. p. 71-78.

SCHWARTZ, G. E.; DAVIDSON, R. J.; MAER, F. Right hemisphere lateralization for emotion in the human brain: Interactions with cognition. **Science**, v. 190, p. 286-288, 1975.

SCOTT, K. S.; YOUNG, A. W.; CALDER, A. J.; HELLAWELL, D. J.; AGGLETON, J. P.; JOHNSON, M. Impaired auditory recognition of fear and anger following bilateral amygdala lesions. **Nature**, v. 385, p. 254-257, 1997.

SEGHIER, M. L. Laterality index in functional MRI: methodological issues. **Magnetic Resonance Imaging**, 22 Dec. 2007. In Press.

SERGENT, J. Hemispheric contribution to face processing: patterns of convergence and divergence. In: DAVIDSON, R, J.; HUGHDAHL, K. **Brain asymmetry**. Cambridge: MIT Press, 1995. p. 157-181.

SERGENT, J. Role of the input in visual hemispheric asymmetries. **Psychological Bulletin**, v. 93, n. 3, p. 481-512, 1983.

SORGER, B.; GOEBEL, R.; SCHILTZ, C.; ROSSION, B. Understanding the functional neuroanatomy of acquired prosopagnosia. **Neuroimage**, v. 35, p. 836-852, 2007.

SPRENGELMEYER, R.; RAUSCH, M.; EYSEL, U. T.; PRZUNTEK, H. Neural structures associated with recognition of facial expressions of basic emotions. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 265, p. 1927-1931, 1998.

SPRENGELMEYER, R.; YOUNG, A. W.; CALDER, A. J.; KARNAT, A.; LANGE, H.; HOMBERG, V.; PERRETT, D. I.; ROWLAND, D. Perception of faces and emotions: loss of disgust in Huntington`s disease. **Brain**, v. 119, p. 1647-1665, 1996.

SPRENGELMEYER, R.; YOUNG, A. W.; PUNDT, I.; SPRENGELMEYER, A.; CALDER, A. J.; BERRIOS, G.; WINKEL, R.; VOLLMÖELLER, W.; KUHN, W.; SARTORY, G. Disgust implicated in obsessive-compulsive disorder. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 264, p. 1767-1773, 1997.

STENBERG, G.; WIKING, S.; DAHL, M. Judging words at face value: Interference in word processing reveals automatic processing of affective facial expressions. **Cognition and Emotion**, v. 12, p. 755-782, 1998.

STONE, V. E.; NISENSON, L.; ELIASSEN, J. C.; GAZZANIGA, M. S. Left hemisphere representations of emotional facial expression. **Neuropsychologia**, v. 34, n. 1, p. 23-29, 1996.

TAMIETTO, M.; CORAZZINI, L. L.; GELDER, B.; GEMINIANI, G. Functional asymmetry and interhemispheric cooperation in the perception of emotions from facial expressions. **Experimental Brain Research**, v. 171, p. 389-404, 2006.

TEBARTZ, V. E.; WOERMANN, F. G.; LEMIEUX, L.; TRIMBLE, M. R. Amygdala enlargement in dysthymia - A volumetric study of patients with temporal lobe epilepsy. **Biological Psychiatry**, v. 46, p. 1614-1623, 1999.

VAN STRIEN, J. W.; VAN BEEK, S. Ratings of emotion in laterally presented faces: Sex and handedness effects. **Brain and Cognition**, v. 44, p. 645-652, 2000.

WAGER, T. D.; LUAN PHAN, K.; LIBERZON, I.; TAYLOR, S. F. Valence, gender, and lateralization of functional brain anatomy in emotion: a meta-analysis of findings from neuroimaging. **Neuroimage**, v. 19, p. 513-531, 2003.

WANG, L.; MARKHAM, R. The development of a series of photographs of Chinese facial expressions of emotion. **Journal of Cross-Cultural Psychology**, v. 30, p. 397-410, 1999.

WEDDING, D.; CYRUS, P. Recognition of emotion in hemifaces presented to the left and right visual fields. **International Journal of Neuroscience**, v. 30, p. 161-164, 1986.

WHEELER, R. E.; DAVIDSON, R. J.; TOMARKEN, A. J. Frontal brain asymmetry and emotional reactivity: A biological substrate of affective style. **Psychophysiology**, v. 30, p. 82-89, 1993.

XU, Y. Revisiting the role of the fusiform face area in visual expertise. **Cerebral Cortex**, v. 15, p. 1234-1242, 2005.

YOUNG, A. W. **Face and mind**. New York: Oxford University Press, 1998.

YOUNG, A. W.; NEWCOMBE, F.; DE HAAN, E. H. F.; SMALL, M.; HAY, D. C. Face perception after brain injury: selective impairments affecting identity and expression. **Brain**, v. 116, p. 941-959, 1993.

7 ANEXOS

ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética da FFCLRP - USP

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

Of.CEtP/096.2004/16.12.2004

Senhor(a) Pesquisador(a):

Comunicamos a V. Sa. que o trabalho intitulado **"A ASSIMETRIA NA PERCEPÇÃO DE EXPRESSÕES FACIAIS DE VALÊNCIA EMOCIONAL POSITIVA E NEGATIVA",** foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP-USP, em sua 39ª reunião ordinária realizada em 16/12/04, e enquadrado na categoria: **APROVADO**, de acordo com o Processo CEP-FFCLRP nº **170/2004** – 2004.1.1557.59.4

Aproveitamos a oportunidade para apresentar nossos protestos de estima e consideração.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Eucia Beatriz Lopes Petean
Coordenadora do CEP-FFCLRP-USP

Ilustríssimo(a) Senhor(a)
NELSON TORRO ALVES
Departamento de Psicologia e Educação - FFCLRP-USP

C.C.: Prof. Dr./ Sérgio Seiji Fukusima

CEP-FFCLRP-USP - Fone: (016) 602-3653 - Fax: (016) 633-5015
Avenida Bandeirantes, 3900 - Bloco A - 14040-901 - Ribeirão Preto - SP - Brasil

ANEXO B - Normas do Comitê de Ética da Universidade de Barcelona

COMITES DE BIOÉTICA DE LAS UNIVERSIDADES PUBLICAS
NORMAS DE FUNCIONAMENTO

EXPOSICION DE MOTIVOS

La normativa contenida en diferentes convocatorias de financiación de la investigación exige que los proyectos que impliquen investigación con seres humanos, utilización de datos personales, muestras biológicas de origen humano, experimentación animal, agentes biológicos o empleen organismos genéticamente modificados, no sólo cumplan los requisitos establecidos en cada caso por la legislación sino que también cuenten con la autorización expresa emitida por el Comité de Ética del Centro en que se vaya a realizar la investigación.

La Universidad de Barcelona, como Organismo Público de Investigación, es consciente de su deber y responsabilidad ante la sociedad y, en consecuencia, constituye un Comité de Bioética que de forma ágil y efectiva proporcione respuesta a las necesidades actuales así como a nuevos problemas que puedan surgir. Sus funciones composición y normas básicas de funcionamiento son las siguientes:

1. FUNCIONES DE LOS COMITÉS DE BIOÉTICA DE LA UNIVERSIDAD

   1. Elaborar informes solicitados por organismos e investigadores sobre proyectos o trabajos de investigación cuando se aborden estudios con seres humanos, se utilicen muestras biológicas de origen humano, experimentación animal, agentes biológicos y organismos genéticamente modificados.

   2. Valorar cualquier otro proyecto de investigación que pueda afectar de modo directo los derechos fundamentales de las personas e intereses vinculados a la defensa y la protección del medio ambiente.

   3. Emitir informes sobre problemas y conflictos éticos que puedan suscitar la investigación y la docencia.

   4. Velar, en la medida de lo posible, por el cumplimiento de las buenas prácticas de investigación y experimentación.

   5. Difundir y promover debates en la comunidad universitaria sobre cuestiones bioéticas de interés general.

   6. Emprender iniciativas de divulgación en bioética, promoviendo la información precisa para fomentar la comprensión y el diálogo en el ámbito público.

2. COMPOSICIÓN

El Comité de Bioètica estará integrada, al menos, por los miembros o asesores siguientes:

- Un especialista en ética médica.
- Un investigador en ciencias de la vida, de la salud o del medio ambiente.
- Un antropólogo, sociólogo, historiador o psicólogo, investigador en ciencias humanes o sociales.
- Un jurista.
- Un especialista en ética o filosofía política.
- Un especialista en bioética de las escuelas universitarias de enfermería o trabajo social.

El Comité estará presidido por el Rector (o persona en quien delegue), el cual designará un secretario entre sus miembros.

3. DURACIÓN

La composición del Comité tendrá una duración de tres años y será renovable por mitades.

4. NORMAS GENERALES DE FUNCIONAMIENTO

1. El funcionamiento de este Comité estará sometido a lo previsto en el presente texto y en todo lo no especificado aquí se estará a lo regulado en la Ley 30/92 de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento administrativo común.

2. El Comité actuará siempre que lo requieran sus funciones y a solicitud del Presidente o Secretario.

3. El Comité trabajará en Pleno y en subcomisiones. Las subcomisiones estarán formadas como mínimo por dos miembros y realizarán cuantas funciones les sean delegadas por el pleno. El Pleno podrá recabar para sí el conocimiento de cualquier asunto.

4. Para la adopción valida de decisiones se requerirá la asistencia mínima de la mitad mas uno de los miembros. Las decisiones se adoptarán por mayoría.

5. Los miembros del Comité estarán plenamente obligados por el principio de confidencialidad, tanto de los debates como de los informes antes de que se hagan públicos.

6. Los miembros del Comité no podrán participar en las deliberaciones que afecten a proyectos en que participen como investigadores ni en otros casos en que puedan presentarse conflictos de intereses.

7. Cuando el Comité lo considere oportuno podrá recabar la opinión de expertos externos, que tendrán también que respetar el principio de confidencialidad.

8. El Comité tiene competencia para solicitar a los investigadores de un proyecto objeto de evaluación cuanta información adicional considere necesaria.

UNIVERSITAT DE BARCELONA

COMISSIÓ DE BIOÈTICA

Declaració de no existència d'experimentació en éssers humans ni la utilització de mostres biològiques d'origen humà.

El/La sotaginant , investigador/a principal del projecte intitulat

DECLARO QUE:

El projecte abans ressenyat no implica cap tipus d'experimentació en éssers humans ni la utilització de mostres biològiques d'origen humà.

El que faig constar a l'objecte que la Comissió de Bioètica de la Universitat de Barcelona , emeti l'informe corresponent.

Nom i Cognoms
Dept.
Adreça Postal
Telèfon Fax
Correu Electrònic

Signatura:

Barcelona,

2/04/2004

ANEXO C - Fotografias utilizadas na composição dos estímulos do experimento

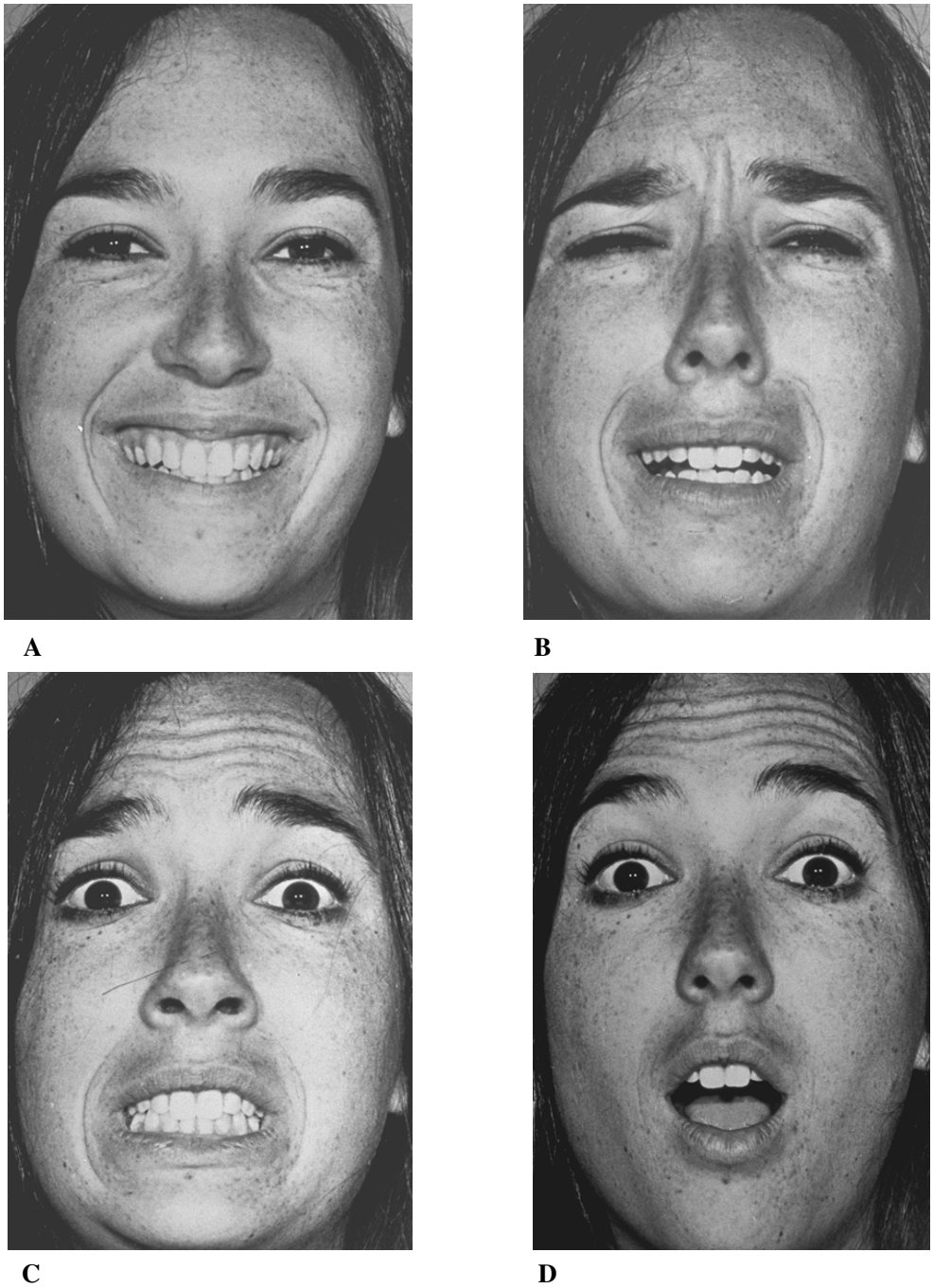


Figura 1. Expressões faciais de alegria (A), tristeza (B), medo (C) e surpresa (D) da face feminina 1. As expressões de alegria, tristeza, medo e surpresa são identificadas no CD "Pictures of Facial Affect", respectivamente, com os códigos: C2-18, C1-18, C1-23 e C1-10.

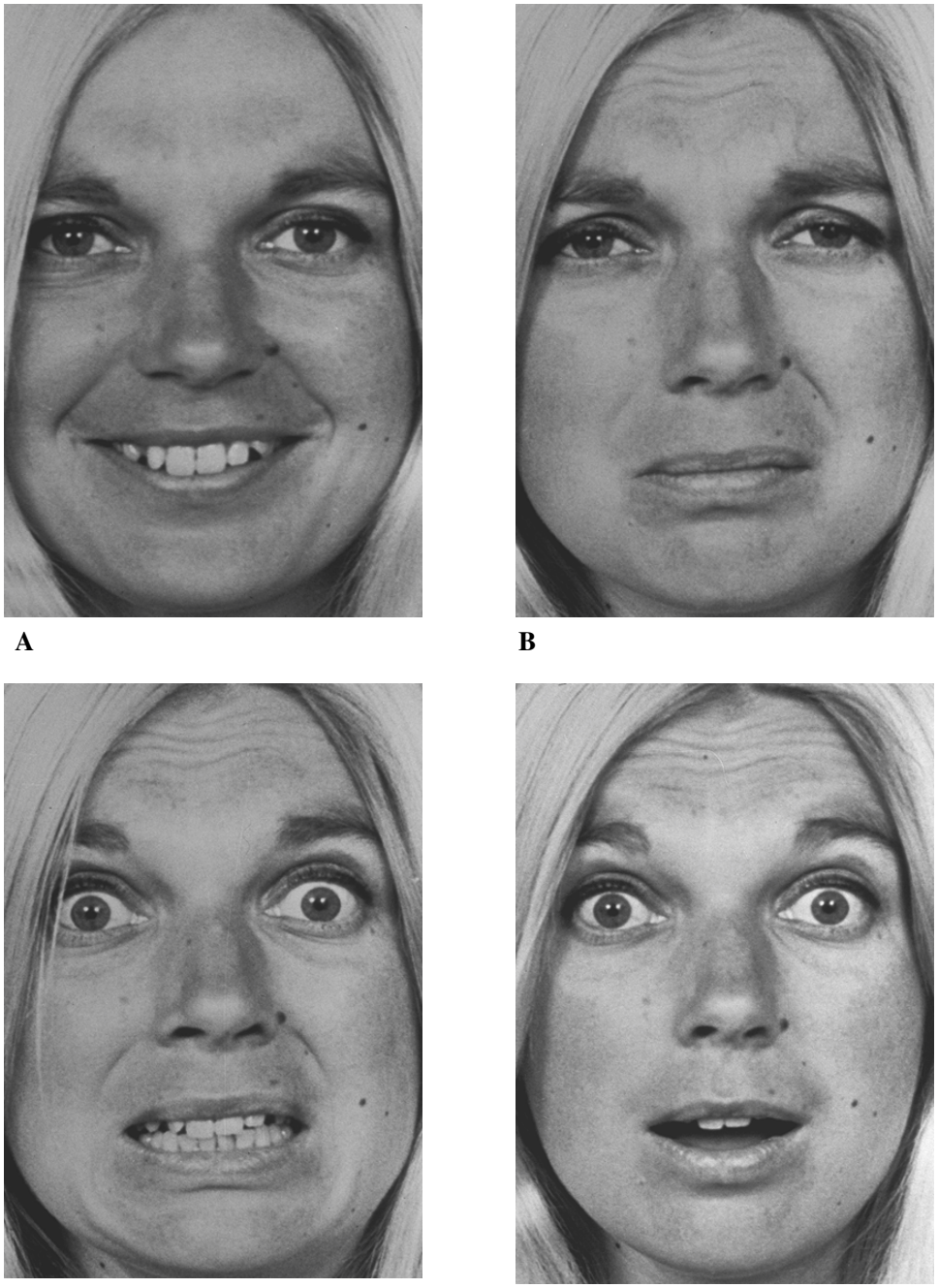
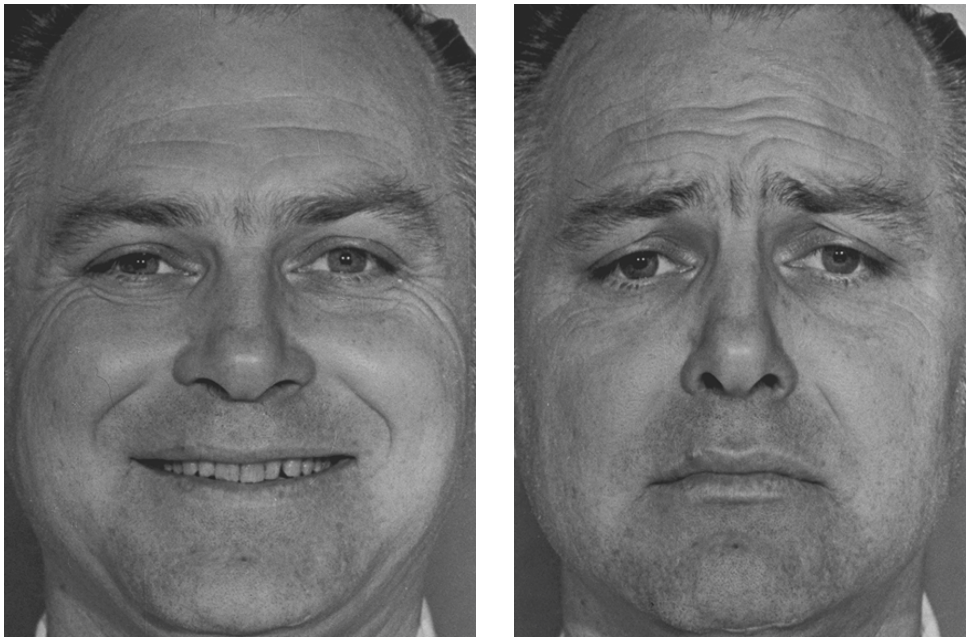
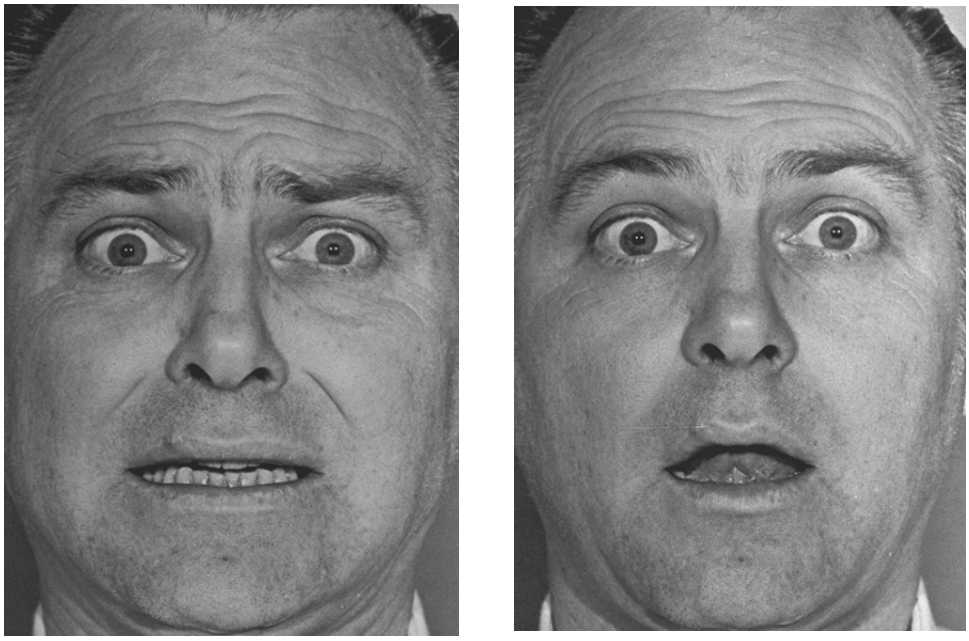


Figura 2. Expressões faciais de alegria (A), tristeza (B), medo (C) e surpresa (D) da face feminina 2. As expressões de alegria, tristeza, medo e surpresa são identificadas no CD "Pictures of Facial Affect", respectivamente, com os códigos: PF1-5, PF2-16, PF2-30, PF1-16.



A B



C D

Figura 3. Expressões faciais de alegria (A), tristeza (B), medo (C) e surpresa (D) da face masculina 1. As expressões de alegria, tristeza, medo e surpresa são identificadas no CD "Pictures of Facial Affect", respectivamente, com os códigos: JJ4-7, JJ5-5, JJ5-13, JJ4-13.

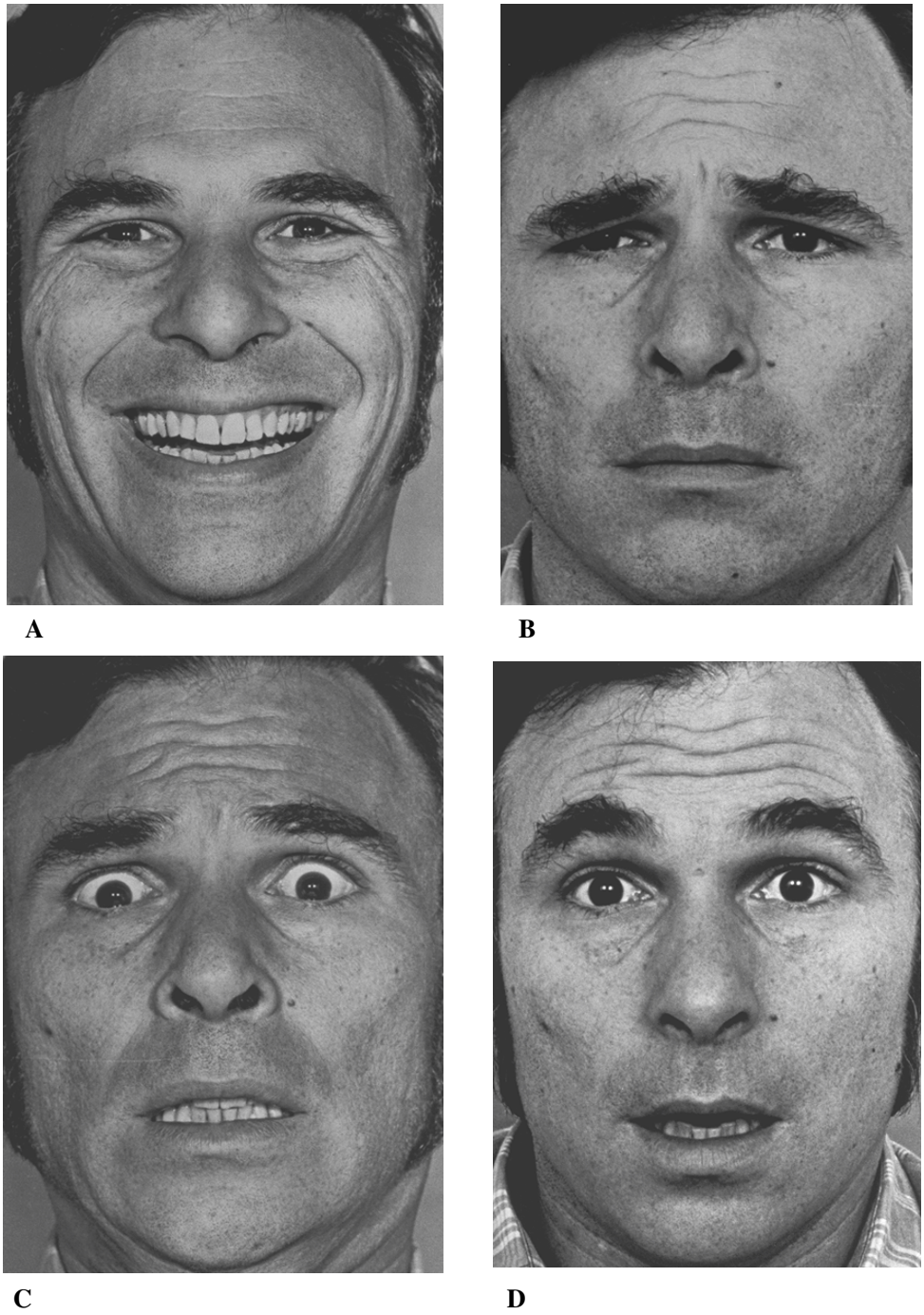


Figura 4. Expressões faciais de alegria (A), tristeza (B), medo (C) e surpresa (D) da face masculina 2. As expressões de alegria, tristeza, medo e surpresa são identificadas no CD "Pictures of Facial Affect", respectivamente, com os códigos: PE2-16, PE2-31, PE3-21 e PE6-2.

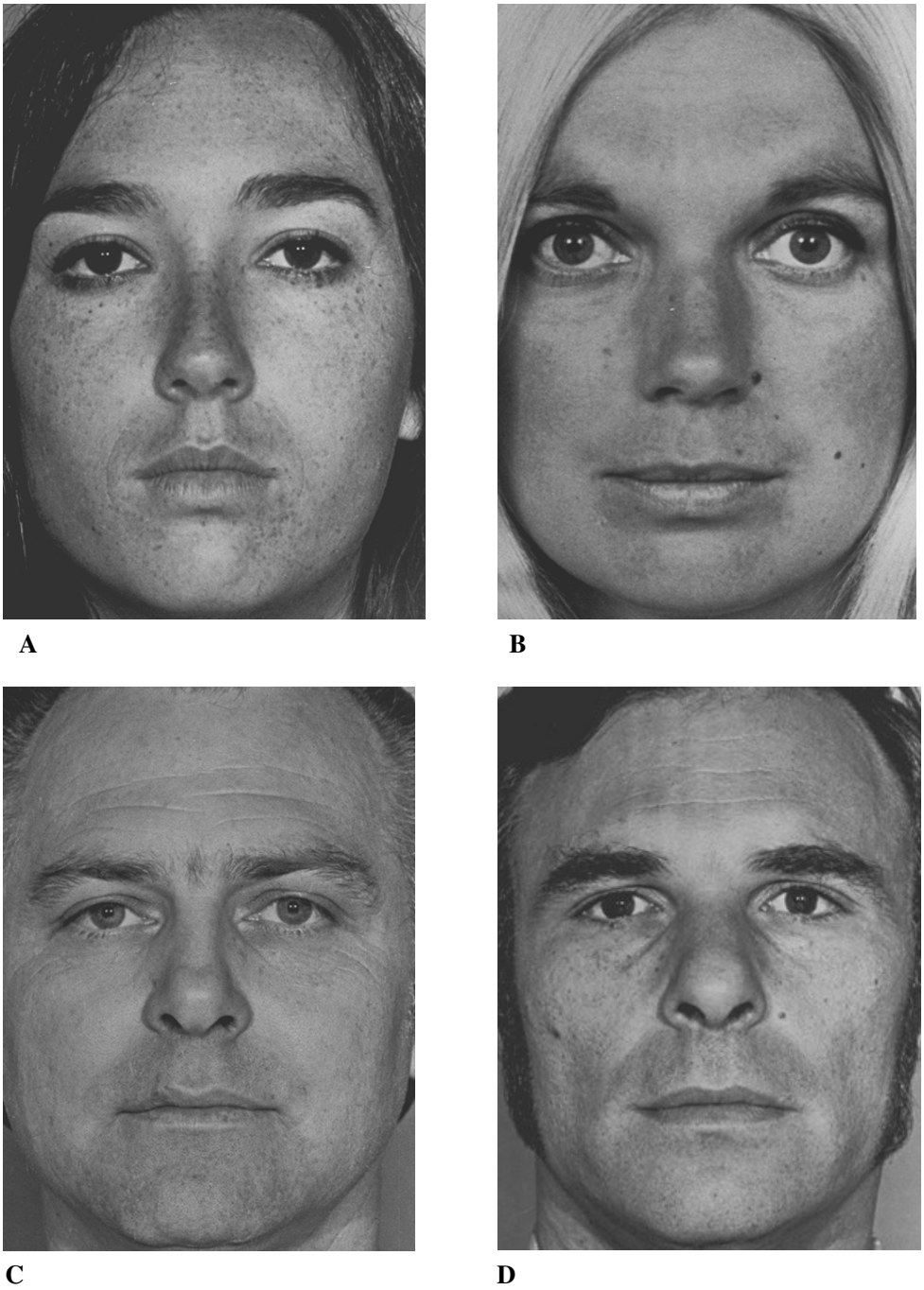


Figura 5. Fotografias da expressão facial "neutra" dos quatro indivíduos. As fotografias A, B, C e D são identificadas no CD "Pictures of Facial Affect", respectivamente, com os códigos: C2-3, PF1-2, JJ3-4 e PE2-4.

ANEXO D - Inventário de Edinburgh

Nombre:_____

Fecha de Nacimiento: _____

Sexo: _____

¿Ya has presentado tendencia para ser zurdo?

SI _____ NO_____

Por favor, indica tú preferencia con el uso de las manos en las siguientes actividades poniendo un + en la columna apropiada. Si la preferencia ha sido tan fuerte a punto de que no intentarías usar la otra mano, deberás poner ++. Si no tienes preferencia por uso de una de las manos deberás poner + en ambas las columnas.

		Izquierda	Derecha
1	Escribir		
2	Dibujar		
3	Tirar un objeto		
4	Tijera		
5	Peine		
6	Cepillo de dientes		
7	Cuchillo (sin tenedor)		
8	Cuchara		
9	Martillo		
10	Destornillador		
11	Raqueta de tenis		
12	Cuchillo (con tenedor)		
13	Escoba (mano superior)		
14	Rastrillo (mano superior)		
15	Encender un fósforo		
16	Destapar una caja		
17	Distribuir cartas		

8 APÊNDICES

APÊNDICE A - Instruções Experimentais

Instrucciones del Experimento

Vas a hacer un experimento sobre percepción de expresiones faciales, que tiene una duración de 20 minutos, aproximadamente.

En cada presentación, serán expuestas dos caras en la pantalla del ordenador, de manera simultánea, una a la izquierda y la otra a la derecha del punto de fijación. Tú no debes mirar directamente a estos rostros, sino a una cruz que se muestra en el centro de la pantalla, a la que llamaremos "*punto de fijación de la mirada*".

Tu tarea consistirá en determinar el lado en que fue presentada la cara de tristeza (derecho o izquierdo).

→ Si tu crees que la cara de alegría fue presentada a la izquierda del punto de fijación, deberás hacer un *click* en el botón izquierdo del ratón.

→ Por el contrário, si crees que la cara de alegría fue presentada a la derecha del punto de fijación, deberás hacer un *click* en el botón derecho del ratón.

Deberás intentar responder lo más rápido posible. Procura **MIRAR** continuamente al **punto de fijación** en el centro de la pantalla. Esto es muy importante para la adecuada realización de la tarea. Una cámara controlará dónde fijas la mirada en la pantalla.

* * *

APÊNDICE B - Artigo apresentado do exame de qualificação e submetido para publicação na revista *Laterality - Asymmetries of Body, Brain and Cognition*.

Patterns of Brain Asymmetry in the Perception of Positive and Negative Facial Expressions

(Running title: brain asymmetry in emotional perception)

Alves, N. T.[1]; Aznar-Casanova, J. A.[2] ; Fukusima, S. S.[1];

[1] Departamento de Psicologia e Educação, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo - Brazil.

[2] Departamento de Psicología Básica, Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona - Spain.

Correspondences should be addressed to:

Nelson Torro Alves

FFCLRP - Universidade de São Paulo
Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia
Av. Bandeirantes, 3900. Monte Alegre.
CEP: 14040-901
Ribeirão Preto - SP - Brazil
FAX: + 55-16-3633-2660
TEL: + 55-16-3602-4448
E-mail: nelsontorro@yahoo.com.br

Supported by CNPq

Abstract

The divided visual field technique was used to investigate the pattern of brain asymmetry in the perception of positive and negative facial expressions. Eighty undergraduate students (65 female, 15 male) were distributed in five experimental groups in order to investigate separately the perception of expressions of happiness, surprise, fear, sadness, and the neutral face. In each trial, a target and a distractor expression were presented simultaneously in a computer screen during 150 ms and participants had to determine the side (left or right) on which the target expression was presented. Results indicated that expressions of happiness and fear were identified faster when presented on the left visual field, suggesting an advantage of the right hemisphere in the perception of these expressions. Fewer judgment errors and faster reaction times were also observed for the matching condition in which emotional faces were presented on the left visual field and neutral faces on the right visual field. Other results indicated that positive expressions (happiness and surprise) were perceived faster and more accurately than negative ones (sadness and fear). Main results tend to support the right hemisphere hypothesis, which predict a better performance of the right hemisphere to perceive emotions, as opposed to the valence hypothesis.

Keywords: hemispheric asymmetry, facial expressions, emotion, face, laterality, valence.

Introduction

There is substantial literature indicating the existence of brain asymmetries in the emotional processing, however the exact way by which facial expressions are processed by the cerebral hemispheres is still under debate in the field of the affective neuroscience (Demaree et al., 2005; Killgore & Yurgelun-Todd, 2007). Currently, two main hypotheses have tried to explain the patterns of brain asymmetry in the processing of emotions: the right hemisphere and the valence hypotheses.

The former is the oldest and states that the right hemisphere is dominant for processing all emotions, irrespectively of their valence (Borod et al., 1998). An involvement of the right hemisphere with the processing of the emotions appeared very early in neurological literature, e.g., Mills (1912) observed that damage to the right side of the head was associated with a decrease of the emotional expression. Sackeim, Gur and Saucy (1978) found that facial expressions are expressed more intensely in the left side of the face, suggesting thereby a greater involvement of the right hemisphere in the production of the emotions. Ley and Bryden (1979) found a right hemisphere advantage for perceiving tachistoscopic presentation of faces. Other studies have also proposed that the right hemisphere might contain a store of templates of facial expressions and once they are destroyed one might lose his capacity of recognizing facial expressions (Stone et al., 1996; Bowers et al., 1991).

Regardless of the evidences supporting the dominant role of the right hemisphere in the processing of the emotions, a number of studies indicate a different pattern of functional lateralization. Goldstein (1939) showed that damage to the left hemisphere was more likely to cause a catastrophic-depressive reaction in psychiatric patients. Sackeim et al. (1982), in a review of 119 cases of pathological laughing and crying, found a differential hemispheric specialization for positive and negative affect. In general, damage to the left hemisphere led to the appearing of a depressive symptomatology whereas damage to the right hemisphere was more associated to a pathological laughing condition.

Those studies led to the formulation of the valence hypothesis, which states that the pattern of brain asymmetry is dependent on the valence of the stimulus, being the right hemisphere specialized for processing negative emotions and the left hemisphere dominant to process positive emotions (Davidson, 1995). Currently, many works have provided support to both hypotheses (van Strien & van Beek, 2000; Reuter-Lorenz &

Davidson, 1981; Asthana & Mandal, 2001). However, in order to comprehend the emotional processing in the brain, it is important to understand how the emotional system is organized. Davidson (1995) proposed the division of the emotional system in three subcomponents, which supposedly would deal with: 1) the experience of the emotion, 2) the expression of the emotion, and 3) the perception of the emotion. It is possible that different neural substrates are engaged in each subsystem and their pattern of asymmetry are not identical. Such complexity of the emotional system might be responsible for some disagreements between the valence and right hemisphere hypothesis, since different studies might be focusing on distinct subcomponents of the emotional system.

Currently, there is a certain agreement toward a lateralization of the emotional experience in the ways predicted by the valence hypothesis. By using electrophysiological measures, the research program conducted by Davidson and colleagues (2000) has shown that the prefrontal cortex is a region of great affective asymmetry, being the anterior portion of the left hemisphere related to approach behavior and positive affects and the anterior region of the right hemisphere associated with withdrawal behavior and negative affect (Davidson, 2003; Fox & Davidson, 1988). Similarly, O' Doherty et al. (2001) showed that left orbitofrontal areas are especially responsive to rewards whereas areas of the right orbitofrontal cortex are more activated during punishments. Nevertheless, the patterns of hemispheric asymmetry for the perception of facial expressions are not well established in the literature and a number of incongruous results has been presented (Tamietto et al., 2006).

Besides the modern techniques of functional neuroimaging, such as fMRI, EEG, and MEG, a traditional experimental design has been used to investigate the patterns of brain asymmetry in the perception of faces: the divided visual field technique (Mishkin & Forgays, 1952). This method is based on the anatomical properties of the visual system, which is arranged in such a way that the nasal hemiretina sends the image to the contralateral visual cortex whereas the temporal hemiretina sends the image to the ipsilateral visual cortex. Therefore, stimuli presented on the left visual field will be firstly processed by the right hemisphere whereas stimuli presented on the right visual field will initially reach the left hemisphere. By analyzing participants' behavioral responses we can make inferences about the functional asymmetry of the hemispheres. Faster reaction times and fewer judgment errors are associated with a better processing

of the information and indicate the dominant hemisphere for accomplishing the task (Sergent, 1995).

Taking into account such disagreements in the literature about the role of the hemispheres, the present study aimed to investigate the pattern of brain asymmetry for the perception of positive and negative facial expressions in order to oppose the valence and right hemisphere hypotheses. Expressions of happiness and surprise were used as stimuli of positive valence and expressions of fear and sadness were used as stimuli of negative valence. The perception of the neutral face was also investigated in order to be compared to the other emotions. Differently from other studies, the perception of each facial expression was analyzed separately in independent experimental groups. We expected that it would help to provide a more complete framework of the perception of positive and negative facial expressions. In this present study, we also investigated the influence of the category of the emotion on the judgment of the participants.

Method

Participants

Eighty undergraduate students (65 female, 15 male) from the University of Barcelona, with age ranging from 17 to 25 years old, received credit courses for taking part in the research. All participants were right-handed, as accessed by Edinburgh Inventory (Oldfield, 1971), had normal or corrected to normal vision, and were equally distributed in five experimental groups. This study was approved by the institutional ethical committee of the University of Barcelona in accordance with the ethical standards laid down in the 1964 Declaration of Helsinki.

Stimulus and Apparatus

The Experiment was accomplished by using a dual-screen system. A Video Eyetracker connected to a Dell OptiPlex GX2 60 computer, with a Cambridge Research System 5.0 video board, was used to register eye movements of participants. Viewer's eye position was recorded by using an eyetracker at a rate of 50 Hz. Experimental

stimuli were presented by an ACER Aspire 5100, 512 Mb RAM laptop, using a ATI Radeon Xpress 1100 video board, in a Sony GDM-F520, 21'' monitor. The software Superlab Pro 2.0 was used to control the presentation of stimuli on the screen and to collect data from experiment.

Pictures of facial expressions of two males and two females, extracted from the series Pictures of Facial Affect (Ekman & Friesen, 1976), were used to compose the experimental stimuli. These pictures are identified in the series by the codes: C2-3, C2-18, C1-18, C1-23, C1-10, JJ3-4, JJ4-7, JJ5-5, JJ5-13, JJ4-13, PE2-4, PE2-16, PE2-31, PE3-21, PE6-2, PF1-2, PF1-5, PF2-16, PF2-30, PF1-16.

In order to compare the perception of positive and negative facial expressions five experimental groups were accomplished. They differed in regard to the matching of the target and the distractor emotions. In experimental groups 1, 2, 3, 4 e 5, we used as target emotions the expressions of happiness, fear, neutral, surprise, and sadness, respectively. In all experimental groups, target expressions were matched to different facial expressions (distractors). So, in the first experimental group, the expression of happiness was matched to the expressions of sadness, surprise, neutral and fear. In the second experimental group, the expression of fear was matched to sadness, neutral, surprise and happiness. In experimental group 3, the neutral face was matched to the expressions of sadness, fear, surprise and happiness. In experimental group 4, surprise was matched to happiness, neutral, sadness and fear, and in 5, sadness was matched to happiness, neutral, fear and surprise.

In order to test the effects of the brain asymmetry, the target expression was presented in half of the trials on the left side of the fixation point and, in the other half, on the right side of the fixation point (Fig. 1.). Pictures subtended a visual angle of 8.5^{o} height and 6.5^{o} wide. The distance between the fixation point, placed in the center of the screen, and the edge of each picture was 5.15^{o} of visual angle.

Fig. 1. Example of stimuli presented in experimental group 1. In both cases, happiness (target expression) is matched to sadness (distractor expression) either on the right or on the left of the fixation point.

Procedure

In individual sessions, participants sat in front of the computer and placed their heads on the chin rest and forehead support of the eyetracker device. Viewer's eye position was kept at 57 cm from the center of the monitor.

The eye-tracking equipment was calibrated for each participant at the beginning of the session. Participants were instructed to maintain the sight on the fixation point and their eye movements were continuously monitored. A specific software was used to identify invalid trials, which corresponded to those trials where ocular fixations occurred outside an area of 1º of visual field around the fixation point during stimuli presentation. We used the criteria of Salvucci and Goldberg (2000) to define an ocular fixation: the viewer's sight must be inside an area of 1º of visual angle for at least 100 ms.

Experimental sessions were composed of 128 trials [8 types of stimuli x 4 individuals (2 female and 2 male faces) x 4 repetitions] presented randomly. In each trial, a fixation point was presented during 1 s, being followed by the simultaneous presentation of two faces in the screen during 150 ms, one of them placed on the right and the other on the left of the fixation point. So participants were asked to determine the side (left or right) on which the target expression was presented, using the mouse to

respond to the stimuli. An interval of 3 s was used between trials. Before starting the experiment, participants responded to a small series of stimuli for practicing the task.

Results

Trials in which occurred an excessive movement of the participant's eye (greater than 1º of eccentricity from the fixation point) were excluded from the data analysis (6% of the total of stimuli). The reaction time means and proportions of judgment errors of the five experimental groups were calculated and submitted to statistical analyses.

Reaction time analysis

A Shapiro-Wilk's normality test applied to reaction times revealed that data followed a normal distribution ($p > 0.05$). For this reason, reaction time means were submitted to an ANOVA for repeated measures according to the model: 5 experimental groups (happiness, fear, neutral face, surprise, and sadness) x 2 genders of participants x [2 lateralities (target face on the left and right visual field)]. The variables "experimental groups" and "genders of participants" were taken as between-subjects factors and the variable "lateralities" as a within-subject factor.

This first analysis was accomplished in order to access differences in judgments of men and women. Results indicated that both gender presented similar time reactions [$F(1,70) = 0.339$, $p=0.563$]. We did not find statistically significant interactions between the factors "genders of participants" and "lateralities" [$F(4,70) = 0.006$, $p=0.936$], and between "gender of participants", "experimental groups" and "lateralities" [$F(4,70) = 1.453$, $p=0.226$].

Because initial analysis indicated no statistically significant differences between genders, experimental data were collapsed in a new analysis following the model: 5 experimental groups (happiness, fear, neutral, surprise, and sadness) x [2 lateralities (target face on the left and right visual field)]. In this analysis, "experimental groups" was taken as a between-subject factor and "lateralities" as a within-subject factor.

Results indicated a statistically significant effect only for the main factor "experimental groups" [$F(4,75) = 5.173$, $p = 0.01$]. Bonferroni's post hoc test for multiples comparisons was used to compare experimental groups. We verified that reaction times were lower for the groups of participants that discriminated expressions

of happiness (group 1), neutral faces (group 3), and surprise expressions (group 4) in comparison with other groups (Fig. 2).

Reaction time analysis indicated a statistically significant interaction between the factors “experimental groups” and “lateralities” [F(4,75) = 4.383, p = 0.03]. In order to reveal the source of such interaction, a Bonferroni’s post hoc test for multiple comparisons was applied to experimental groups. Results indicated a significant main effect of the factor “lateralities” in group 1 (target - happiness) (p = 0.01), group 2 (target - fear) (p = 0.35), and group 3 (target - neutral) (p = 0.25). Expressions of happiness and fear were perceived more quickly when presented on the left visual field, indicating a possible advantage of the right hemisphere for perceiving those emotions. Differently, neutral faces were identified faster when presented on the right visual field, and expressions of sadness and surprise did not present differences between visual fields of presentation (p > 0.05).

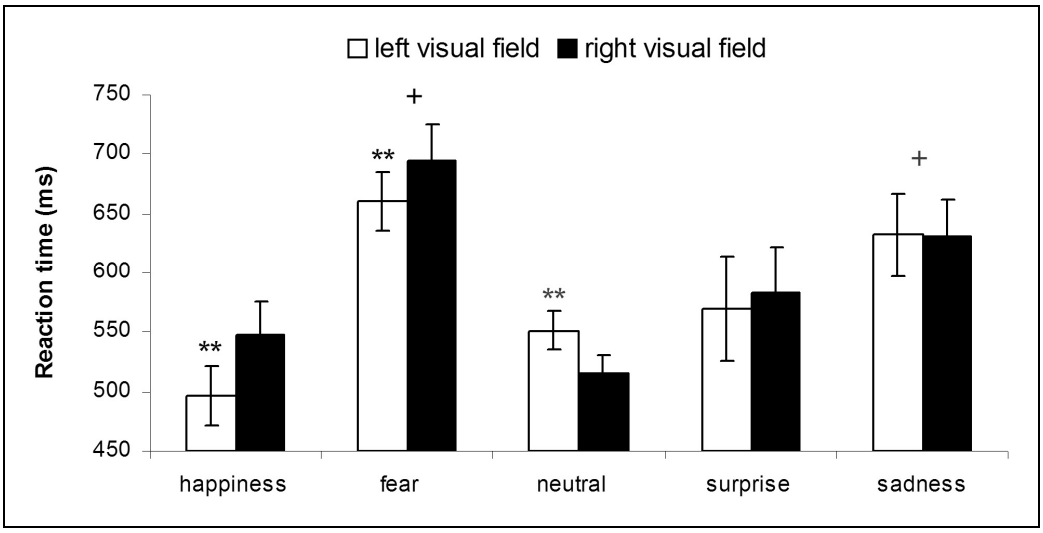


Fig. 2. Reaction times means and standard errors for the perception of the target facial expressions as a function of visual field of presentation. Each target expression defined one of the five experimental groups conducted in the study.

+ p < 0.05 fear and sadness compared to happiness, neutral.

** p < 0.05 happiness, neutral and fear expression

The separated ANOVAs accomplished for the five experimental groups allowed us to compare matchings of the target expression with the different kinds of distractor expressions. Interestingly, we found that response times were affected by the pair target-distractor presented during experimental groups. In the first experimental group (target-happiness), participants took longer to discriminate the expression of happiness from fear than to discriminate happiness from sadness, surprise, and neutral expressions. In the third experimental group (target-neutral face), participants took longer to discriminate the neutral face from sadness than to discriminate the neutral face from happiness, surprise and fear (Fig. 3).

We presume that such differences might indicate patterns of confusion between different emotions, in which the higher the similarity between the expressions, the higher the time required to discriminate them. Some studies have supported that relation. In general, more time is spent and more errors are made when participants are asked to discriminate more similar stimuli (Posner, Raichle, 1994). Consequently, in experimental group 1, we might suppose that in some aspect the expression of happiness is more similar to fear than to the expressions of sadness, neutral and surprise. Likewise, in experimental group 3, sadness would be more similar to the neutral face than to the other distractor emotions.

In group 4 (target – surprise), we found that participants took longer to discriminate surprise from fear than to discriminate surprise from happy, neutral, and sad faces. In group 5 (target – sadness), we observed that sadness was discriminated faster from happiness than from the other emotions (Fig. 3). These results are especially interesting, because they suggest that the emotional category of the expression may induce different cognitive processes, which are reflected by differences in response times.

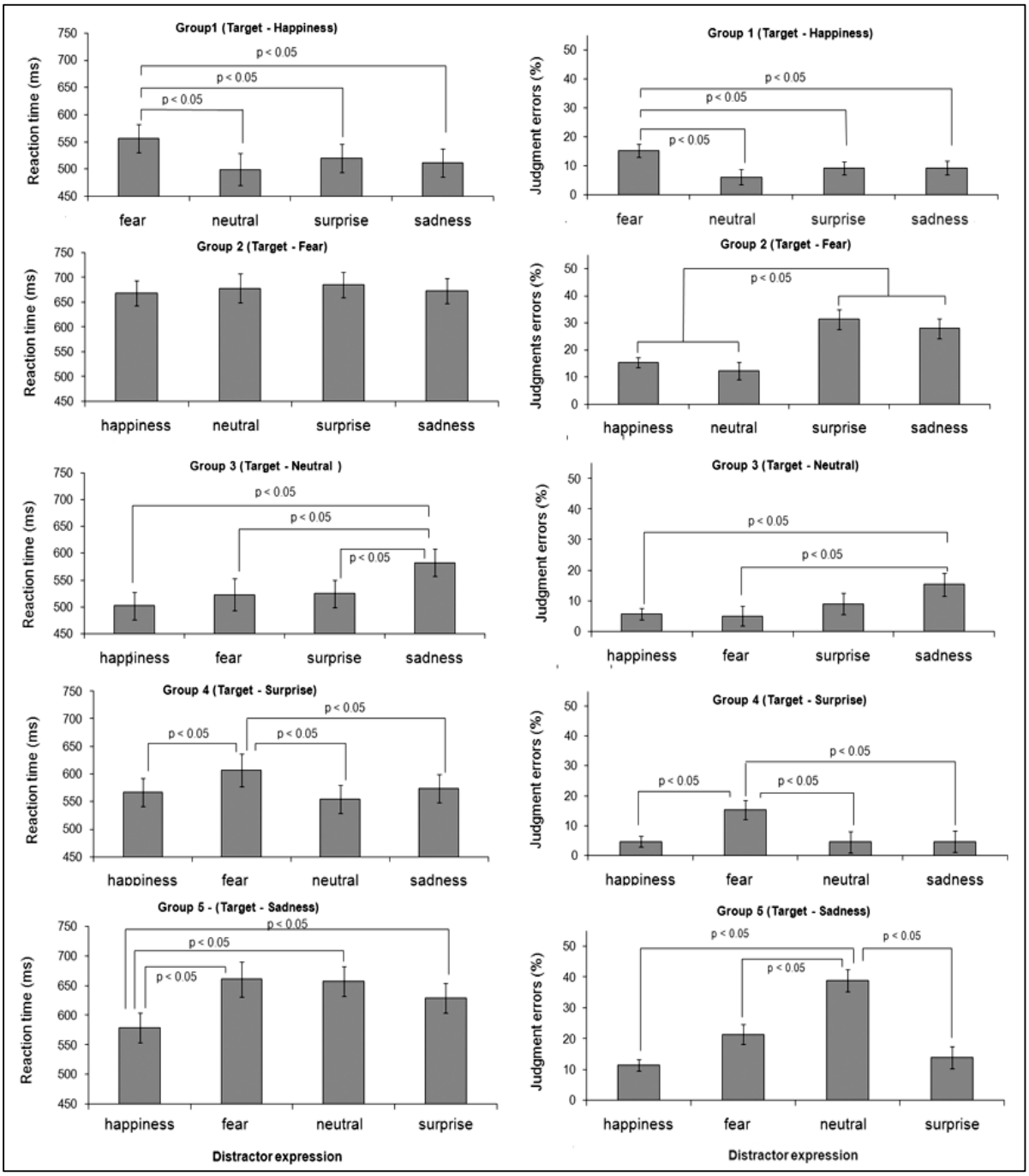


Fig. 3. Means and standard errors of reaction times and judgment errors for the matchings of target and distractor expressions in the five experimental groups.

Judgment error analysis

A Shapiro-Wilk's normality test applied to percentage of errors revealed that data did not follow a normal distribution ($p < 0.001$). Ordinary mathematical data transformation, such as 'X_{new}= 2 arcsin √ X_{new} '; 'square root', 'log x' (Hair et al., 1998), could not transform experimental data into a normal distribution. For this reason, we used non-parametric statistical tests.

Judgment errors were initially submitted to a Kruskal-Wallis statistical test in order to access differences between genders. Results showed that men and women performed similar judgments in the experiment [H(4) = 0.005, p = 0.946]. For this reason, gender data were collapsed and submitted to a Kruskal-Wallis test in order to investigate the effects of the main variables: "experimental groups" (happiness, fear, neutral, surprise, sadness) and "lateralities" (target face on the right and on the left).

Results showed a statistically significant main effect for the variable "experimental group" [$H(4) = 36.172$, p = 0.001]. In general, participants made more errors in experimental groups 2 and 5, in which they were asked to discriminate, respectively, fear and sadness facial expressions (Fig. 4).

After the general analysis, experimental groups were analyzed separately by using a Friedman's two-way analysis by ranks test. Results indicated a laterality effect only in experimental group 3 (target - neutral face) [$Fr(4) = 7.562$, p = 0.006], in which participants were more accurate to identify the neutral face when presented on the right visual field (Fig. 4).

Likewise in reaction time analyses, we found differences between the comparisons of the target emotions and distractors in group 1 [Fr(3) = 15.712, p = 0.0013], group 2 [Fr(3) = 13.631, p = 0.0035], group 3 [Fr(3) = 15.810, p = 0.0012], group 4 [Fr(3) = 9.244, p = 0.0262], and group 5 [Fr(3) = 28.331, p = 0.0001]. In group 1 (target-happiness), the face of happiness was worse discriminated from fear than from the expressions of surprise, sadness and neutral. In group 2, the expression of fear was discriminated more accurately from happiness and neutral than from sadness and surprise. Judgment errors for the different matchings of target and distractor expressions are presented in the Fig. 3. Such as mentioned before, the measure of number of errors can be considered as an indicative of the similarity or dissimilarity between expressions, in which the more similar they are, the higher the number of errors committed to discriminate them.

In group 3 (target – neutral), the neutral face was worse discriminated from sadness than from fear and happiness. In group 4 (target – surprise), judgment errors followed a similar pattern to the observed in the reaction time analysis and revealed that participants were better to discriminate surprise from fear than to discriminate surprise from the other emotions. In group 5, the neutral expression was more often confused with sadness than with the other expressions.

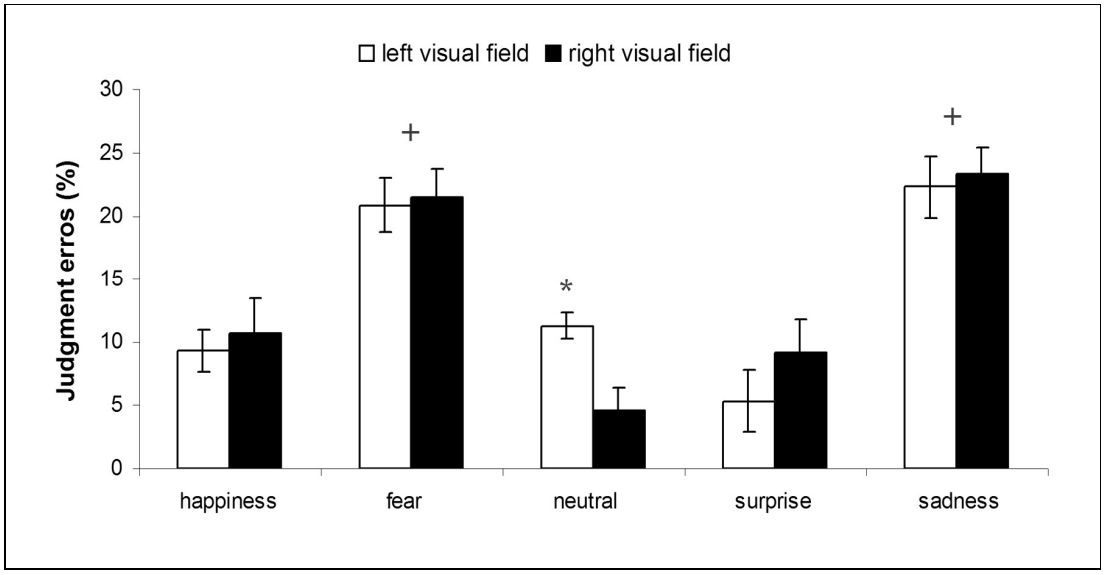


Fig. 4. Judgment errors means and standard errors for the perception of the target facial expressions as a function of visual field of presentation. Each target expression defined one of the five experimental groups of the study.

\+ $p < 0.05$ fear and sadness expressions compared to happiness, neutral and surprise.

* $p < 0.05$ neutral on the left compared to neutral on the right.

Discussion

In the reaction time analysis we found a left visual field advantage for the perception of facial expressions of happiness and fear. As stimuli displayed on the left visual field are initially sent to the right hemisphere, experimental data suggest that the

right hemisphere is superior to the left hemisphere for processing facial expressions of fear and happiness. The other expressions analyzed in this study, sadness and surprise, did not present differences for left and right visual fields presentations.

These results neither agree exactly with the right hemisphere hypothesis nor precisely favor the valence hypothesis. The right hemisphere hypothesis predicts a better performance of the right hemisphere in the perception of all emotions, irrespective of their valence (Hellige, 1993). However, we found an advantage of the right hemisphere only for the perception of happiness and fear, but not for surprise and sadness. Likewise, the same results partially agree with the valence hypothesis, which states a better performance of the right hemisphere for processing negative emotions (fear, sadness) and an advantage of the left hemisphere for processing positive emotions (happiness and surprise) (Davidson, 1995). The experimental results of the present study, however, indicated simultaneously a better performance of the right hemisphere for a positive emotion (happiness) and a negative one (fear) as well.

A right visual field advantage for the perception of neutral expressions was found in both reaction time and judgment errors analyses. At the first sight, we might suppose that the left hemisphere presents an advantage over the right hemisphere for the perception of neutral expressions. However, two different hypotheses can be formulated to explain such findings. In the first, we might really consider that neutral expressions are better processed by the left hemisphere, given that smaller reaction times means were obtained for neutral faces presented on the right visual field. In the second hypothesis, we reason that the experimental results might also indicate an advantage of the right hemisphere for processing emotional expressions. The explanation for such conjecture is given by the experimental design of the research. In Experimental group 3, the neutral face was used as a target expression whereas happiness, fear, surprise, and sadness expressions were used as distractor emotions. As mentioned before, in half of the trials, the neutral face was presented on the left visual field and, in the other half, on the right visual field. Hence, presentations of neutral faces on the right were matched to contralateral presentation of emotional faces on the left. If participants used some kind of judgment strategy in which they tried to identify whether an expression was presented on the left visual field, they could have benefited from the cognitive resources of the right hemisphere for identifying facial expressions. In other words, their better performance for perceiving neutral expressions on the right visual field might be a result

of the right hemisphere's advantage for perceiving emotions on the left visual field, irrespectively of their category (happiness, fear, surprise, and sadness).

We presume that the second hypothesis, i.e., that the right hemisphere is better for processing emotions, is the most probable of them for two reasons. First, few studies in literature have indicated a right visual field (left hemisphere) advantage for the perception of neutral expressions. Second, the second hypothesis agrees with the other findings of the research, which suggest an advantage of the right hemisphere for perceiving facial expressions, although this advantage does not stand for all kinds of emotions. Therefore, the results of the present study tend to support the right hemisphere hypothesis for the perception of facial expressions. In the literature, other works have indicated the advantage of the right hemisphere for processing facial expressions (Borod et al., 1998) and other types of affective stimuli, such as emotionally positive toned words (King & Kimura, 1972) and lexical emotion (Borod et al., 2000). It is important to emphasize that such findings do not necessarily disagree with the version of the valence hypothesis which deals with the experience of emotion. A number of studies have offered convincing evidence towards a lateralization of the emotional experience exactly as predicted by the valence hypothesis, showing that the left hemisphere is closely related to the experience of positive affect and the right hemisphere to the experience of negative affect (Davidson & Fox, 1982; Wheeler, Davidson & Tomarken, 1993).

In the present study, we found an effect of the category of the emotion over the judgments of the participants. A number of reaction time studies have indicated that happy faces are usually recognized faster than sad faces, by using either pictures or schematic faces as stimuli (Crew & Harrison, 1994; Kirita & Endo, 1995). In our study, we found similar results for the expressions of happiness and sadness, being the former perceived faster than the latter. However, most of the studies in the literature have only investigated reaction times, but not judgment errors (Leppänen & Hietanen, 2004). For this reason we think that our work extends such findings by investigating simultaneously both behavioral measures.

In the general analysis, in which five experimental groups are compared to one another, we noticed that expressions of happiness and surprise and the neutral face were perceived faster and more accurately than expressions of sadness and fear. This indicates that the positive facial expressions (happiness and surprise) are identified more quickly than negative facial expressions (sadness and fear). The neutral face followed

the same pattern found for positive emotions, being identified faster than the negative ones.

Many attempts have been made in order to explain such differences in the perception of positive and negative expressions (for a review, see Leppänen & Hietanen, 2004). Some have argued that the processing advantage for positive expressions might be a simple result of the low-level features of the stimulus. In such a case, happy expressions would be more salient because of the typical smile on the face whereas negative expressions would be more similar among themselves (Johnston, Katsikitis & Carr, 2001). Öhman, Lundqvist and Esteves (2001) stated that negative emotions are more difficult to be submitted to a voluntary control than positive emotions, resulting that posed negative facial expressions are more variable and less authentic than posed positive facial expressions. However, theoretical statements based exclusively on stimuli's low-level characteristics are insufficient for explaining the advantages found in the processing of positive words and attractive pictures, which are also categorized faster than their correspondent negative ones (Lehr, Bergum & Standing, 1966; Stenberg, Wiking & Dahl, 1998).

When the experimental groups of the present study were analyzed separately, we found interesting differences between the target-distractor pair of faces that confirm some findings in the literature, e. g., when the neutral face was used as a target expression, participants took longer and were less accurate to discriminate the neutral face from sadness than to discriminate the neutral face from happiness, surprise and fear. These results agree with Johnston, Katsikitis and Carr (2001), who showed that neutral faces are often more confounded with sadness than happiness. In Experimental group 4, in which surprise was used as a target expression, we noticed that surprise was more often confounded with fear than with happiness, sadness and neutral expressions. Some studies have indicated a marked confusion between surprise and fear expressions, especially in nonliterate cultures (Ekman & Friesen, 1971, Wang & Markham, 1999). Thus we concluded that the degree of similarity or dissimilarity of the expressions used in the composition of the target-distractor pair affects reaction times and judgment errors of the participants as well.

In summary, this research tends to support the right hemisphere hypothesis, which predicts a better performance of the right hemisphere in the processing of the emotions (Borod et al., 1998). However, this right hemisphere advantage seems to be more evident for the perception of happy and fearful faces. Other findings showed that

the valence of the stimulus affects the judgment of the participants, being positive expressions perceived faster and more accurately than negative expressions. These results indicate that the perception of facial expressions is a complex phenomenon with many variables affecting the perceptual processes.

References

Asthana, H. S., & Mandal, M. K. (2001). Visual-field bias in the judgment of facial expression of emotion. *Journal of General Psychology, 128* (1), 21-29.

Blonder, L. X., Bowers, D., Heilman, K. M. (1991). The role of the right hemisphere in emotional communication. *Brain, 114*, 1115-1127.

Borod, J. C., Obler, K. L., Erhan, H. M., Grunwald, I. S., Cicero, B. A., Welkowitz, J., Santschi, C., Agosti, R. M., & Whalen, J. R. (1998). Right hemisphere emotional perception: evidence across multiple channels. *Neuropsychology, 12*, 446-458.

Borod, J. C., Tabert, M. H., Santschi, C., & Strauss, E. (2000). Neuropsychological assessment of emotional processing in brain damaged patients. In J. C. Borod (Ed.), The Neuropsychology of emotion (pp. 80-105). New York: Oxford Press.

Bowers D., Blonder, X. L., Feinberg, T., & Heilman, K. M. (1991). Differential impact of right and left hemisphere lesions on facial emotion and object imaginary. *Brain, 114,* 2593-2609.

Crews, W. D., & Harrison, D. W. (1994). Cerebral asymmetry in facial affect perception by women: Neuropsychological effects of depressive mood. *Perceptual and Motor Skills*, *79*, 1667–1679.

Davidson, R. J. (1995). Cerebral asymmetry, emotion, and affective style. In: R. J. Davidson, & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 361-387). Massachusetts: MIT Press.

Davidson, R. J. (2003) Affective neuroscience and psychophysiology: toward a synthesis. *Psychophysiology, 40,* 655-665.

Davidson, R. J., & Fox, N. A. (1982). Asymmetrical brain activity discriminates between positive versus negative affective stimuli in human infants. *Science, 218,* 1235-1237.

Demaree, H. A., Everhart, D. E., Youngstrom, E. A., Harrison, D. W. (2005). Brain lateralization of emotional processing: Historical roots and a future incorporating "dominance". *Behavioral and Cognitive Neuroscience Review, 4* (1), 3-20.

Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Journal of Personality and Social Psychology, 17 (2), 124-129.

Ekman, P., & Friesen, W. V. (1976). Pictures of facial affect. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.

Fox, N. A., Davidson, R. J. (1988). Patterns of brain electrical activity during facial signs of emotion in 10-month-old infants. *Developmental Psychology, 24,* 230-236.

Goldstein, K. (1939). *The Organism*. Academic Book, New York.

Hair, J. F., Anderson, R. E., Tathan, R. L., Black, W. C. (1998). *Multivariate Data Analysis.* New Jersey: Prentice Hall.

Hellige, J. B. (1993). *Hemispheric asymmetry: what's right and what's left.* Massachusetts: Harvard University Press.

Hugdahl, K.; Iversen, P. M., & Johnsen, B. H. (1993). Laterality for facial expressions: does the sex of the subject interact with the sex of the stimulus face? *Cortex, 29* (2), 325-331.

Johnston, P. J., Katsikitis, M., & Carr, V. J. (2001) A generalized deficit can account for problems in facial emotion recognition in schizophrenia. Biological Psychology, 58, 203-227.

Killgore, W. D. S., & Yurgelun-Todd, D. A. (2007) The right-hemisphere and valence hypotheses: could they both be right (and sometimes left)? *Social Cognitive and Affective Neuroscience Advance Access,* doi:10.1093/scan/nsm020.

King, F. L. & Kimura, D. (1972). Left ear superiority in dichotic perception of vocal and nonverbal sounds. *Canadian Journal of Psychology, 26,* 111-116.

Kirita, T., & Endo, M. (1995). Happy face advantage in recognizing facial expressions. *Acta Psychologica*, *89*, 149–163.

Lehr, D. J., Bergum, B. O., & Standing, T. E. (1966). Response latency as a function of stimulus affect and presentation order. *Perceptual and Motor Skills*, *23*, 1111–1116.

Leppänen, J. M, & Hietanen, J. K. (2004). Positive facial expressions are recognized faster than negative facial expressions, but why? *Psychological research, 69,* 22-29.

Ley, R. G., & Bryden, M. P. (1979). Hemispheric difference in processing emotions in faces. *Brain and Language, 7,* 127-138.

Mills, C. K. (1912). The cerebral mechanisms of emotional expression. *Transaction of the College of Physicians of Philadelphia, 34*, 381-390.

Mishkin, M., & Forgays, D. G. (1952). Word recognition as a function of retinal locus. *Journal of Experimental Psychology, 43*, 43-48.

O' Doherty, J., Kringelbach, M. L., Rolls, E. T., Hornak, J., & Andrews, C. (2001). Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. *Nature Neuroscience, 4*, 95–102.

Öhman, A., Lundqvist, D., & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, *80*, 381-396.

Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia, 9*, 97-113.

Posner, I. P., & Raichle, M. E. (1994). Images of mind. New York: Scientific American Library.

Reuter-Lorenz, P., & Davidson, R. J. (1981). Differential contributions of the cerebral hemispheres to the perception of happy and sad faces. *Neuropsychologia, 19,* 609-613.

Sackeim, H. A., Gur, R. C., & Saucy, M. C. (1978) Emotions are expressed more intensely on the left side of the face. *Science, 202,* 434-436.

Sackeim, H. A., Weiman, A. L., Gur, R., Greenberg, M. S., Hungerbuhler, J. P., & Geschwind, N. (1982). Pathological laughing and crying: Functional brain asymmetry in the experience of positive and negative emotions. *Archives of Neurology, 39,* 210-218.

Salvucci, D. D., & Goldberg, J. H. (2000). Identifying Fixations and Saccades in Eye Tracking Protocols. *Eye Tracking Research and Applications Symposium 2000,* p. 71-78.

Sergent, J. (1995). Hemispheric contribution to face processing: patterns of convergence and divergence. In: R. J. Davidson, & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 157-181). Massachusetts: MIT Press.

Stenberg, G., Wiking, S., & Dahl, M. (1998). Judging words at face value: Interference in word processing reveals automatic processing of affective facial expressions. *Cognition and Emotion*, *12*, 755–782.

Stone, V. E., Nisenson, L., Eliassen, J. C., & Gazzaniga, M. S. (1996). Left hemisphere representations of emotional facial expression. *Neuropsychologia, 34 (1)*, 23-29, 1996.

Tamietto, M; Corazzini, L. L., Gelder, B., & Geminiani, G. (2006). Functional asymmetry and interhemispheric cooperation in the perception of emotions from facial expressions. *Experimental Brain Research, 171,* 389-404.

van strien, J. W., & van beek, S. (2000). Ratings of emotion in laterally presented faces: Sex and handedness effects. *Brain and Cognition, 44,* 645-652.

Wang, L., & Markham, R. (1999). The development of a series of photographs of Chinese facial expressions of emotion. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 30,* 397-410.

Wheeler, R. E., Davidson, R. J., & Tomarken, A. J. (1993). Frontal brain asymmetry and emotional reactivity: A biological substrate of affective style. *Psychophysiology, 30,* 82–89.

APÊNDICE C - Artigo de revisão aceito para publicação na revista *Psychology and Neuroscience.*

Models of brain asymmetry in emotional processing

Alves, N. T.1; Fukusima, S. S. 1; Aznar-Casanova, J. A.2

1 Departamento de Psicologia e Educação, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo - Brasil.
2 Departamento de Psicología Básica, Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona - España.

Correspondence should be addressed to:

Nelson Torro Alves
FFCLRP - Universidade de São Paulo
Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia
Av. Bandeirantes, 3900. Monte Alegre.
CEP: 14040-901
Ribeirão Preto – SP – Brasil
FAX: + 55-16-3633-2660
TEL: + 55-16-3602-4448
E-mail: nelsontorro@yahoo.com.br

Abstract

Two models of brain asymmetry in emotional processing were reviewed: the right hemisphere and the valence hypotheses. The first states a dominant role for the right hemisphere in emotional processing, whereas the second assumes that the left hemisphere is dominant for positive emotions and the right hemisphere for negative ones. Recent studies have supported both hypotheses and new perspectives for studying emotional processing and brain asymmetry have been proposed.

Key words: brain asymmetry; right hemisphere hypothesis; valence hypothesis

1. Introduction

Despite the new insights provided by several behavioral, neurological and lesion studies (e.g., Sackeim et al., 1982; Adolphs, 2002; Rodway, Wright & Hardie, 2003), the exact role of cortical asymmetries in the emotional processing remains unclear.

Currently, two hypothetical models on the processing of emotions and facial expressions have received considerable attention: the right hemisphere and the valence hypotheses, which have been supported by a great number of works (Ley & Bryden, 1979; Davidson, 1983; Borod et al., 1998; Davidson, 2000; Asthana & Mandal, 2001; Jansari, Tranel & Adolphs, 2002; Tamietto, Corazzini, Gelder & Geminiani, 2006).

The right hemisphere hypothesis

The oldest theory about brain asymmetry states that the left hemisphere is associated with cognitive processes, whereas the right hemisphere is involved with the processing of emotion. Associations between emotion and the right hemisphere appeared very early in the neurological literature. In 1912, Mills observed that damage to the right side of the head was associated with a decrease of the emotional expression. Similarly, Babinski (1914) verified that patients with lesions in the right hemisphere became maniac or emotionally indifferent. Those initial studies led to the development of the right hemisphere hypothesis, which states a dominant role for the right hemisphere in the processing of all emotional components (Borod et al., 1998).

Many studies have provided support to this hypothesis. For example, Sackeim, Gur and Saucy (1978) found that facial expressions are more intensely displayed in the left side of the face, suggesting a greater involvement of the right hemisphere in the

production of emotional displays. Dichotic studies have shown that the emotional intonation is best recognized for stimuli presented in the left ear (Haggard & Parkinson, 1971). As acoustic stimuli are processed contralaterally to the ear of presentation, a dominant role in the processing of auditory emotional information has been attributed to the right hemisphere.

Adolphs, Damasio, Tranel and Damasio (1996) verified that patients with right hemisphere damage were more impaired in recognizing facial expressions than patients with left hemisphere damage. Some authors have also suggested that the right hemisphere might contain a store of structural representations or templates of facial expressions (Blonder, Bowers & Heilman, 1991; Bowers, Blonder, Feinberg & Heilman, 1991). Once these templates are destroyed, by a stroke or cerebral injury for example, the capacity to recognize facial expressions could be lost.

The negative/positive and approach/withdrawals models

Regardless of the strong evidence suggesting a dominant role for the right hemisphere on emotions, a number of early studies reported a different pattern of brain asymmetry. Goldstein (1939) showed that damage to the left hemisphere was more likely to cause a catastrophic-depressive reaction in psychiatric patients. Sackeim et al. (1982), reviewing 119 cases of pathological laugh and crying, found evidence suggesting a differential hemispheric specialization for positive and negative affect. In general, damage to left hemisphere led to the onset of depressive symptoms in psychiatric patients. On the other hand, damage to the right hemisphere was more frequently associated to a pathological laughing condition. Likewise, Bear (1983) verified that lesions to the right hemisphere tend to cause an indifference towards one's

own illness, as well as financial difficulties, interpersonal conflicts, and other impairments.

In order to explain such disagreement with the right hemisphere hypothesis, a new brain asymmetry model was proposed: the valence hypothesis (Davidson, 1995). Fundamentally, it states that the pattern of hemispheric dominance is dependent on the emotional valence of the stimulus, the left hemisphere being dominant for processing positive emotions and the right hemisphere dominant for processing negative emotions According to the valence hypothesis, fear, anger, disgust and sadness are considered negative emotions, and happiness and surprise are classified as positive emotions.

More recently, one further model has been proposed: the motivational approach-withdrawal hypothesis (Demaree, Everhart, Youngstrom & Harrison, 2005). This hypothesis incorporates evolutive concepts about the emotional system, arguing that emotions are closely associated to the behavior of the individual in its environment. According to the approach-withdrawal hypothesis, happiness, surprise, and anger are classified as approach emotions, since they indicate a drive of the individual toward the environmental stimuli. On the other hand, sadness, fear and disgust are associated with a withdrawal behavior, because they tend to lead the individual to move away from the environmental sources of aversive stimulation. The negative/positive and the approach/withdrawal models are very similar, but disagree on the classification of the emotion of anger. In the negative/positive model, anger is considered a negative emotion and grouped together with sadness, fear, and disgust. Differently, in the approach/withdrawal model, anger is considered as an approach emotion, since it drives the individual to the fight and the sources of stimulation, and is therefore assigned to the same category as happiness and surprise. In spite of this disagreement, both the valence

and approach-withdrawal hypotheses are similar and have received strong support from many studies in the last decades (Demaree et al., 2005).

Methods for studying brain asymmetry

Many methods have been used for assessing the involvement of the cerebral hemispheres in the processing of facial information. One of the earliest and most used methods for studying brain asymmetry in normal subjects is the half-visual-field technique. It was introduced by Mishkin and Forgays (1952) and consists in the tachistoscopic presentation of visual stimuli in the periphery of the visual field. Its adequacy for the study of hemispheric processing is based on the anatomic properties of the visual system. The visual system is arranged in such a way that the temporal hemiretina sends the image to the ipsilateral visual cortex, and the nasal hemiretina sends the image to the contralateral visual cortex. Therefore, stimuli presented in the left visual field are initially projected to the right hemisphere, whereas stimuli presented in the right visual field reach first the left hemisphere. To certify that the information will be processed initially by only one hemisphere, two conditions are necessary: 1) the stimulus must be presented to the left or to the right of the fixation point, in the periphery of the visual field, 2) the exposition time must be sufficiently brief to prevent that eye movements expose the visual stimulus to both hemiretinas (Sergent, 1995). By analyzing reaction time and judgment errors, it is possible to make inferences about the functional asymmetry of the hemispheres. Shorter reaction times and fewer judgment errors are indicators that the hemisphere that first processed the stimulus is more involved in the processing of the information investigated in the task.

This technique might be considered coarse when compared to the current methods of study of the cerebral functions; however, its simplicity and multiple possibilities of manipulation of stimuli and tasks have permitted researchers to make important inferences about the functioning of the hemispheres.

Davidson and Reuter-Lorenz (1981) accomplished a study with this technique to investigate the hypothesis of the differential hemispheric specialization to positive and negative emotions. The experiment consisted in the presentation of an emotional and a neutral face on the screen at the same time. One of the faces was presented in the left visual field and the other in the right visual field. They reported a relative superiority of the right hemisphere for the perception of sad faces (shorter response times for presentations in the left visual field) and a relative advantage of the left hemisphere for the perception of happy faces (shorter response times for presentations in the right visual field).

Currently, modern neuroimaging techniques such as fMRI, MEG, EEG, and PET, have revealed specific areas related to the processing of facial stimuli. These methods have also permitted scientists to establish correlations between neurophysiologic activities and emotional functions in the brain. A number of neuroimaging studies have offered greater support to the approach-withdrawal/positive-negative models by analyzing the role of two important structures: the amygdala and the prefrontal cortex.

The amygdala

The amygdala is a structure of the medial temporal lobe implicated in a series of emotional processes, taking part in the neural substrate of emotions (Le Doux, 1995).

Recent studies indicate that the amygdala plays an important role in directing one's attention to emotionally salient stimuli and orienting the posterior processing of stimuli that have a major importance for the individual (Davidson, 2003).

The amygdala has been generally associated with negative affect. Lesions in this structure can reduce emotional responses and impair the recognition of facial expressions of fear and anger (Calder, Young, Rowland, Hodges & Etcoff, 1996). Interestingly, a worse performance in the perception of voices of anger and fear has also been reported (Scott et al., 1997).

Other studies have shown a positive correlation between amygdala activation and severity of depression symptoms in patients with major depressive disorder (Drevets et al., 1992; Abercrombie et al., 1998), and an enlargement of the amygdala in depressed patients with bipolar disorders (Altshuler, Bartzokis, Grieder, Curran & Mintez, 1998) and temporal lobe epilepsy (Tebartz, Woermann, Lemieux & Trimble, M. R., 1999). In support to the valence hypothesis, Mervaala et al. (2000) found a reduction in the volume of the left amygdala in patients with major depressive disorder.

The Prefrontal Cortex

The prefrontal cortex mediates the control of high cognitive functions and is associated with the regulation of many aspects of the affective system. It has been proposed that the prefrontal cortex stores the representations of goals and the means to achieve them, working in an emotion-based decision making system (Davidson, 2003). Patients with prefrontal cortex injury, especially in the ventromedial area, are severely impaired in decision making processes (Damasio, 1994).

Davidson (1995) showed that the prefrontal cortex is a region of great affective asymmetry. The anterior region of the left hemisphere is related to approach behaviors and positive affects, and the anterior portion of the right hemisphere is associated with withdrawal behavior and negative affects. Neuroimaging studies have offered support to this idea. Jones and Fox (1992) found a greater activation of the left hemisphere during the occurrence of positive affects and a greater activation of the right hemisphere in the presence of negative affects. The orbital and ventral areas of the frontal cortex are implicated in the representation of reward and punishment. O' Doherty, Kringelbach, Rolls, Hornak, and Andrew (2001) showed that left orbitofrontal areas are especially responsive to reward, whereas areas in the right orbitofrontal cortex are more activated during punishment.

Perspectives for the study of brain asymmetry

Some criticism has been directed towards the general models of brain asymmetry. Many authors argue that the level of specificity of the theories dealing with a whole hemisphere is too coarse (Wager, Phan, Liberzon & Taylor, 2003). An important issue refers to the absolute/relative nature of the asymmetry. Early cognitive models tended to conceive cognitive and emotional functions as located exclusively in one hemisphere alone (Gainotti, 1972). Scientists are now speaking about relative dominance, as opposed to absolute dominance. Even strong lateralized functions, such as language, are known to be distributed in both hemispheres. The spoken language, for example, requires structures of the left hemisphere for generating grammatical sentences and syntax rules (e.g. Broca's area), whereas structures of the right hemisphere participate adding the proper emotional intonation to the speech (prosody).

Both linguistic components are important for the understanding of the speech. More recently, some studies have tried to understand how the cerebral hemispheres cooperate and coordinate their resources for processing information more efficiently (Tamietto et al., 2006).

Some authors have assumed that the investigation of brain asymmetry must be focused on small regions of the brain rather than on whole hemispheres. Wager et al. (2003) suggest that the whole hemisphere is too general a unit of measure to be described by neuroimaging data, a more refined level of anatomic specificity being advisable. These conclusions are based in a meta-analysis of 65 neuroimaging studies investigating brain asymmetry. They found no differences between the cerebral hemispheres, when considered as a whole. However, when smaller brain structures were compared, a more complex pattern of brain asymmetry emerged from the data. They found limited support for left lateralization of positive/approach emotions in the lateral frontal cortex and evidence towards the lateralization of withdrawal/negative emotions in the left limbic system (left insula, sublenticular extended amygdala and medial frontal cortex), but failed to show right-lateralized activations for positive emotions.

Besides the debate on the absolute/relative nature of brain asymmetry and the claims in favor of a more refined level of brain specificity, research must take into account other fundamental characteristic of the emotional system. The emotional system can be conceived as a set of subsystems involved in the processing of different aspects of the emotion. Davidson (1995) proposed the division of the emotional system in three distinct components leading with: 1) the perception of the emotion, 2) the experience of the emotion and 3) the expression of the emotion. Moreover, different neural substrates have been suggested for each component. It is possible that some of the disagreement between the valence and the right hemisphere hypotheses might be explained by the fact

that researchers are focusing on different components of the emotional system. The patterns of brain asymmetry for perceiving and expressing emotions may not be necessarily identical.

Regardless of the number of works supporting the right hemisphere hypothesis; there is currently more evidence favoring the valence/motivational model, especially for the experience of the emotion (Davidson, 2003). Further perspectives on this field of study also indicate a fractioning of the complex phenomenon of emotion into the analysis of its basic components.

References

Abercrombie, H.C, Schaefer, S.M, Larson, C.L., Oakes, T.R., Lindgren, K.A., Holden, J.E., Perlman, S.B., Turski, P.A., Kran, D.D., Benca, R.M. & Davidson, R.J. (1998). Metabolic rate in the right amygdala predicts negative affect in depressed patients. **Neuro Report**, 9(14), 3301-3307.

Adolphs, R., Damasio, H., Tranel, D. & Damasio, A.R. (1996). Cortical systems for the recognition of emotion in facial expression. **The Journal of Neuroscience**, 16(23), 7678-7687.

Adolphs, R. (2002). Neural systems for recognizing emotion. **Current Opinion in Neurobiology**, 12(2), 169-177.

Altshuler, L.L., Bartzokis, G., Grieder, T., Curran, J. & Mintez, J. (1998). Amygdala enlargement in bipolar disorder and hippocampal reduction in schizophrenia: An MRI study demonstrating neuroanatomic specificity. **Archives of General Psychiatry**, 55(7), 663-664.

Asthana, H.S. & Mandal, M.K. (2001). Visual-field bias in the judgment of facial expression of emotion. **Journal of General Psychology**, 128(1), 21-29.

Babinski, J. (1914). Contribution of cerebral hemispheric organization in the study of mental troubles. **Review Neurologique**, 27, 845-848.

Bear, D.M. (1983). Hemispheric specialization and the neurology of emotion. **Neurological Review**, 40(4), 195-202.

Blonder, L.X., Bowers, D. & Heilman, K.M. (1991). The role of the right hemisphere in emotional communication. **Brain**, 114(3), 1115-1127.

Borod, J.C., Obler, K.L., Erhan, H.M., Grunwald, I.S., Cicero, B.A., Welkowitz, J., Santschi, C., Agosti, R.M. & Whalen, J.R. (1998). Right hemisphere emotional perception: evidence across multiple channels. **Neuropsychology**, 12(3), 446-458.

Borod, J.C., Koff, E., Lorch, M.P. & Nicholas, M. (1986). The expression and perception of facial emotion in brain damaged patients. **Neuropsychologia**, 24(2), 169-180.

Bowers, D., Blonder, X.L., Feinberg, T. & Heilman, K.M. (1991). Differential impact of right and left hemisphere lesions on facial emotion and object imaginary. **Brain**, 114(6), 2593-2609.

Calder, A.J., Young, A.W., Rowland, D., Hodges, J.R. & Etcoff, N.L. (1996). Facial emotion recognition after bilateral amygdala damage: differentially severe impairment of fear. **Cognitive Neuropsychology**, 13(5), 699-745.

Davidson, R.J. (1983). Hemispheric asymmetry and emotion. In R.J. Davidson & P. Ekman (Eds.), **Questions about emotions** (pp. 39-57). Massachusetts: MIT Press.

Davidson, R.J. (1995). Cerebral asymmetry, emotion, and affective style. In R. J. Davidson & K. Hughdahl (Eds.), **Brain Asymmetry** (pp. 361-387). Massachusetts: MIT Press.

Davidson, R.J. (2003). Affective neuroscience and psychophysiology: toward a synthesis. **Psychophysiology**, 40(5), 655-665.

Demaree, H.A., Everhart, D.E., Youngstrom, E.A., Harrison, D.W. (2005). Brain lateralization of emotional processing: Historical roots and a future incorporating “dominance”. **Behavioral and Cognitive Neuroscience Review**, 4(1), 3-20.

Drevets, W.C., Videen, T.O., Price, J.L., Preskorn, S.H., Carmichael, S.T. & Raichle, M.E. (1992). A functional anatomical study of unipolar depression. **Journal of Neuroscience**, 12, 3628-3641.

Fox, N.A. & Davidson, R.J. (1998). Patterns of brain electrical activity during facial signs of emotion in 10-month-old infants. **Developmental Psychology**, 24(2), 230-236.

Gainotti, G. (1972). Emotional behavior and hemispheric side of the lesion. **Cortex**, 8(1), 41-55.

Goldstein, K. (1939). **The Organism**. New York: Academic Book.

Jansari, A., Tranel, D. & Adolphs, R. (2000). A valence-specific lateral bias for discriminating emotional facial expressions in free field. **Cognition and Emotion**, 14(3), 341-353.

Jones, N.A. & Fox, N. (1992). Electroencephalogram asymmetry during emotionally evocative films and its relation to positive and negative affectivity. **Brain Cognition**, 20(2), 280-299.

Hellige, J.B. (1993). **Hemispheric asymmetry: what's right and what's left.** Massachusetts: Harvard University Press.

Ley, R.G. & Bryden, M.P. (1979). Hemispheric difference in processing emotions in faces. **Brain and Language**, 7(1), 127-138.

Mervaala, E., Fohr, J., Kononen, M., Valkonen-Korhonem, M., Vainio, P., Partamen, K., Artanen, J., Tiihonen, J., Viinamaki, K., Karjalainen, A.K. & Lehtonen, J. (2000). Quantitative MRI of the hippocampus and amygdala in severe depression. **Psychological Medicine**, 30(1), 117-125.

Mishkin, M. & Forgays, D.G. (1952). Word recognition as a function of retinal locus. **Journal of Experimental Psychology**, 43(1), 43-48.

Mills, C.K. (1912). The cerebral mechanisms of emotional expression. **Transaction of the College of Physicians of Philadelphia**, 34, 381-390.

O' Doherty, J., Kringelbach, M.L., Rolls, E.T., Hornak, J. & Andrew, C. (2001). Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. **Nature Neuroscience**, 4(1), 95-102.

Reuter-Lorenz, P. & Davidson, R.J. (1981). Differential contributions of the cerebral hemispheres to the perception of happy and sad faces. **Neuropsychologia**, 19(4), 609-613.

Rodway, P., Wright, L. & Hardie, S. (2003). The valence-specific laterality effect in free viewing conditions: The influence of sex, handedness, and response bias. **Brain and Cognition**, 53(3), 452-463.

Sackeim, H.A., Gur, R.C. & Saucy, M.C. (1978). Emotions are expressed more intensely on the left side of the face. **Science**, 202(4366), 434-436.

Sackeim, H.A., Weiman, A. L., Gur, R.C., Greenberg, M. S., Hungerbuhler, J. P. & Geschwind, N. (1982). Pathological laughing and crying: Functional brain

asymmetry in the experience of positive and negative emotions. **Archives of Neurology**, 39(4), 210-218.

Scott, K.S., Young, A.W., Calder, A.J., Hellawell, D.J.; Aggleton, J.P. & Johnson, M. (1997). Impaired auditory recognition of fear and anger following bilateral amygdala lesions. **Nature**, 385(6613), 254-257.

Sergent, J. (1983). Role of the input in visual hemispheric asymmetries. **Psychological Bulletin**, 93(3), 481-512.

Sergent, J. (1995). Hemispheric contribution to face processing: patterns of convergence and divergence. In R. J. Davidson & K. Hughdahl (Eds.), **Brain Asymmetry** (pp.157-181). Massachusetts: MIT Press.

Stone, V.E., Nisenson, L., Eliassen, J. . & Gazzaniga, M.S. (1996). Left hemisphere representations of emotional facial expression. **Neuropsychologia**, 34(1), 23-29.

Haggard, M.P. & Parkinson, A.M. (1971). Stimulus and task factor as determinants of ear advantages. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, 23(2), 168-177.

Tamietto, M., Corazzini, L.L., Gelder, B. & Geminiani, G. (2006). Functional asymmetry and interhemispheric cooperation in the perception of emotions from facial expressions. **Experimental Brain Research**, 171(3), 389-404.

Tebartz, V.E., Woermann, F.G., Lemieux, L. & Trimble, M.R. (1999). Amygdala enlargement in dysthymia - A volumetric study of patients with temporal lobe epilepsy. **Biological Psychiatry**, 46(12), 1614-1623.

Wager, T.D., Luan Phan, K., Liberzon, I. & Taylor, S.F. (2003). Valence, gender, and lateralization of functional brain anatomy in emotion: a meta-analysis of findings from neuroimaging. **Neuroimage**, 19(3), 513-531.