

Mário Sérgio dos Santos

A ilusão da máscara côncava e o processamento *coarse-to-fine*

Uberlândia

2019

Mário Sérgio dos Santos

A ilusão da máscara côncava e o processamento *coarse-to-fine*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Psicologia da Universidade
Federal de Uberlândia, como requisito parcial
para a obtenção do Título de Bacharel em
Psicologia
Orientador: Leonardo Gomes Bernardino

Uberlândia

2019

Mário Sérgio dos Santos

A ilusão da máscara côncava e o processamento *coarse-to-fine*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Psicologia

Orientador: Leonardo Gomes Bernardino

Banca Examinadora

Uberlândia, 05 de julho de 2019

Prof. Dr. Leonardo Gomes Bernardino (Orientador)
Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia-MG

Prof. Dr. Joaquim Carlos Rossini (Examinador)
Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia-MG

Prof. Dr. Ederaldo José Lopes (Examinador)
Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia-MG

Uberlândia
2019

RESUMO

A ilusão da máscara côncava (*hollow face illusion*) ocorre ao se observar o lado côncavo de uma máscara a certa distância e percebê-lo como convexo, ou seja, ocorre uma inversão visual da profundidade. Essa ilusão visual é útil para compreender como se dá o processo de reconhecimento da face, além de ajudar no entendimento de algumas condições clínicas, como a esquizofrenia e a síndrome da abstinência ao álcool. Neste estudo, o objetivo foi verificar o efeito do tempo de exibição da máscara e da forma de apresentação desta (completa ou parcial) sobre a magnitude da ilusão. Trinta e dois voluntários (24 mulheres, idade média 22,5 anos) realizaram julgamentos sobre a profundidade da máscara (côncava ou convexa) em duas sessões experimentais (máscara parcial e completa) com tempos restritos (150ms ou 300ms). Os resultados indicaram que ocorreu a ilusão, entretanto a magnitude desta não foi influenciada pelo tempo de exposição e tampouco pelo tipo de máscara apresentada. Os dados fornecem evidência favorável à hipótese *coarse-to-fine*, ou seja, o processamento global precede a avaliação dos detalhes no reconhecimento de uma face humana.

Palavras-chave: Máscara côncava; Ilusão visual; *Coarse-to-fine*; Tempo de exposição.

ABSTRACT

The hollow face illusion occurs when the concave side of a mask is observed at a certain distance and perceives it as convex, that is, a visual depth inversion occurs. This visual illusion is useful to understand how the face recognition process takes place, as well as help in understanding some clinical conditions, such as schizophrenia and alcohol withdrawal syndrome. In this study, the objective was to verify the effect of exposure time on the mask and its presentation (complete or partial) on the magnitude of the illusion. Thirty-two volunteers (24 women, mean age 22.5 years) performed judgments on the depth of the mask (concave or convex) in two experimental sessions (partial and complete mask) with restricted times (150ms or 300ms). The results indicated that the illusion occurred, however the magnitude of the illusion was not influenced by the exposure time or by the type of mask presented. The data provides favorable evidence for the coarse-to-fine hypothesis, in other words, the overall processing precedes the evaluation of details in the recognition of a human face.

Keywords: Hollow face; Visual illusion; Coarse-to-fine; Exposure time.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. MÉTODO	12
2.1. Participantes	12
2.2. Materiais e Equipamentos	12
2.3. Procedimento	13
2.4. Análise de Dados	14
3. RESULTADOS	16
4. DISCUSSÃO	18
5. REFERÊNCIAS	21
Anexo A	23

1. INTRODUÇÃO

As ilusões visuais são instrumentos muito úteis para compreender as bases fisiológicas da percepção e as estratégias que criamos para que as informações sensoriais ambíguas sejam coerentes e façam sentido para nós. As ilusões visuais podem ser definidas como discrepâncias perceptivas produzidas por fatores ópticos, sensoriais e cognitivos. Um exemplo relevante é a ilusão da máscara côncava (*hollow face illusion*). Ao se observar o reverso côncavo de uma máscara a certa distância, a percepção é a de uma face convexa, ou seja, ocorre uma inversão visual da profundidade.

Hill e Johnston (2007) mostraram que a ilusão da máscara côncava é um fenômeno robusto em diversas condições visuais (rotação, inversão, direção da fonte luminosa, máscara real x máscara virtual). Independente da condição e da variável manipulada, os participantes relataram a ilusão. Resultados semelhantes foram descritos por Quaglia e colaboradores (Qualia, Bachetti & Alves, 2014; Quaglia & Fukusima, 2006, 2009, 2015), que em seus experimentos manipularam diferentes variáveis, por exemplo, a direção da iluminação (por cima, por baixo, pela direita e pela esquerda), orientação da máscara (normal e invertida), a cor da máscara (monocromada ou policromada) e a presença (ou ausência) de olhos e boca na máscara. Nenhuma dessas variações fez com que a magnitude da ilusão fosse diminuída de maneira significativa. Além disso, a ilusão da máscara côncava também foi observada em máscaras não-humanas, definidas como “marcianas” (Vlajnic, Papathomas, Keane, Zalokostas, & Silverstein, 2014).

Uma das explicações para esta ilusão é a observação de que na natureza há mais objetos convexos do que côncavos (Kleffner & Ramachandran, 1992). O trabalho de Gregory (1997) complementa essa explicação evolutiva ao indicar que há uma “rejeição” por faces côncavas, pois estas sempre são convexas. É importante mencionar que a percepção visual ocorre em dois níveis. No primeiro, as informações sensoriais captadas pelos olhos e transformadas em impulsos

elétricos, processo chamado de *bottom-up* ou de baixa ordem. No segundo nível, essas informações são organizadas, reconhecidas e interpretadas baseadas em nosso conhecimento prévio e expectativas, processo chamado de *top-down* ou de alta ordem. Desse modo, é provável que ocorra uma prevalência dos processos *top-down* em relação aos *inputs* sensoriais por razões evolutivas, dado que o homem é um animal social e o reconhecimento de faces foi (e é) muito importante para sua sobrevivência.

Outro fator que afeta a ilusão da máscara côncava e confirma essa prevalência *top-down* em seu processamento é a convergência dos olhos. Ao observar a face convexa da máscara, os olhos convergem para a distância onde a face convexa objetiva está localizada. Já na observação da face côncava da máscara, os olhos se ajustam e convergem para a distância aparente da localização da face ilusória. Assim, pode-se afirmar que há um viés no ponto de fixação do olhar durante a ilusão, o qual é mais intenso sem a qualidade da informação sensorial em uma observação binocular (Quaglia & Fukusima, 2015). Por isso, a ilusão ocorre com a máscara côncava observada monocularmente (com maior influência *top-down*) a distâncias menores do observador em comparação com a observação binocular. Resultado que foi corroborado pelo estudo de Koessler e Hill (2015), no qual os participantes viam a máscara por meio de um *pinhole* e pelo estudo de Grosjean, Rinkenauer e Jainta (2012), que registraram o movimento ocular dos participantes ao verem a face côncava de uma máscara.

Corrow, Mathison, Granrud e Yonas (2014) encontraram evidências de que bebês de 6 meses de idade percebem a ilusão da máscara côncava, além de fazerem a inversão de objetos diferentes da face humana (por exemplo, uma tigela). Os autores concluíram que o sistema visual de bebês de 6 meses é similar ao dos adultos, com um viés geral para perceber objetos como convexos, indicando a prevalência das informações *top-down*. Apesar de todas essas evidências, não foram encontrados estudos que investigassem diretamente a dinâmica temporal do

processamento da máscara côncava, o que forneceria evidência adicional para a explicação da prevalência dos mecanismos *top-down*.

A ilusão da máscara côncava atraiu a atenção de muitos pesquisadores nas últimas décadas, pois se observou que a magnitude da ilusão se encontra reduzida em alguns quadros e condições clínicas. Por exemplo, Bachetti, Quaglia, Alves e Oliveira (2013) mostraram que a maioria dos indivíduos com síndrome de abstinência de álcool (SAA) moderada apresentou dificuldade para realizar a inversão monocular da profundidade, não conseguindo visualizar a máscara côncava como convexa. Entretanto, essa dificuldade não é permanente e foi revertida com o término da SAA moderada. Um estudo com indivíduos com a SAA leve não encontrou resultados semelhantes (Quaglia et al., 2014), ou seja, o nível de desorganização no processamento perceptivo causado pela falta de álcool ocorre num *continuum*.

A magnitude da ilusão da máscara côncava também se encontra reduzida em pacientes diagnosticados com esquizofrenia e que fazem uso de medicamentos antipsicóticos por mais de 4 semanas, em comparação com os indivíduos saudáveis e pacientes diagnosticados com esquizofrenia e que usavam antipsicóticos a menos de 4 semanas (Alves, Quaglia, Bachetti & Oliveira, 2014); em pacientes com alto risco de psicose e em pacientes com esquizofrenia em comparação com pacientes com depressão, transtorno bipolar e indivíduos saudáveis (Gupta et al., 2016); em pacientes com esquizofrenia em comparação com indivíduos com transtorno bipolar e indivíduos saudáveis (Keane, Silverstein, Wang, Roché & Papathomas, 2016); e em pacientes com transtornos de ansiedade (agorafobia, fobia social, pânico e ansiedade generalizada) em comparação com indivíduos saudáveis (Passie et al., 2012). Nota-se o potencial da ilusão da máscara côncava como ferramenta para o diagnóstico, pois se trata de um marcador comportamental sensível à diferentes condições clínicas.

Apesar de todos os esforços e conhecimentos produzidos nas últimas décadas sobre a ilusão da máscara côncava, não foram encontradas na literatura evidências sobre a dinâmica temporal de

seu processamento, o que confirmaria a explicação proposta por Gregory (1997). Não há dúvidas de que a percepção visual torna-se mais e mais sofisticada à medida que aumenta o tempo de observação. Subjacente a esta afirmação, encontra-se a ideia de que a visão é um processo hierárquico numa maneira *coarse-to-fine*, isto é, inicialmente há um processamento mais geral (global, frequência espacial baixa, *Interactive Feature Processing – IFP, em inglês*) seguido do processamento dos detalhes (local, frequência espacial alta, *Local Feature Processing – LFP, em inglês*) (Hegd , 2008).

Esta observação estende-se   face humana, que é o estímulo primário da ilusão da máscara côncava, pois suas características individuais (nariz, boca, olhos) são organizadas e processadas inicial e prioritariamente de maneira global. Assim, a face humana não é percebida como um conjunto de características distintas, mas como um “todo” que emerge de suas partes individuais, o que é corroborado por evidências comportamentais e neurofisiológicas (Bruce & Young, 1998; Cheung, Richler, Palmeri & Gauthier, 2008; Goffaux, Hault, Michel, Vuong  & Rossion, 2005; Goffaux, Peters, Haubrechts, Schiltz, Jansma & Goebel, 2011; Goffaux & Rossion, 2006).   necessário mencionar que o processamento *coarse-to-fine*   modulado pela experiência inicial de vida. Há evidências de beb s de 6 e de 9 meses de idade usam populações de neur nios diferentes para o processamento de faces não-familiares (Barry-Anwar, Hadley, Conte, Keil & Scott, 2017) e que adotamos consistentemente uma abordagem mais holística para o processamento de faces somente após os 6 anos de idade (Tanaka & Simonyi, 2016).

Um estudo interessante que fornece pistas sobre a dinâmica temporal do processamento de faces humanas e, conseqüentemente, faz-nos pensar sobre a ilusão da máscara côncava é o de Peters, Goebel e Goffaux (2018). Neste, os autores utilizam o paradigma da face invertida e o registro da atividade cerebral por meio da técnica do eletroencefalograma. Esse paradigma já foi amplamente descrito na literatura (ver Tanaka & Simonyi, 2016), no qual se pressupõe que há um processamento *fine-to-coarse* ao visulizar uma face invertida, pois nesta configuração não é

possível processar globalmente (IFP) as características da face inicialmente, ocorrendo uma prevalência do processamento local (LFP). Os resultados mostraram que o IFP era afetada pela inversão da face por volta dos 176 ms, coincidindo com o pico do componente N170. Por outro lado, observou-se um efeito sobre o LFP somente aos 296 ms em média. Os dados corroboram os estudos anteriores ao mostrar que o IFP precede temporalmente o LFP (processamento *coarse-to-fine*).

O estudo de Peters et al. (2018) utilizou a região dos olhos como área alvo para o julgamento das faces. Essa região é a mais importante para a detecção de faces como mostrado no estudo de Omer, Sapir, Hatuka e Yovel (2018). Os autores mostraram cenas com objetos inanimados que produziam o percepto forte de uma face e os participantes julgavam o quão as imagens eram semelhantes à faces. Os resultados indicaram que a região dos olhos e da boca foram os fatores críticos que mais contribuíram para determinar a semelhança com uma face.

Frente ao exposto, conclui-se que a ilusão da máscara côncava é um fenômeno robusto em diversas condições visuais, entretanto ainda pouco se sabe sobre a dinâmica temporal de sua ocorrência, bem como o efeito que a apresentação de seus elementos tem sobre a magnitude da ilusão, manipulações essas que não foram encontradas na literatura. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo investigar como o tempo de exposição (150 ou 300 ms) e os elementos de uma face (região dos olhos) modulam a magnitude da ilusão da máscara côncava. Hipotetizou-se, de acordo com a hipótese *coarse-to-fine* (Goffaux et al., 2011), que ocorreria uma maior magnitude da ilusão da máscara côncava no menor tempo de exposição (150 ms) e que a magnitude da ilusão da máscara côncava seria menor para sua apresentação completa em comparação com sua apresentação parcial (região dos olhos).

2. MÉTODO

2.1. Participantes

Participaram 32 estudantes (24 mulheres), alunos da Universidade Federal de Uberlândia, com idade média de 22,5 anos (DP=2,1) e visão normal ou corrigida. Antes de iniciarem a sua participação, todos os voluntários leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O TCLE (Anexo A) e o protocolo da pesquisa foram elaborados conforme as normas vigentes no Brasil sobre experimentos com humanos e foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFU (CAAE: 60563016.6.0000.5152).

2.2 Material e equipamento

Para abrigar a máscara, foi construído um aparato no material madeirit de 50 cm de largura × 60 cm de altura × 150 cm de profundidade. O aparato fica sobre uma mesa e a observação do interior da caixa foi feita por meio de um orifício com 1 mm de diâmetro. O interior da caixa é visualizado monocularmente e na parte contrária a esse orifício há uma parte com dobradiça que permite abrir o aparato. Nesta parte foi afixado um notebook Acer R11, processador Pentium N3700, 4GB RAM, plataforma Windows 10 e tela de 11,6' sob resolução de 1366 x 768 pixels e frequência de atualização de 60Hz. Neste computador estava instalado o programa PsychoPy 3 que controlava a luminosidade dentro do aparato.

A máscara utilizada como estímulo foi afixada a 100 cm do orifício de observação por meio de uma alavanca de madeira, que permitia ao experimentador controlar qual lado da face (côncavo ou convexo) era apresentado ao participante. Foi utilizada uma máscara com a representação da face de Albert Einstein feita de plástico (estireno) branco, cuja medida era 43 cm de altura x 31 cm de largura e 12 cm de profundidade (disponível em <http://www.grand-illusions.com>). Nas sessões de apresentação da máscara parcial, a mesma foi tampada com papel pardo, de modo que só os olhos ficassem visíveis.

2.3 Procedimento

Antes de iniciar o experimento, os participantes realizaram a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e, em caso de concordância com todas as informações, o assinaram. Inicialmente, os participantes responderam um pequeno questionário sobre algumas informações básicas, respondidas de forma verbal e anotadas pelo experimentador, no Laboratório de Psicologia Experimental do IPUFU.

Terminada esta etapa, os participantes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, em função do tempo de exposição da máscara (150 ms ou 300 ms). Os participantes realizaram duas sessões experimentais, uma com a apresentação da máscara completa e outra com a máscara parcial, isto é, apresentava-se somente dos olhos da máscara. A ordem das sessões foi contrabalanceada entre os participantes e o intervalo mínimo entre as sessões foi de 72 horas.

Depois, eles sentavam em frente ao aparato regulado para a sua altura. Inicialmente era feito um treino com 4 apresentações da máscara em tempos maiores do que os utilizados no experimento, cujo objetivo era o participante se familiarizar com a dinâmica do experimento e o aparato. Em seguida eram feitas 30 apresentações da máscara (15 vezes cada face, convexa ou côncava) numa sequência aleatória. Os participantes observaram a máscara foi observada com o seu olho dominante.

A sequência do experimento consistia na apresentação de uma tela preta (baixa iluminação) e quando o participante relatava que estava posicionado corretamente com o olho no orifício, o pesquisador pressionava o botão direito do mouse. Com isso, dava-se início à apresentação de uma tela branca (alta luminosidade), que permitia ao participante visualizar a máscara dentro do aparato. Essa tela era apresentada pelo tempo pré-determinado ao participante em função do grupo ao que foi aleatoriamente designado (150ms ou 300ms). Ao final deste tempo, a tela preta era apresentada novamente, o participante afastava-se do aparato e sua tarefa era responder a seguinte pergunta: “A máscara é côncava?”. Havia quatro possibilidades de resposta: (1) Sim, tenho

certeza; (2) Sim, mas não tenho certeza; (3) Não, mas não tenho certeza; e (4) Não, tenho certeza. As respostas foram coletadas por meio de um teclado sem fio. Após a resposta, o experimentador girava a alavanca de madeira na parte superior da caixa para escolher a face da máscara que seria apresentada em seguida. O experimentador avisava ao participante para se posicionar adequadamente e ao sinal deste, uma nova apresentação da máscara era realizada. As sessões experimentais duraram aproximadamente 15 minutos.

2.4. Análise de dados

A partir da organização de uma matriz de resposta, o *pool* de dados permitiu o cálculo do R-index (Brown, 1974). A matriz e a equação a seguir mostra como os dados foram tabulados e como o R-index foi calculado, respectivamente.

	Sim- Certeza	Sim- Incerteza	Não- Incerteza	Não- Certeza	Total
Convexa (sinal)	a	b	c	d	Ts(=a+b+c+d)
Côncava (ruído)	e	f	g	h	Tr(=e+f+g+h)
$R-index(%) = \frac{a(f+g+h) + b(g+h) + ch + \frac{1}{2}(ae+bf+cg+dh)}{Ts+Tr} \times 100$					

Este parâmetro é uma estimativa da probabilidade de reconhecer um estímulo alvo (face convexa, no caso) quando apresentado em comparação a um segundo estímulo, distrator (face côncava). O R-index é uma medida que não faz suposições sobre a distribuição dos dados e representa a área sobre a curva ROC empírica. Sendo assim, um R-index de 50% representa a área sobre a diagonal da curva ROC e indica que o observador ou a amostra de observadores não consegue discriminar a face côncava da face convexa da máscara. Um R-index de 100% indica uma discriminação perfeita. Deste modo, ele fornece a magnitude da discriminabilidade entre a face côncava e a convexa da máscara. Além disso, o R-index é uma medida de detecção de sinal livre de

critério de resposta (Lee & O'Mahony, 2004; MacMillan & Creelman, 2005). Sua vantagem em relação às medidas tradicionais de detecção de sinal é que é possível estimar o parâmetro com a apresentação de poucas provas, por exemplo, 20 (O'Mahony, Kulp & Wheeler, 1979). Isto se mostra extremamente prático em experimentos como o que se propõem aqui, em que é entediante e demorado a apresentação dos estímulos por muitas vezes (maior que 100, como é comum em medidas de detecção de sinal, como o d').

Por fim, o R-index foi submetido a uma análise de variância (ANOVA) mista com um fator independente [2 tempos de exposição (150 ms e 300 ms)] e um fator de medida repetidas [2 tipos de máscara (completa e parcial)]. Esta ANOVA foi realizada após verificarem-se os requisitos de normalidade e de homocedasticidade das variâncias através dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SPSS 23®.

3. RESULTADOS

Os valores médios do R-index para os dois grupos (150 ms e 300 ms) nas duas sessões experimentais (máscara completa e máscara parcial) são apresentadas na Figura 1. Observou-se que os valores médios do R-index para apresentações de 150 ms foram semelhantes para a máscara completa ($M = 40,28$, $DP = 12,53$) e para a máscara parcial ($M = 40,67$, $DP = 17,08$). Por outro lado, observou-se uma pequena diferença entre essas condições no tempo de apresentação de 300 ms, com valores maiores para a máscara parcial ($M = 44,26$, $DP = 10,52$) em comparação com a máscara total ($M = 42,61$, $DP = 16,46$).

Ao analisar o R-index em função do tempo de exposição com os dois tipos de máscara agrupados, verificou-se um R-index maior no tempo de 300 ms ($M = 43,44$, $DP = 2,63$) em comparação com as apresentações de 150 ms ($M = 40,47$, $DP = 2,63$). Além disso, ao comparar-se os tipos de máscara com os tempos de exposição agrupados, observou-se valores médios do R-index muito similares entre a máscara completa ($M = 41,44$, $DP = 2,59$) e a máscara parcial ($M = 42,46$, $DP = 2,51$).

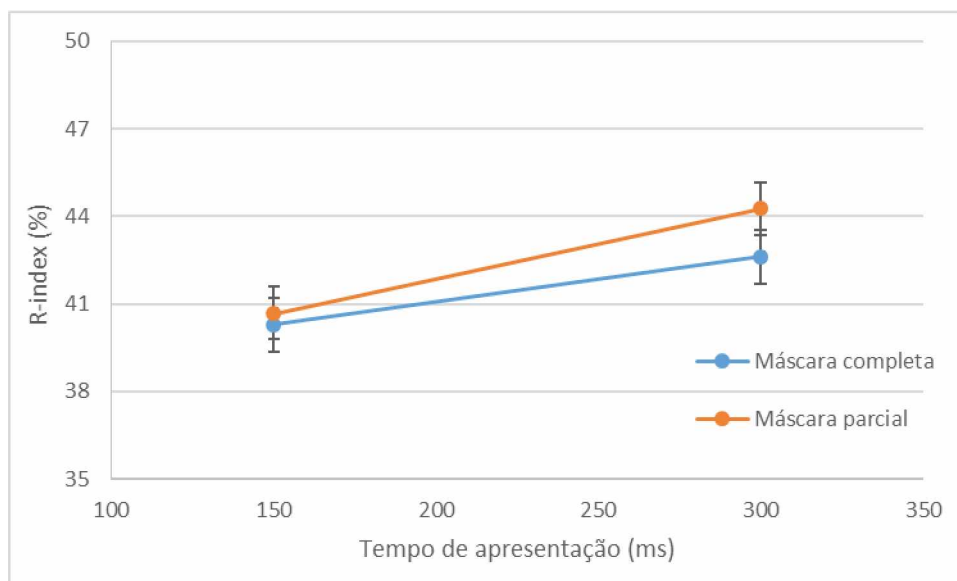


Figura 1. O R-index médio para os dois tempos de exposição (150 ou 300 ms) e nas duas condições de apresentação da máscara (total e parcial). As barras de erro referem-se ao erro padrão da média.

Para verificar se essas diferenças eram estatisticamente significativas, os valores do R-index foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) mista de modelo: 2 tempos de exposição (150 ms e 300 ms) x 2 tipos de máscara (completa e parcial), sendo o fator “tempo de exposição” de medida independente e o fator “tipo de máscara” de medida repetida. A análise revelou que não houve diferença estatisticamente significativa para a percepção das faces côncava e convexa da máscara de acordo com os tempos de exposição ($F_{1,30} = 0,634$, $p = 0,432$), os tipos de máscara ($F_{1,30} = 0,086$, $p = 0,771$) e tampouco para a interação entre esses fatores ($F_{1,30} = 0,033$, $p = 0,857$).

Embora a ANOVA não tenha revelado diferenças significativas entre as condições, os resultados sugerem que, em todas as condições, os participantes não conseguiram discriminar entre a face côncava e face convexa da máscara, pois os valores foram próximos ao valor de 50. Esse valor indica a incapacidade de discriminação entre o sinal (face côncava) e o ruído (face convexa). Isto é, destaca-se que os participantes fizeram a inversão de profundidade da face côncava da máscara, percebendo-a como convexa.

4. DISCUSSÃO

Este estudo teve como principal objetivo verificar a magnitude da ilusão da máscara côncava (*hollow face illusion*) em diferentes tempos de exposição (150ms ou 300ms) e com a apresentação completa e parcial (região dos olhos). Os resultados revelaram que os participantes não conseguiram discriminar entre a face côncava e a face convexa da máscara independente da condição experimental, ocorrendo portanto a inversão de profundidade da face. O R-index, que indica a discriminabilidade das faces da máscara, foi maior no tempo de 300 ms e na apresentação da máscara parcial. Entretanto, essas diferenças não foram estatisticamente significativas.

Esperava-se que um menor tempo de apresentação (150 ms) da máscara completa resultaria em menor discriminabilidade entre as faces côncava e convexa, ou seja, maior magnitude da ilusão, de acordo com o modelo *coarse-to-fine* (Goffaux et al., 2011; Hegdé, 2008). Os dados aqui apresentados vão nesta direção (150 ms, $M = 40,28$ / 300 ms; $M = 42,61$), entretanto a estatística inferencial não revelou uma diferença significativa. Em seu estudo com faces apresentadas na periferia do campo visual, Kovács, Knakker, Hermann, Kovács e Vidnyánszky (2017) encontraram uma grande atividade elétrica nos componentes P1 (entre 110 e 150 ms) e N170 (entre 160 e 210 ms), o que está associado ao IFP (processamento global). Resultado semelhante foi descrito por Peters et al. (2018), com o IFP aos 176 ms (N170) e o LFP (região dos olhos) aos 300 ms aproximadamente. É provável que essas diferenças não foram encontradas no presente estudo, porque não foram realizadas medidas eletrofisiológicas como nos trabalhos citados acima.

Por outro lado, na comparação entre a apresentação da máscara completa ($M = 41,44$) e da parcial ($M = 42,46$), os resultados encontrados estão numa direção contrária à esperada, embora a diferença observada também não tenha sido estatisticamente significativa. Esperava-se uma maior magnitude da ilusão com a máscara parcial, na medida em que o processamento de partes da face (LFP) envolvem os processos *top-down* que estão associados à ilusão (Cheung et al., 2008; Gregory, 1997; Kleffner & Ramachandran, 1992; Peters et al., 2018). No entanto, pode-se pensar

que a região dos olhos apresentada de maneira isolada seja tenha sido processada tão rapidamente quanto a máscara completa por duas razões: 1) a prioridade dos olhos e do nariz (Jack, Garrod & Schyns, 2014) e dos olhos e da boca (Omer et al., 2018) nos estágios iniciais de processamento em relação a outras regiões da face; e 2) o delineamento de medidas repetidas para essa variável independente, pois mesmo que tenha havido contrabalaceamento da ordem das sessões e os participantes tenham começado pela máscara parcial, eles sabiam que esta fazia parte de uma face completa.

O resultado de que os participantes experimentaram a inversão de profundidade da face, isto é, não conseguiram discriminar entre a face côncava e a face convexa da máscara está de acordo com a observação de que a ilusão da máscara é um fenômeno muito robusto em diversas condições visuais (Hill & Johnston, 2007; Qualia et al., 2014; Quaglia & Fukushima, 2006, 2009, 2015; Vlajnic et al., 2014). Com o presente estudo, adicionam-se a restrição temporal e a apresentação de partes da máscara às condições anteriormente investigadas (iluminação, orientação, cor, faces não-humanas, dentre outras). Além disso, esse resultado fornece evidências favoráveis à hipótese explicativa da ilusão, de que os processos *top-down* prevalecem sobre os *bottom-up* (Gregory, 1997; Kleffner & Ramachandran, 1992) e também que o percepto decorrente da ilusão é processado de maneira semelhante à uma face, de uma maneira *coarse-to-fine* (Bruce & Young, 1998; Goffaux, et al., 2011; Kovács et. al., 2017).

O presente estudo é pioneiro, pois não foram encontrados outros trabalhos que investigaram a dinâmica temporal na ilusão da máscara côncava e tampouco que avaliaram sua magnitude a partir de informações parciais. Pesquisas futuras devem explorar essas duas variáveis com maior profundidade, por exemplo, utilizar tempos de exposição ainda mais restritos (abaixo dos 150 ms) e outras regiões da máscara (parte superior x parte inferior; metade direita x metade esquerda; olhos x nariz x boca). Sugere-se também uma modificação na nomenclatura utilizada no método *confidence rating*, com modificação das palavras “côncava” e “convexa”. Antes do início da sessão

experimental, o participante era instruído sobre essas palavras e lhe era apresentado um modelo de máscara com os respectivos rótulos de côncavo e convexo em suas faces. Entretanto, ao longo da sessão experimental, os participantes relataram dificuldade e confusão com as palavras. Além disso, novos estudos devem ser realizados levando em consideração que, não só o IFP e o LFP operam em tempos distintos, mas também envolvem lateralização hemisférica. Peters et al. (2018) encontraram que o IFP e o LFP são prevalentemente processados no hemisfério direito e no hemisfério esquerdo, respectivamente. Essa é uma questão crítica, pois muitos estudos com a máscara côncava, o nosso inclusive, utilizam observação monocular, o que favorece o processamento lateralizado da informação nos estágios iniciais.

Por fim, o presente estudo contribuiu para a compreensão de mecanismos subjacentes à ilusão da máscara côncava, principalmente a dimensão temporal de seu processamento global e de seus elementos. Essa compreensão é importante, pois há muitas evidências de que a magnitude da ilusão é modulada pela emoção, o que a coloca como um possível marcador comportamental para a avaliação de respostas emocionais disfuncionais. Assim, além da contribuição científica ao esclarecer questões teóricas fundamentais, avançou-se num conhecimento que poderá ser aplicado em áreas como Avaliação Neuropsicológica e Psicologia Clínica.

5. REFERÊNCIAS

- Alves, A., Quaglia, M. A. C., Bachett, L. S., & Oliveira, M. S. (2014). Percepção monocular da profundidade ou relevo na ilusão da máscara côncava na esquizofrenia. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 19(1), 40-47. <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-294X2014000100006>
- Bachetti, L. S., Quaglia, M. A. C., Alves, A., & Oliveira, M. S. (2013). Ilusão da máscara côncava na síndrome de abstinência do álcool. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 65(3), 436-451. Recuperado de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180952672013000300009&lng=pt&tlng=pt.
- Barry-Anwar, R., Hadley, H., Conte, S., Keil, A., & Scott, L. S. (2017). The developmental time course and topographic distribution of individual-level monkey face discrimination in the infant brain. *Neuropsychologia*, 1, 25-31. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2017.11.019
- Brown, J. (1974). Recognition assessed by rating and ranking. *British Journal of Psychology*, 65, 13-22. doi:10.1111/j.2044-8295.1974.tb02766.x
- Bruce, V. & Young, A. (1998). *In the eye of the beholder: The science of face perception*. New York: Oxford University Press Inc.
- Cheung, O. S.; J. Richler, J. J.; Palmeri, T. J.; & Gauthier, I. (2008). Revisiting the role of spatial frequencies in the holistic processing of faces. *Journal of Experimental Psychology: Human, Perception and Performance*, 34(6), 1327-1336. doi: 10.1037/a0011752.
- Corrow, S. L., Mathison, J., Granrud, C. E., & Yonas, A. (2014). Six-month-old infants' perception of the hollow face illusion: evidence for a general convexity bias. *Perception*, 11, 1177-1190. doi: 10.1068/p7689
- Goffaux, V.; Hault, B.; Michel, C.; Vuongô, Q. C.; & Rossion, B. (2005). The respective role of low and high spatial frequencies in supporting configural and featural processing of faces. *Perception*, 34, 77-86. doi: 10.1068/p5370
- Goffaux, V., Peters, J., Haubrechts, J., Schiltz, C., Jansma, B., & Goebel, R. (2011). From coarse to fine? Spatial and temporal dynamics of cortical face processing. *Cerebral Cortex*, 21(2), 467-476. doi: 10.1093/cercor/bhq112
- Goffaux, V., & Rossion, B. (2006). Faces are "spatial": Holistic face perception is supported by low spatial frequencies. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(4), 1023-1039. doi:10.1037/0096-1523.32.4.1023
- Gregory, R. L. (1997). Knowledge in perception and illusion. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 352(1358), 1121-1127. doi: 10.1098/rstb.1997.0095
- Grosjean, M., Rinkenauer, G., & Jainta, S. (2012). Where do the eyes really go in the hollow-face illusion? *PloS one*, 9, e44706. doi:10.1371/journal.pone.0044706
- Gupta, T., Silverstein, S. M., Bernard, J. A., Keane, B. P., Papatomas, T. V., Pelletier-Baldelli, A., Dean, D. J., Newberry, R. E., Ristanovic, I., & Mittal, V. A. (2016). Disruptions in neural connectivity associated with reduced susceptibility to a depth inversion illusion in youth at ultra high risk for psychosis. *NeuroImage Clinical*, 12, 681-690. doi:10.1016/j.nicl.2016.09.022
- Hegd , J. (2008). Time course of visual perception: Coarse-to-fine processing and beyond. *Progress in Neurobiology*, 84(4), 405-439. doi: 10.1016/j.pneurobio.2007.09.001
- Hill, H., & Johnston, A. (2007). The hollow-face illusion: Object-specific knowledge. *Perception*, 36(2), 199-223. doi:10.1068/p5523
- Hill, H., & Bruce, V. (1993). Independent effects of lighting, orientation, and stereopsis on the hollow-face illusion. *Perception*, 22, 887-897. doi: 10.1068/p220887
- Jack, R. E., Garrod, O. G., & Schyns, P. G. (2014). Dynamic facial expressions of emotion transmit an evolving hierarchy of signals over time. *Current Biology*, 24(2), 187-192. doi: 10.1016/j.cub.2013.11.064

- Keane, B. P., Silverstein, S. M., Wang, Y., Roché, M. W., & Papathomas, T. V. (2016). Seeing more clearly through psychosis: Depth inversion illusions are normal in bipolar disorder but reduced in schizophrenia. *Schizophrenia research*, 2(3), 485–492. doi:10.1016/j.schres.2016.06.015
- Kleffner D. A. & Ramachandran V. S. (1992). On the perception of shaping from shading. *Perception & Psychophysics*, 52(1), 18-36. <https://doi.org/10.3758/BF03206757>
- Koessler, T., & Hill, H. (2015) Pinhole Viewing Strengthens the Hollow-Face Illusion. *I-Perception*. 6(4), 030100661559930. doi:10.1177/0301006615599304
- Kovács, P., Knakker, B., Hermann, P., Kovács, G., & Vidnyánszky, Z. (2017). Face inversion reveals holistic processing of peripheral faces. *Cortex*, 97, 81–95. doi:10.1016/j.cortex.2017.09.020
- Lee, H. S., & O'Mahony, M. (2004). Sensory difference testing: Thurstonian models. *Food Science Biotechnology*, 13, 841-847. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/285865885_Sensory_difference_testing_Thurstonian_models/download
- Macmillan, N., & Creelman, C. (2005). *Detection theory: A user's guide*. (2nd ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- O'Mahony M., Kulp J., & Wheeler L. (1979). Sensory detection of off-flavors in milk incorporating, short-cut signal detection measures. *Journal of Dairy Science*, 62(12), 1857–1864. doi:10.3168/jds.s0022-0302(79)83515-8
- Peters, J. C., Goebel, R., & Goffaux, V. (2018). From Coarse to Fine: Interactive feature processing precedes local feature analysis in human face perception, *Biological Psychology*, 138, 1–10. doi:10.1016/j.biopsycho.2018.07.009
- Quaglia, M. A. C., & Fukusima, S. S. (2006). A inversão de profundidade visual em faces côncavas. *Psicologia USP*, 17(4), 87-101. Recuperado de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167851772006000400005&lng=pt&tlng=pt.
- Quaglia, M. A. C., & Fukusima, S. S. (2009). Cor, iluminação e orientação do reverso de uma máscara facial não afetam a ilusão da máscara côncava. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 14(2), 97-105. <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-294X2009000200002>
- Quaglia, M. A., Bachetti, L. S., Câmara, R. S., Tostes, J. G., Dias, T. M., & Parreira, Â. V. (2014). Ilusão da máscara côncava durante a síndrome de abstinência leve do álcool. *Ciências & Cognição*, 19(3), 315-324. Recuperado de http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/949/pdf_33
- Quaglia, M. A. C., Bachetti, L. S., & Alves, A. (2014). The hollow-face illusion monocularly observed in a box. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, 31(3), 359-366. <https://dx.doi.org/10.1590/0103-166x2014000300004>
- Quaglia, M. A. C., & Fukusima, S. S. (2015). Efeitos da cor, iluminação e rotação na ilusão estereoscópica da máscara côncava. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 28(2), 388-396. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-7153.201528219>
- Tanaka, J. W., & Simonyi, D. (2016). The "parts and wholes" of face recognition: A review of the literature. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 69(10), 1876–1889. doi:10.1080/17470218.2016.1146780
- Passie, T., Schneider, U., Borsutzky, M., Breyer, R., Emrich, H. M., Bandelow, B., & Schmid-Ott, G. (2012). Impaired perceptual processing and conceptual cognition in patients with anxiety disorders: A pilot study with the binocular depth inversion paradigm. *Psychology, Health & Medicine*, 18(3), 363–374. doi:10.1080/13548506.2012.722649
- Vlajnic, V. M., Papathomas, T. V., Keane, B. P., Zalokostas, A., & Silverstein, S. M. (2014). What's in a face? The role of depth undulations in three-dimensional depth-inversion illusions. *Perception*, 5, 381–394. doi:10.1068/p7632

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “Ilusão da máscara côncava”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Prof. Dr. Leonardo Gomes Bernardino e Mário Sérgio dos Santos. Nesta pesquisa estamos buscando entender como se dá a percepção visual de uma máscara em diferentes tempos de apresentação. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelos pesquisadores no Laboratório de Psicologia Experimental do IPUFU antes de você iniciar sua participação na pesquisa, que ocorrerá neste mesmo local.

Após a leitura, você terá o tempo que necessitar para decidir se quer participar. Na sua participação, você sentará em frente a um aparato de madeirite e por meio de um pequeno orifício observará uma máscara. Sua tarefa será julgar se ela é côncava ou convexa e suas respostas serão coletadas através do teclado do computador. A sessão experimental durará aproximadamente 25 minutos.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. Você não terá nenhum gasto nem ganho financeiro por participar na pesquisa. Embora a pesquisa apresente um risco mínimo de identificação, em nenhum momento você será identificado. Os pesquisadores comprometem-se em manter o sigilo absoluto de sua identidade por meio da guarda responsável da documentação e também da identificação de seus dados apenas com um código alfa-numérico.

Esta pesquisa não lhe trará benefícios diretos, entretanto os dados obtidos podem ser úteis para nossa compreensão sobre o funcionamento cognitivo. Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos seus dados, devendo os pesquisadores responsáveis devolver-lhe o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado por você. Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Em caso de qualquer dúvida ou reclamação a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com Leonardo Gomes Bernardino, no Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia, Av. Pará, 1720, Bairro Umuarama, bloco 2C, Sala 42, Campus Umuarama, Uberlândia-MG, CEP 38400-902, telefone (34) 3225-8505/3225-8506. Você poderá também entrar em contato com o CEP - Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos na Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, campus Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; telefone: 34-3239-4131. O CEP é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Uberlândia, ... de de 20.....

Assinatura do(s) pesquisador(es)

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Assinatura do participante da pesquisa