

Revisitando a Atenção Visual em Surdos

Reviewing the Visual Attention in Deaf

Tânia Marques^{1,2*}, Mara Moita², Pedro Brazão² e Ana Mineiro²

¹ Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design

² Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Católica Portuguesa de Lisboa

Palavras-chave

Atenção Visual; Surdez;
Orientação da Atenção;
Amplitude do Campo
Visual; Sensibilidade ao
Contraste

Resumo

Indivíduos com surdez profunda dependem fortemente da visão para interagir com o seu meio ambiente. Uma melhoria do desempenho visual como consequência da privação auditiva é assumida na literatura, como resultado de alterações intermodais que ocorrem nos últimos estágios do processamento visual.

Pretende-se com este artigo apresentar uma revisão da literatura sobre o tema, de forma a evidenciar diversas abordagens que daí resultaram. Para tal, discutiu-se o conceito e objeto de

estudo da Atenção Visual em Pessoas Surdas, procurando demonstrar o desempenho visual face à privação sensorial auditiva. Prossegue-se com a sistematização de várias abordagens ao tema e, em especial, das que se centram nas seguintes tarefas visuais: (i) Orientação da Atenção, (ii) Amplitude do Campo Visual e (iii) Sensibilidade ao Contraste.

Grande parte da investigação tem sustentado a ideia de que a perda da modalidade auditiva em pessoas surdas pode levar a uma melhoria da modalidade visual. ◀◀

Keywords

Visual Attention; Deafness;
Orientation of Attention;
Central and Peripheral
Visual Processing; Visual
Contrast Sensitivity.

Abstract

Individuals with profound deafness rely strongly on their vision to interact with the environment. The improvement of visual performance is a result of hearing deprivation and it is assumed by literature as a result of intermodal changes that occur in the last stages of visual processing.

This paper aims at presenting a review of literature on this subject, in order to highlight different approaches that result from it. To this end, we discussed Visual Attention in Deaf as a concept and as an object, seeking to demonstrate the visual performance in comparison with the auditory sensory deprivation. It is followed by the systematization of the different approaches to

the subject and, in particular, those that focus on the following visual tasks: (i) Orientation of Attention, (ii) Central and Peripheral Visual Processing and (iii) Visual Contrast Sensitivity.

A great part of the research has supported the idea that the loss of the hearing modality in the deaf can lead to an improvement in the visual modality. ◀◀

Introdução

O ser humano é capaz de apreender a realidade à sua volta através de informações fornecidas pelos sentidos. A percepção do mundo e a forma como interagimos com ele depende das conexões que se estabelecem no nosso cérebro. A forma como o nosso sistema cognitivo opera levanta uma questão fundamental que tem sido investigada:

Quais são as consequências da privação de uma modalidade sensorial, como a audição? Será que existe um mecanismo compensatório?

Ao longo dos últimos anos, tem havido um interesse renovado na possibilidade da privação sensorial precoce permitir um maior desenvolvimento perceptual e cognitivo das restantes modalidades (Bavelier and Neville, 2002; Pascual-Leone *et al.*, 2005; Sadato, 2005). Sendo a privação sensorial muito abrangente, balizou-se o objeto deste estudo de revisão unicamente na área da privação sensorial auditiva.

A literatura sobre a atenção visual em indivíduos surdos apresenta, inicialmente, uma perspetiva de défice perceptivo, baseada no pressuposto de que a surdez poderia ter um impacto direto sobre o pobre

* tertania@gmail.com

desempenho dos outros sentidos (Myklebust, 1964). E que quaisquer alterações de linguagem subseqüentes da surdez profunda, restringiria as crianças surdas na interação com o mundo, confluindo num atraso do desenvolvimento cognitivo em tarefas perceptivas e cognitivas (Furth, 1966). Com o avançar da investigação, a perspectiva da compensação sensorial em detrimento do déficit perceptivo sustenta um aumento das capacidades visuais por ausência do sistema auditivo (Gibson, 1969).

A surdez precoce apresenta uma oportunidade única para analisar as conseqüências da perda auditiva no que respeita a potenciação da percepção visual. É conhecido que uma vida de privação sensorial auditiva pode induzir a reorganizações neurais dentro dos córtices sensoriais (Finney e Dobkins, 2001). Essa plasticidade influencia os restantes sentidos, como uma sensibilidade visual superior (Bavelier, Dye e Hauser, 2006). Existe a ideia de que os indivíduos com deficiência auditiva têm vantagem visual sobre os ouvintes (Proksch e Bavelier, 2002), afirmando que as pessoas surdas possuem uma intensa atividade da visão periférica, fruto da sua plasticidade cerebral (Neville & Lawson, 1987). Proksch e Bavelier (2002) comprovam que a privação auditiva congênita altera o gradiente da atenção visual do centro para a periferia, acentuando o processamento periférico.

Dividido em três secções, este artigo de revisão irá abordar a literatura referente à atenção visual na surdez, mais especificamente sobre as seguintes tarefas visuais: (i) Orientação da Atenção, (ii) Amplitude do Campo Visual e (iii) Sensibilidade ao Contraste da Atenção Visual nas Pessoas Surdas, sob o fundamento de serem as mais pertinentes.

1. Orientação da Atenção nos Surdos

A orientação da atenção visual nas pessoas surdas, que comunicam por língua gestual, tem sido estudada com o recurso à tarefa de Posner (Posner, 1980; Posner & Cohen, 1984) e a posteriores adaptações da mesma (i.e., *Posner cueing paradigm*; e.g., Parasnis & Samar, 1985; Dye *et al.*, 2007). A tarefa de Posner é considerada como um dos melhores exemplos de um método experimental relevante para caracterizar as alterações neurológicas e da atenção (Hiscock, 2003). No campo da atenção visual, a sua aplicação revelou diferenças na orientação da atenção nos surdos que comunicam através da língua gestual relativamente aos ouvintes, com vantagem para as pessoas surdas (Colmenero, Catena, Fuentes & Ramos, 2004; Parasnis & Samar, 1985).

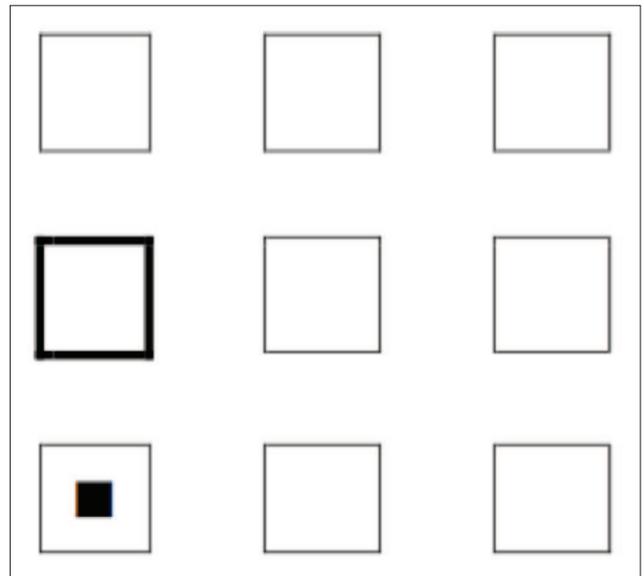


Figura 1 – Condição adaptada (Posner & Cohen, 1984) de alvo esquerdo antecedido por uma pista válida, na tarefa exógena: fixa-se o olhar na caixa central, orienta-se a atenção para a pista apresentada através dum aumento da orla de uma das caixas periféricas e deteta-se o alvo que aparece como um quadrado no centro de uma das caixas.

Na sua forma mais simples, o paradigma atencional de Posner requer a fixação do olhar num ponto ou elemento central e a deteção de um alvo que aparece à esquerda ou à direita, depois de ter sido precedido por uma pista válida ou inválida, ou seja, uma pista que aparece, respetivamente, na mesma zona do alvo ou na outra zona do campo visual. Executa-se a tarefa sem movimento dos olhos, o que significa que se estuda a orientação encoberta da atenção, embora a tarefa também seja aplicada, com menos frequência, no estudo da atenção aberta (e.g., Posner, 1980). Por sua vez, a pista pode indicar a localização provável do alvo (e.g., uma seta central a indicar para a esquerda ou para a direita (Posner, 1980)), considerando-se a orientação da atenção como endógena, ou pode levar a uma orientação reflexiva da atenção (e.g., um aumento de luminância periférico, ver figura 1 (Posner & Cohen, 1984)), considerando-se, neste último caso, a orientação da atenção como exógena. Designam-se, doravante, por tarefa endógena e por tarefa exógena as tarefas experimentais em que se estudam, respetivamente, a orientação da atenção endógena e a orientação da atenção exógena.

Num primeiro estudo com este paradigma experimental em pessoas surdas que utilizam Língua Gestual Americana (i.e., e *American Sign Language* – doravante *ASL*), encontraram-se diferenças entre surdos e ouvintes, com vantagem para os surdos

congénitos profundos, filhos de pais surdos e expostos à ASL desde o nascimento (Parasnis & Samar, 1985). Utilizou-se uma tarefa endógena, na qual a pista central é sujeita a carga ou não (i.e., aparecem ou não cinco cruces na zona central envolvendo a pista). A tarefa consistia em detetar o mais rápido possível se o alvo, apresentado a uma excentricidade de cerca de 2 graus (doravante, ^o) aparecia à esquerda ou à direita, utilizando-se o dedo indicador ou o dedo médio. Verificaram-se diferenças entre os surdos e os ouvintes, quando os estímulos centrais irrelevantes foram apresentados e o alvo foi precedido por uma pista inválida, tendo os surdos sido mais rápidos do que os ouvintes. No seu conjunto, os resultados do estudo indicam que, apesar de os surdos e os ouvintes utilizarem as pistas para direcionarem a atenção para localizações específicas e de terem dificuldade em ignorar a informação foveal irrelevante, os surdos são mais proficientes em redirecionar a atenção de uma localização para a outra, na presença de informação foveal irrelevante. Estes resultados sugerem um diferente desenvolvimento nos mecanismos atencionais entre os surdos e os ouvintes (Parasnis & Samar, 1985).

Num outro estudo, utilizaram-se as tarefas de Posner endógena e exógena, numa ordem contrabalanceada, tendo-se de discriminar se o alvo apresentado a 9^o de excentricidade era um “S” ou um “N” (Parasnis, 1992). Contudo, neste estudo não se verificaram diferenças entre os grupos (i.e., o de surdos bons leitores e o de surdos “não-bons” leitores e o de ouvintes) nos tempos de resposta de reconhecimento de letras, revelando-se apenas um efeito geral da tarefa com uma maior rapidez de discriminação na tarefa exógena de pistas periféricas do que na endógena de pistas centrais. Numa tentativa de interpretação da ausência de diferenças entre surdos e ouvintes, considera-se que a tarefa de discriminação de letras pode ser desfavorável para pessoas surdas e que se deve evitar o uso de caracteres alfanuméricos para estudar a população surda (Proksch & Bavelier, 2002).

De particular importância, neste campo de estudo, a investigação realizada por Colmenero e colaboradores (2004) em pessoas com surdez profunda e especialistas em Língua Gestual Espanhola, partiu do pressuposto que a língua gestual requer mudanças rápidas da atenção entre pelo menos duas localizações espaciais diferentes, para as expressões faciais e para os gestos manuais do interlocutor. Especulou-se também sobre se as exigências desta língua por gestos pode modificar determinadas características

da atenção espacial dos comunicadores. De forma a testar-se esta assunção, recorreu-se a uma adaptação do paradigma de Posner utilizada por Abrams e Dobkin (1994) e realizaram-se duas experiências, ambas no âmbito da atenção exógena.

Na primeira experiência, verifica-se que as pessoas surdas são mais rápidas a reorientar a atenção nos ensaios precedidos de pista inválida. Verifica-se também que os custos da reorientação da atenção (i.e., a diferença entre os ensaios inválidos relativamente aos neutros, sendo que nos ensaios neutros o alvo aparece simultaneamente nos dois locais periféricos) são menores nos surdos, e que os benefícios (i.e., a diferença entre os ensaios válidos e os neutros) são maiores nos ouvintes. Também verifica-se que de forma geral os surdos são mais rápidos do que os ouvintes na deteção dos alvos.

Nesta primeira experiência, os tempos entre o início da apresentação da pista e do alvo, ou seja, os SOA (*stimulus onset asynchrony*), variaram entre 125 e 250 milissegundos (doravante, ms) enquanto na segunda experiência foram de 350 e de 850 ms (respetivamente, Exp.1 e 2 (Colmenero *et al.*, 2004)). Ora, para a tarefa exógena, encontra-se muito replicado na literatura um efeito de facilitação para SOA iniciais, até aos 150 ms e, mais replicado ainda, um efeito de inibição de retorno para SOA a partir dos 300 ms, efeito este que pode demorar cerca 3 segundos a decair (e.g., ver Samuel & Kat, 2003; Purves, Brannon, Cabeza, Huettel, LaBar, Platt, & Woldorff, 2008). Esse efeito de facilitação traduz uma maior rapidez de deteção quando o alvo é precedido por uma pista na mesma zona visual (i.e., válida) do que por uma pista numa zona diferente (i.e., inválida). Por sua vez, o efeito de inibição de retorno traduz um menor tempo para detetar um alvo inválido (i.e., precedido por uma pista inválida) do que para detetar um alvo válido que ocorra depois de um efeito de facilitação inicial. O efeito de inibição de retorno tem sido interpretado como promotor da exploração de novos lugares ou objetos, reduzindo a atenção para lugares ou objetos previamente atendidos (Purves *et al.*, 2008), uma vez que estes são detetados mais rápido numa nova localização do que na localização previamente atendida.

Por sua vez, na segunda experiência, também com o recurso ao paradigma adaptado por Abrams e Dobkin (1994) e já sem os ensaios neutros, verificam-se uma inibição de retorno aos 350 ms de SOA, para os ouvintes e para os surdos, e um decair desse efeito apenas para os surdos, aos SOA de

850 ms. Os resultados deste estudo sugerem que a inibição de retorno decai mais cedo nos surdos e que as pessoas surdas desligam a atenção mais rápido do que os ouvintes, promovendo dessa forma pesquisa espacial de informação relevante em mais localizações (Colmenero *et al.*, 2004).

Em suma, os estudos realizados no campo da orientação da atenção nas pessoas surdas, baseados no paradigma de Posner, corroboram a ideia amplamente aceita de os surdos congênitos apresentarem vantagem na atenção visual periférica relativamente aos ouvintes (Chen, Zhang, M., & Zhou, 2006; Dye, Baril & Bavelier, 2007). Na realidade, os surdos apresentaram uma maior rapidez na deteção dos estímulos (Colmenero *et al.*, 2004), particularmente em situações de maior exigência atencional (Bavelier, Dye & Hauser, 2006; Parasnis & Samar, 1985). Mais ainda, verifica-se que o efeito de inibição de retorno decai mais cedo nos surdos (Colmenero *et al.*, 2004), promovendo a pesquisa visual e uma deteção mais fácil em novas localizações.

2. Amplitude do Campo Visual em surdos

Considera-se campo visual a área total a que um objeto pode ser visionado na periferia enquanto os olhos estão focados num ponto central. Determina-se que uma visão normal deverá corresponder à visualização de objetos localizados numa amplitude até aproximadamente 180° em plano horizontal e 140° em plano vertical. A amplitude do campo visual corresponde à área limite de captação de informação visual.

Dada a possibilidade de haver alterações na modalidade visual em indivíduos com privação auditiva, vários têm sido os estudos direcionados para a amplitude do campo visual dos surdos na perspectiva de encontrar diferenças com os seus pares ouvintes. Na perspectiva de encontrar diferenças com qualquer tipo de objetos, os paradigmas experimentais contemplam diferentes itens visuais: estímulos-alvo em movimento, estímulos-alvo estáticos e distratores periféricos distintos no tipo de volume e dimensão.

De forma geral, os estudos focados na comparação do processamento visual na amplitude do campo visual entre surdos e ouvintes revelam que ambos os grupos de indivíduos têm um melhor desempenho em tarefas no campo visual central que no campo visual periférico. No entanto, alguns resultados manifestam um aprimoramento no campo visual periférico por parte dos surdos, em tarefas de deteção de movimento e direção de estímulos.

Num paradigma experimental de atenção focada (Neville *et al.*, 1983), verificou-se que os surdos apresentaram uma maior resposta, em N150 de potenciais de eventos evocados (PER) nas regiões frontal e temporal do cérebro, na deteção de direção com estímulos-alvo em movimento periféricos, em comparação com os ouvintes. Neste estudo, os indivíduos tinham de detetar um retângulo branco de 1.2° de largura do ângulo visual por 0.6° de largura (de 100ms) após fixarem um ponto pequeno branco no centro de um ecrã de 61cm posicionado à sua frente. Os estímulos-alvos eram exibidos ao acaso, no centro ou a 8.3° para a esquerda ou para a direita do ponto de fixação, com um intervalo entre-estímulos (doravante, IEE) alternado aleatoriamente entre os 0.5s, 1.0s ou 3.0s.

Num estudo semelhante, Neville & Lawson (1987) demonstraram uma maior rapidez e precisão por parte dos surdos quando o estímulo-alvo em movimento se apresentava pela periferia, encontrando-se numa localização “atencionada” com melhores resultados no campo visual direito. Foi ainda observado um comportamento assimétrico lateral durante a tarefa de foco de atenção na periferia, na qual o PER indicou um maior papel do hemisfério direito nos sujeitos ouvintes e uma predominância no hemisfério esquerdo nos sujeitos surdos. Neste mesmo estudo, os resultados entre surdos e ouvintes foram comparáveis quando o estímulo-alvo se localizava no centro. O paradigma experimental utilizado neste estudo foi semelhante ao apresentado no estudo anterior, distinguindo-se pela modalidade linguística utilizada na instrução da tarefa, onde a instrução aos surdos foi dada em ASL. O IEE e a localização dos estímulos-alvo também foram alterados, o IEE entre estímulos aumentou para 280-480 ms e os graus periféricos para 18° à esquerda e à direita do campo visual, do ponto de fixação central (estímulos periféricos) e acima do ponto de fixação (estímulos centrais). A sequência e o tempo de apresentação dos estímulos-alvo também apresentaram-se de forma diferente: 8% dos estímulos eram apresentações únicas de quadrados de 33ms (“estímulo-padrão”); 20% dos estímulos consistiram numa apresentação de 33ms do quadrado na mesma posição que os estímulos-padrão, seguidos imediatamente pela iluminação de um dos 8 quadrados adjacentes de 33ms. Existia uma iluminação de um dos quadrados que produzia um movimento ilusório na direção do quadrado seguinte (ao longo dos eixos verticais, horizontais ou diagonais).

A detecção de movimento na periferia nos surdos também foi verificada a partir da detecção de um ponto de luz em movimento como estímulo-alvo (Stevens & Neville, 2006), através do paradigma experimental kinetic. Os resultados apresentaram um melhor desempenho por parte dos surdos na detecção de ponto de luz em movimento na periferia em comparação com os ouvintes. Neste estudo, os campos visuais foram avaliados através da tarefa kinetic perimetry, na qual os sujeitos tinham de fixar um pequeno ponto central e carregar num botão sempre que viam uma pequena luz de 1mm em movimento da periferia para o centro. Os pontos de luz moviam-se a uma velocidade de 4° por segundo ao longo dos meridianos, ocorrendo a cada 45° do participante. Os meridianos testados foram: 0°, 45°, 90°, 180°, 270°, e 315° e os estímulos foram apresentados ambos 15dB e 20dB.

Nos poucos estudos com paradigmas experimentais com estímulos-alvo estáticos, os resultados têm sido divergentes. No estudo de Loke & Song (1991) focado na atenção periférica, todos os participantes (surdos e ouvintes) foram mais rápidos a responder aos estímulos-alvo centrais que aos periféricos. No entanto, os participantes surdos foram significativamente mais rápidos que os participantes ouvintes a responder aos estímulos-alvo periféricos, numa tarefa de detecção de localizações centrais a 0.5° ou periféricas a 25°.

Em oposição a estas diferenças encontradas, o estudo de Steven & Neville (2006) através do equipamento Zeiss-Humphrey (equipamento utilizado para aceder aos campos visuais) e também com um paradigma experimental de estímulo-alvo estático não demonstrou diferenças significativas para ambos os grupos de participantes. Contrariamente ao que foi reportado em alguns estudos anteriores em tarefas focadas no campo visual central, nenhum dos grupos de participantes demonstrou atingir um desempenho máximo (nenhum grupo ou sujeito aproximou-se do limite máximo de 51dB), corroborando com o que foi verificado no estudo de Neville & Lawson (1987). O padrão estático automatizado periférico foi conduzido na mácula, estendendo-se a fixação da 2ª volta em qualquer direção. Foram projetados de cada vez 20 pequenos (4mm de diâmetro) pontos de luz, num fundo branco. A intensidade dos estímulos foi medida numa atenuação de decibéis de uma intensidade máxima de 10,000 ASB (0dB) a uma intensidade mínima de 0.08 ASB (51dB). Cada estímulo apareceu por 200mseg. Os participantes fixavam centralmente e

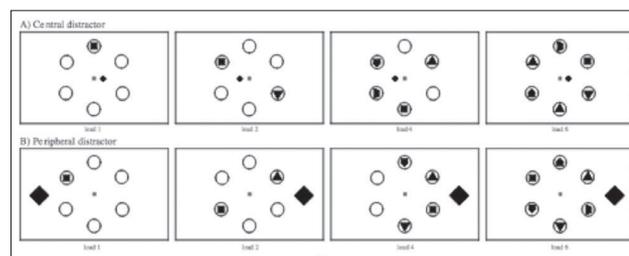


Figura 2 – Exemplo do paradigma 1, retirado do artigo de Proksch & Bavelier (2002).

carregavam num botão pequeno quando aparecia um ponto branco de luz.

Em estudos com distratores periféricos, os resultados também têm sido divergentes. No estudo de Proksch & Bavelier (2002) com um paradigma experimental baseado em três tarefas distintas com três tipos de estímulos (enchimento, alvo, e distração) foi reportado que os distratores periféricos têm mais efeito nos indivíduos surdos que nos indivíduos ouvintes gestuantes nativos, sugerindo-se que a distribuição espacial da atenção visual é inclinada para o campo periférico quando ocorre uma privação auditiva precoce. Este estudo foi constituído por três paradigmas experimentais:

- (1) a tarefa dos participantes era decidir o mais rápido e com a maior precisão possível se havia um quadrado ou um diamante na zona alvo, definido pelos seis quadros circulares. A dificuldade da tarefa foi a manipulação sistemática em adicionar formas de enchimento na zona-alvo (*load factor*). A forma que não aparece na zona de alvo é denominado o distrator, que podia ser neutro, compatível com o alvo, ou incompatível com o alvo. Os participantes foram instruídos a ignorar explicitamente a distração. Nesta tarefa foram comparados indivíduos surdos com indivíduos ouvintes (figura 2);
- (2) a tarefa tinha como objetivo avaliar o impacto da sinalização precoce sobre a distribuição de atenção. O paradigma experimental foi idêntico à experiência 1, apenas com a diferença de que os sujeitos para esta tarefa eram indivíduos ouvintes gestuantes nativos;
- (3) a construção base desta tarefa foi idêntica à experiência 1, utilizando-se letras no lugar de formas. As formas alvo foram “N” e “X”, letras de enchimento “Z”, “V”, “H” e “K”, e as letras distratoras foram “N”, “X” e “O” (“O” atuando como distrator neutro).

Por sua vez, o estudo de Bosworth & Dobkins (2002) focado na detecção do movimento e orientação apresentou melhores resultados por parte dos sujeitos surdos quando o movimento-alvo era apresentado entre os distratores periféricos, que quando apresentado sozinho. Nesta última opção não houve diferenças entre sujeitos. Este estudo englobou duas áreas da visualização: a detecção de movimento e a orientação. O desenho experimental consistiu em dar pistas com forma de setas brancas representando o movimento dos pontos de sinal coerente e setas pretas representando o movimento aleatório de pontos de ruído. O campo visual foi apresentado para três diferentes concentrações de movimento coerente (0, 50 e 100%). O paradigma experimental consistiu em duas condições pré-pistas vs sem pré-pistas, duas condições de exibição (única vs múltiplas) e duas durações de estímulo (200 ms vs 600 ms).

No estudo de Sandlen *et al.* (2005), ao contrário do que foi até aqui verificado, apresentaram-se tempos de reação significativamente mais rápidos no grupo de indivíduos ouvintes, que no grupo de indivíduos surdos, os quais apresentaram mais erros na mesma tarefa. Também foi registado um efeito de interferência significativamente maior na excentricidade parafoveal ($1,0^\circ$). Os autores sugerem que estes resultados revelam a hipótese de que a captação e a passagem de informação visual dos surdos poder ser mais ampla anatomicamente do que a dos ouvintes. A tarefa utilizada foi a Eriksen Flanker Task. Os participantes foram instruídos por escrito, em gestos ou por língua oral, para responder tão rápido quanto possível aos estímulos alvo, fazendo um mínimo de erros. Uma caixa de botão externo com dois botões de resposta foi utilizado para indicar as respostas dos participantes. Cada botão de resposta foi claramente rotulado H ou N. Metade dos participantes foram instruídos para pressionar o teclado com o seu dedo indicador esquerdo sobre a letra H e com o dedo indicador direito sobre a letra N, direções opostas foram dadas para a metade restante dos participantes. As letras H e N foram escolhidas como alvos, devido à sua sobreposição ser alta, tornando a tarefa mais difícil. Os estímulos-alvo foram flanqueados por quatro (duas de cada lado) letras de resposta compatível (por ex., HHHHH / NNNNN) ou por letras de resposta incompatível (por ex., HHNHH / NNHNN). Para avaliar o efeito de espaçamento, as letras apresentadas foram de 0.05, 1.0, e 3.0 para além de cada extremidade a outra extremidade, horizontalmente para ambos as

matrizes compatíveis e incompatíveis. A construção deste teste foi de acordo com a descrição original da tarefa Flanker (Eriksen e Eriksen, 1974).

No geral, os estímulos-alvo periféricos em movimento parecem ser captados de forma mais rápida e precisa por surdos que por ouvintes, contrariamente ao que é verificado com os estímulos-alvo periféricos estáticos, onde os estudos divergem na possível compensação visual por parte dos surdos. A influência dos distratores no campo visual periférico parece ter uma maior influência nos surdos que nos ouvintes.

3. Sensibilidade ao Contraste em surdos

A Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC) é definida na literatura como a quantidade mínima de contraste necessária para detetar um determinado estímulo ou uma grade de frequência espacial específica (Cornswett, 1970). A frequência espacial é o número de ciclos por unidade de espaço, denominada de ciclos por grau de ângulo visual, cpq (Schwartz, 2004). Por exemplo, uma frequência espacial de 2,0 cpq tem duas listas claras e duas escuras num determinado espaço. Esta é considerada a descrição mais completa da percepção visual (Wilson *et al.*, 1990), pois permite estudar e acompanhar o desenvolvimento e a plasticidade de mecanismos básicos envolvidos no processamento visual de objetos. Segundo Lent (2001), trata-se da capacidade de diferenciação e reconhecimento dos objetos segundo os seus contornos. Fornece-nos um sumário rápido e vantajoso da resposta global do Sistema Visual Humano (SVH) para padrões de frequências espaciais e caracteriza o processo pelo qual o sistema visual transforma informações das várias frequências espaciais do estímulo de entrada (*input*) em estímulo percebido (*output*). É um indicador da percepção visual e um dos principais instrumentos utilizados para avaliar e diagnosticar alterações neuropatológicas nas vias visuais e sistema nervoso como a esquizofrenia (Slaghuis & Thompson, 2003), depressão (Cavalcanti

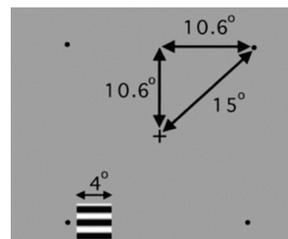


Figura 3 – Exemplo de estímulos de grades senoidais do paradigma de Finney e Dobkins.

& Santos, 2005), síndrome de Down (Suttle & Turner, 2004), intoxicação por mercúrio (Ventura & cols., 2005), doenças de Alzheimer e de Parkinson (Akutsu & Legge, 1995; Bour & Apkarian, 1996; Elliott & Situ, 1998), entre outras.

Contudo, poucas pesquisas têm utilizado a FSC para avaliar a plasticidade compensatória relacionada com a surdez. Finney e Dobkins (2001) utilizaram a FSC para avaliar os efeitos da surdez na percepção visual em adultos. Pelo método psicofísico (Wetherill & Levitt, 1965), também descrito por França *et al.* (2006) e Santos *et al.* (2003), mediram os limiares de contraste para 34 adultos (13 surdos congênitos, 14 ouvintes e 7 ouvintes descendentes de surdos, todos nativos da ASL), utilizando grades senoidais horizontais pretas e brancas sobre fundo cinzento em movimento ascendente (48 de ângulo e 125-648/s) e com luminância média de 28 cd/m².

Para avaliar a sensibilidade sobre uma gama de velocidades, as grades senoidais foram apresentadas em 15 combinações diferentes de frequência espacial e temporal – três frequências espaciais (0,5, 2 e 9 ciclos/grau) e cinco frequências temporais (1, 4, 8, 16 e 32 ciclos/s ou Hz). Em cada tentativa, o estímulo apareceu aleatoriamente num dos cinco locais possíveis do campo visual, indicado, quer por fixação (+), quer por marcadores de campo periféricos (●), gerado por um monitor binocular Nanao F2-21 à distância de 57cm do indivíduo. Estes marcadores periféricos foram colocados a 15° de excentricidade.

Os participantes, surdos, ouvintes e ouvintes nativos de ASL, foram solicitados a responder “direita ou esquerda superior” ou “direita ou esquerda inferior”, pressionando os botões do *joystick* (duas alternativas de escolha forçada).

O paradigma foi construído para responder:

- (1) se os surdos e ouvintes diferem na tarefa visual de baixo nível de sensibilidade ao contraste;
- (2) se o campo visual, assimetria encontrada para discriminação movimento, generaliza a esta tarefa de sensibilidade ao contraste;
- (3) se as diferenças potenciais na sensibilidade ao contraste entre surdos e ouvintes são evidentes apenas para a gama de velocidades mais comumente observada na ASL, medindo os limiares de detecção de contraste em surdos, ouvintes e ouvintes nativos de ASL.

Os resultados não revelaram diferenças globais em termos de sensibilidade ao contraste, nem diferenças de assimetrias no campo visual a qualquer velocidade testada. Assim, as diferenças previamente

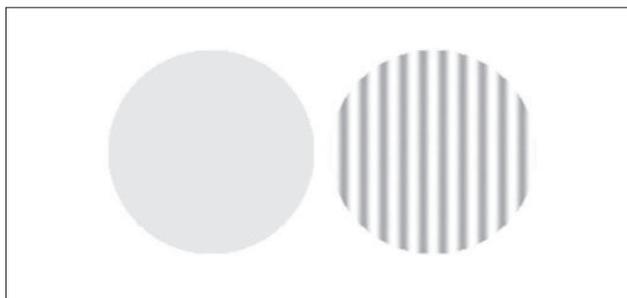


Figura 4 – Par de estímulos: à esquerda estímulo neutro de luminância média e à direita uma grade senoidal com frequência espacial de 1,0 cpg do paradigma de Santos N., Mendes L. e Alves P. (2008)

observadas entre surdos e ouvintes para discriminar a direção de estímulos em movimento não generaliza a sensibilidade ao contraste para estímulos em movimento. Esta falta de diferenças na tarefa simples de sensibilidade ao contraste sugere que nem surdez, nem o uso da ASL alteram este aspeto da percepção visual de baixo nível.

Um outro estudo de Santos N., Mendes L. e Alves P. (2008) compara a sensibilidade ao contraste (FSC) entre crianças surdas e ouvintes para frequências espaciais de 0,25 a 2,0 cpg em nível de luminância mesópica (0,7 cd/m²), utilizando o método psicofísico da escolha forçada. Vinte crianças entre os 7 e 12 anos de idade participaram no estudo, dez com surdez pré-lingual (adquirida antes da língua oral) bilateral, de grau severo a profundo (perda auditiva > 80 dB) e dez ouvintes. As crianças surdas sabiam Língua Gestual Brasileira, i.e. *Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS*.

Os estímulos visuais foram gerados por um monitor de vídeo de 21 polegadas, monocromático. A luminância média do monitor foi de 0,7 cd/m² (condições mesópicas) Ketomaki, Eloholma, Orrevetelainen, & Halonen (2003). Foram utilizados um estímulo neutro com a luminância homogênea e estímulos de grades senoidais verticais com frequências espaciais de 0,25; 0,5; 1 e 2 cpg. Estes eram circulares com um diâmetro de 7° de ângulo visual a 150 cm de distância do ecrã. A escolha dos estímulos usados no paradigma foi baseada na literatura, infere que o SVH utiliza mecanismos

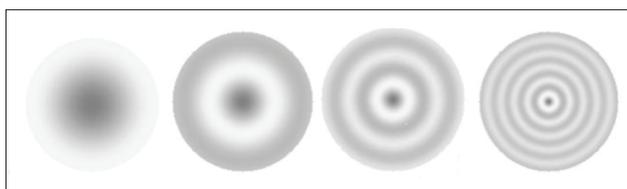


Figura 5 – Frequências radiais de 0,25; 0,5; 1,0 e 2,0 cpg do paradigma de Santos N., Mendes L. e Alves P. (2007)

ou vias visuais distintas para processar padrões espaciais definidos em coordenadas cartesianas (por exemplo, grades senoidais) e padrões espaciais definidos em coordenadas polares (por exemplo, estímulos radiais) sendo este mais sensível a grades senoidais do que a padrões radiais (Kelly, 1982; Kelly e Magnuski, 1975; Simas *et al.*, 2005; Simas *et al.*, 1997). Os resultados mostraram diferenças estatísticas entre a sensibilidade ao contraste média das crianças surdas e das crianças ouvintes para frequências espaciais em condições mesópicas, demonstrando que as crianças ouvintes apresentaram limiares de contraste médios de aproximadamente 1,4 vezes menores que as crianças surdas.

Um outro estudo, dos mesmos autores, apresentou resultados discordantes dos anteriores. Com o objetivo de comparar a percepção visual da forma entre crianças surdas e ouvintes, em condições de luminância mesópicas (0,9 cd/m²), utilizaram a FSC para medir a sensibilidade ao contraste com a nuance dos estímulos serem frequências radiais (FSCr) de 0,25; 0,5; 1,0 e 2,0 cpg.

Participaram 28 crianças com idades compreendidas entre os 7 e 13 anos (14 surdos e 14 ouvintes). As medidas visuais foram realizadas segundo o método psicofísico de escolha forçada. O procedimento para medir o limiar para cada frequência acima consistiu na apresentação sucessiva de pares de estímulos e as crianças foram orientadas a escolher o que continha a frequência radial. O estímulo neutro foi sempre um padrão homogêneo com a luminância média de 0,9 cd/m². Os resultados mostraram que as crianças surdas apresentaram uma melhoria na sensibilidade ao contraste (FSCr) para frequências radiais em condições mesópicas quando comparadas a crianças ouvintes. Neste contexto, é provável que a surdez interaja de forma diferenciada nas funções visuais, beneficiando as áreas associativas que podem ser mais suscetíveis à plasticidade, proporcionando assim, uma maior capacidade do organismo se adaptar as mudanças ambientais internas e externas, devido a junções, ramificações e reestruturações neurais.

Considerações Finais

Neste artigo pretendeu-se fazer uma revisão de literatura no que concerne a atenção visual em indivíduos surdos. Numa tentativa de distinguir as diferentes definições operacionais das “melhores capacidades visuais” em surdos, foi necessário cruzar diferentes tarefas visuais (Orientação da Atenção;

Amplitude do Campo Visual e Sensibilidade ao Contraste) para revelar algumas das regularidades existentes na literatura, num contexto em que a hipótese compensatória é sustentada (Bavellier *et al.*, 2006). Na realidade, nos estudos em que se utilizam amostras homogêneas de surdos gestuantes nativos tem-se demonstrado um aumento seletivo da atenção para os estímulos periféricos ou em movimento, suportando a perspectiva da compensação visual devido à perda da modalidade auditiva (Dye, *et al.*, 2007).

De salientar a confluência de resultados nos estudos de tarefas de detecção simples que adotaram paradigmas de orientação da atenção endógena e exógena (Posner, 1980; Posner & Cohen, 1984), em que os indivíduos surdos reagem mais rapidamente aos estímulos (Colmenero *et al.*, 2004; Parasnis e Samar, 1985). Isto levanta a questão sobre o que pode ser a base neural para maior reatividade em indivíduos surdos e em que fase do processamento pode surgir. A perspectiva multisensorial apresentada no início deste artigo auxilia à compreensão desse fenómeno. Se a audição constitui uma orientação fundamental para reorientar o nosso comportamento exploratório e se é um sistema dedicado para detetar e reagir a descontinuidades, supõe-se que a reação mais rápida aos eventos visuais em indivíduos surdos pode servir o propósito de desencadear respostas de orientação.

Outro resultado convergente diz respeito à modulação da surdez profunda que determina a representação do espaço visual periférico e a atenção visual. Embora uma série de evidências na literatura confluam nesta conclusão, a visualização do campo visual central é idêntica para surdos e ouvintes. Os resultados demonstram que existe uma maior e melhor amplitude na detecção de estímulos em movimento no campo visual periférico em sujeitos surdos comparativamente aos ouvintes (por exemplo, Loke e Song, 1991; Neville e Lawson, 1987). Quando aplicados estímulos estáticos, os resultados divergem, revelando uma inconsistência entre a compensação periférica por parte dos surdos ou um desempenho visual semelhante entre surdos e ouvintes. A utilização de distratores periféricos parecem ter maior influência sob o processamento visual dos surdos quando comparados aos seus pares ouvintes (Dye *et al.* 2008; Proksch e Bavelier 2002; Sladen *et al.* 2005).

As diferenças verificadas nos estudos comportamentais são também acompanhadas de alterações neuronais que sugerem a ocorrência de plasticidade

entre modalidades (i.e., *cross-modal plasticity*), nomeadamente, de uma reorganização em áreas que integram informação de diferentes modalidades e de um possível recrutamento do córtex multimodal nas regiões auditivas para o processamento da informação visual (Dye, *et al.*, 2007). Parece assim haver uma vantagem visual dos surdos que reside em mecanismos de orientação da atenção e amplitude do campo visual. No que respeita à sensibilidade e ao contraste não parece existir diferenças significativas em adultos. Emerge no entanto investigar mais profundamente esta vantagem visual, fruto de uma reorganização neuronal provocada pela plasticidade cerebral.

Bibliografia

- Abrams, R. A., & Dobkin, R. S. (1994). Inhibition of return: Effects of attentional cuing on eye movement Latencies. *Journal of Experimental Psychology*, 20 (3), 467 – 477.
- Akutsu, H., & Legge, G. E. (1995). Discrimination of compound gratings: Spatial-frequency channels or local features? *Vision Research*, 35, 2685-2695.
- Annual Review of Neuro-science, 28, 377-401.
- Bavelier, D., Dye, M. W. G., & Hauser, P. C. (2006). Do deaf individuals see better? *Trends in Cognitive Science*, 10 (11), 512 – 518.
- Bavelier, D., & Neville, H. J. (2002). Cross-modal plasticity: Where and how? *Neuroscience*, 3, 443-452.
- Bosworth, R.G. and Dobkins, K.R. (2002) The effects of spatial attention on motion processing in deaf signers, hearing signers, and hearing nonsigners. *Brain and Cognition*. 49, 152–169.
- Bour, L. J., & Apkarian, P. (1996). Selective broad-band spatial frequency loss in contrast sensitivity functions. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 37, 2475-2484.
- Cavalcanti, A. M., & Santos, N. A. (2005). O efeito da depressão na função de sensibilidade ao contraste em humanos: Achados preliminares. *Revista Brasileira de Terapias Cognitivas*, 1(1), 21-27.
- Chen, Q., Zhang, M., & Zhou, X. (2006). Effects of spatial distribution of attention during inhibition of return (IOR) on flanker interference in hearing and congenitally deaf people. *Brain Research*, 1109 (1), 117–27.
- Colmenero, J. M., Catena, A., Fuentes, L. J., & Ramos, M. M. (2004). Mechanisms of visuospatial orienting in deafness. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16, 791 – 805.
- Cornsweet, T. N. (1970). *Vision perception*. New York: Academy Press.
- Dye, M. W. G., Baril, D. E., & Bavelier, D. (2007). Which aspects of visual attention are changed by deafness? The case of the Attentional Network Test. *Neuropsychologia*, 45 (8), 1801 – 1811.
- Dye M.W, Hauser P.C, Bavelier D. Visual skills and cross-modal plasticity in deaf readers: Possible implications for acquiring meaning from print. *Annals of the New York Academy of Science*. 2008;1145:71–82.
- Elliott, D. B., & Situ, P. (1998). Visual acuity versus letter contrast sensitivity in early cataract. *Vision Research*, 38, 2047- 2052.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.
- Finney, E. M., & Dobkins, K. R. (2001). Visual contrast sensitivity in deaf versus hearing populations: Exploring the perceptual consequences of auditory deprivation and experience with a visual language. *Cognitive Brain Research*, 11(1), 171-183.
- Furth, H. Thinking without language: Psychological implications of deafness. New York: Free Press; 1966.
- Gibson E. Principles of perceptual learning and development. New York: Meredith; 1969.
- Hiscock, M. (2003). Behavioral experimental techniques. In Kenneth Hugdahl (ed.), *Experimental methods in neuropsychology* (pp. 1 – 27). Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- Kelly, D. H., & Magnuski, H. S. (1975). Pattern detection and the two dimensional Fourier transform: Circular targets. *Vision Research*, 15, 911-915.
- Kelly, D. H. (1982). Motion and vision: IV. Isotropic and anisotropic spatial response. *Journal of the Optical Society of America*, 72, 432-439.
- Kíper, D. C., & Kiorpes, L. (1994). Suprathreshold contrast sensitivity in experimentally strabismic monkeys. *Vision Research*, 34(12), 1575-1583.
- Lent, R. (2001). Cem Bilhões de Neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Editora Atheneu.
- Loke, W. H. and Song, S. (1991) Central and peripheral visual processing in hearing and nonhearing individuals. *Bull. Psychon. Soc.* 29, 437–440.
- Myklebust, H. The psychology of deafness. New York: Grune and Stratton; 1964.
- Neville, H. J.; Schimdt, A. & Kutas, M. (1983). *Altered visual-evoked potentials in congenitally deaf adults*. *Brain Research*, 266: 127-132.
- Neville, H. J. & Lawson. (1987). *Attention to central and peripheral visual space in a movement detection task: an event-related potential and behavioral study. II Congenitally deaf adults*. *Brain Research*, 405: 268-283.
- Parasnis, I., & Samar, V. J. (1992). Allocation of attention, reading skill and deafness. *Brain and Cognition*, 43, 383–396.
- Parasnis, I., & Samar, V. J. (1985). Parafoveal attention in congenitally deaf and hearing young adults. *Brain and Cognition*, 4, 313 – 327.
- Pascual-Leone, A., Amedia, A., Fregni, F. & Merabet, L. (2005). The plastic human brain cortex.
- Posner, M.I. (1980). Orienting attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3 – 25.
- Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. In H. Bouma & D. G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and Performance X: Control of Language Process* (pp. 531 – 556). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pratt, J., Hillis, J., & Gold, J. M. (2001). The effect of the physical characteristics of cues and targets on facilitation and inhibition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8 (3), 489–95.
- Proksch, J., & Bavelier, D. (2002). Changes in the spatial distribution of visual attention after early deafness. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(5), 687–701.
- Purves, D., Brannon, E. M., Cabeza, R., Huettel, S. A., LaBar, K. S., Platt, M. L., & Woldorff, M. G. (2008). *Principles of Cognitive Neuroscience*. MA: Sinauer Associates, Inc.
- Sadato, N. (2005). How the blind see Braille: Lessons from functional magnetic resonance imaging. *The Neuroscientist*, 11 (6), 577-582.
- Samuel, A. G. & Kat, D. (2003). Inhibition of return: A graphical meta-analysis of its time course and an empirical test of its temporal and spatial properties. *Psychometric Bulletin & Review*, 10 (4), 897 – 906.
- Santos, N. A., Mendes, L. C., Alves, P. A. A. (2009). *Sensibilidade ao contraste de crianças surdas e ouvintes para grades senoidais em condições mesópicas*. *Psicologia Reflexão e Crítica*, vol.22 no.2.
- Santos, N. A., Nogueira, R. M. T. B. L. & Simas, M. L. B. (2005). Processamento visual da forma: Evidências para canais múltiplos de frequências angulares em humanos. *Psicologia Reflexão e Crítica*, 18 (1), 98103.
- Schwartz, S. H. (2004). *Visual perception: A clinical orientation* (3rd ed.). New York: McGraw Hill.
- Sladen, D.P. et al. (2005). *Visual attention in deaf and normal hearing adults: effects of stimulus compatibility*. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 48: 1529–1537

42. Slaghuis, W. L. (1998). Contrast sensitivity for stationary and drifting spatial frequency gratings in positive and negative-symptom schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology, 107*(1), 49-62.
43. Suttle, C. M., & Turner, A. M. (2004). Transient pattern visual evoked potentials in children with Down's syndrome. *Ophthalmic and Physiological Optics, 24*, 91-99.
44. Ventura, D. F., Simões, A. L., Tomaz, S., Costa, M. F., Lago, M., Costa, M. T. V., et al. (2005). Colour vision and contrast sensitivity losses of mercury intoxicated industry in Brazil. *Environmental Toxicology and Pharmacology, 19*, 523-52.
45. Wetherill, G. B., & Levitt, H. (1965). Sequential estimation of points on a psychometric function. *The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 48*, 1-10.
46. Wilson, H. R., Levi, D., Maffei, L., Rovamo, J., & De Valois, R. (1990). The perception of form: Retina to striate cortex. Em S. W. Spillmann & J. S. Werner (Orgs.), *Visual Perception: The Neurophysiological Foundation* (pp. 231-271). New York: Academic Press.