



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA



Isabela Bianco Rodrigues

**DETECÇÃO E DISCRIMINAÇÃO DE ESTÍMULOS AUDITIVOS DE
APROXIMAÇÃO E AFASTAMENTO**

UBERLÂNDIA

2019



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA



Isabela Bianco Rodrigues

**DETECÇÃO E DISCRIMINAÇÃO DE ESTÍMULOS AUDITIVOS DE
APROXIMAÇÃO E AFASTAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia – Mestrado, do Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Psicologia Aplicada.
Área de Concentração: Psicologia Aplicada
Orientador: Prof. Dr. Joaquim Carlos Rossini

UBERLÂNDIA

2019

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da

R696 Rodrigues, Isabela Bianco, 1993-
2019 DETECÇÃO E DISCRIMINAÇÃO DE ESTÍMULOS
AUDITIVOS

DE APROXIMAÇÃO E AFASTAMENTO [recurso
eletrônico] / Isabela Bianco Rodrigues. - 2019.

Orientador: Joaquim Carlos Rossini.
Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal de Uberlândia, Pós-graduação em
Psicologia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di>.

2019.2068

Inclui
bibliografia.

Inclui
ilustrações.

UFU com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o

AACR2: Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

ATA DE DEFESA

Programa de Pós-Graduação em:	Psicologia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, número 330/2019/PGPSI				
Data:	26/07/2019	Hora de início:	15h:00min	Hora de encerramento:	[17:40]
Matrícula do Discente:	11712PSI013				
Nome do Discente:	Isabela Bianco Rodrigues				
Título do Trabalho:	Detecção e Discriminação de Estimulos de Aproximação e Afastamento				
Área de concentração:	Psicologia				
Linha de pesquisa:	Processos Cognitivos				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Instrumentação Psicológica				

Reuniu-se no Anfiteatro/sala46, bloco 2C, Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Psicologia, assim composta: Professores Doutores: Rui de Moraes Júnior (UnB); Ederaldo José Lopes (IP/UFU); Joaquim Carlos Rossini, orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Joaquim Carlos Rossini, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[A] provado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre .

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Joaquim Carlos Rossini, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/07/2019, às 17:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **Ederaldo José Lopes, Professor(a) do Magistério**

https://www.sei.ufu.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=1557537&infra_siste... 1/2



Superior, em 26/07/2019, às 17:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rui de Moraes Júnior, Usuário Externo**, em 26/07/2019, às 17:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1372839** e o código CRC **32853298**.

Referência: Processonº 23117.059668/2019-70

SEI nº 1372839

Resumo

O mundo está repleto de objetos e acontecimentos que geram sons, imagens, sabores, odores, texturas, movimentos entre outros, e que podem ou não ser sentidos e percebidos pelos indivíduos. Um fator considerado importante sob o ponto de vista evolutivo é a percepção do movimento, bem como a capacidade de detectar a posição, a direção e a velocidade de possíveis presas ou predadores, resultando em uma significativa vantagem adaptativa. A audição é um dos principais sentidos para discriminar as características sonoras, que são caracterizadas por fenômenos que produzem ondas de pressão reproduzidas em qualquer meio capaz de propagá-las. Os sons de aproximação (looming) tendem a ter preferência em comparação aos sons de afastamento (receding), promovendo respostas mais rápidas e precisas. O presente trabalho teve como objetivo investigar o processamento aditivo de sons direcionados e uma possível vantagem na eficiência de resposta eliciada por sons de aproximação. Para isso foram realizados quatro Experimentos, nos quais o primeiro e o segundo (1A e 1B) tiveram como intuito avaliar os resultados encontrados na literatura sobre a detecção de estímulos auditivo contando com a participação de 24 e 21 participantes, respectivamente, de ambos os sexos. O Experimento 2 A utilizou-se da Teoria da Detecção de Sinal (TDS) para analisar uma possível vantagem na detecção de sons de aproximação em relação aos sons de afastamento. Este experimento contou com 16 participantes. Por fim, o Experimento 2 B teve como o intuito replicar o terceiro experimento acrescentando o estímulo estático (sem direcionamento), buscando comparar os estímulos auditivos de movimento ao estímulo imóvel, o experimento contou com 32 participantes. Os resultados obtidos confirmaram a hipótese inicial na qual o som de aproximação apresenta maior vantagem de resposta em comparação ao som de afastamento.

Palavras-chave: Percepção do Movimento. Movimento Auditivo. Vantagem Adaptativa.

Abstract

The world is full of objects and events, that are felt and perceived, like perception of movement, which is considered important when it comes to species's evolution. This ecological relevance is represented by the ability to detect the position, direction and velocity of prey or predators, which results a significant adaptive advantage. Hearing is one of the principal senses to differentiate the sound characteristics, which are classified by phenomena that produce waves of pressure generated in any environment capable of propagating it. According to Bach et al (2009), looming sounds tend to have preference comparing to receding sounds, promoting it faster and more accurately. This research's objective is to investigate how the individual captures and responds to sounds stimulation, as well as to verify the directional sound characteristics that promotes greater response advantage and the efficiency of behaviour (looming or receding). Therefore, four experiments were made, the first and the second were intended to corroborate the results obtained in bibliographies about the detection of sounds stimulation which held 24 and 21 participants, respectively. The third experiment applied the Signal Detection Theory (SDT) by analyzing the human sensory system which is significantly more sensible to the looming sounds than to the receding sounds, this experiment held 16 participants. The fourth experiment's objective was to repeat the third experiment adding statistical stimulation (without direction), comparing the on motion sound stimulation with the steady stimulation, which held 32 participants. The results obtained confirm the initial hypothesis in which the looming sound has more advantage of response than the receding sound. The results were deliberated in consideration of the two following points: psychophysical and evolution.

Keywords: Movement perception. Sound movement. Adaptable advantage.

Sumário

Sumário.....	9
Introdução.....	11
Sensação e Percepção.....	11
Percepção do Movimento	12
Aspectos Sonoros.....	13
Percepção Auditiva do Som	14
Estudos relativos à percepção do movimento.....	15
Objetivo Geral	19
Objetivos específicos	19
Hipótese	19
Experimento 1 A.....	20
Método	20
Participantes	20
Material e estímulos	20
Procedimento e delineamento experimental	21
Resultados.....	22
Discussão.....	24
Experimento 1 B.....	26
Método	26
Participantes	26
Material e estímulos	26
Procedimento e delineamento experimental	27
Resultados.....	28
Discussão.....	29
Experimento 2A.....	31
Método	31
Participantes	31
Material e estímulos	31
Procedimento e delineamento experimental	32
Resultados.....	33

Discussão	34
Experimento 2B.....	36
Método	36
Participantes	36
Material e estímulos	36
Procedimento e delineamento experimental	37
Resultados	37
Discussão	38
Discussão Geral	40
Conclusão	41
Referências	42

Introdução

Sensação e Percepção

O mundo para o ser humano passa a ter sentido quando este, ao recebe os estímulos do meio ambiente, consegue dar a eles uma interpretação. Esta capacidade de captação caracteriza uma sensação enquanto que a capacidade de interpretação caracteriza a percepção (Morris, 2004). A sensação é o primeiro contato do ser com o ambiente. Esse processo é de natureza biológica, onde receptores são sensíveis a uma forma particular de energia e é desencadeado quando uma energia vinda do mundo externo é absorvida por um dos órgãos dos sentidos (visão, audição, paladar, olfato e tato) e estimula uma célula receptora, em um desses órgãos, que tem como propriedade processar um único tipo de energia, como por exemplo, a audição que capta as vibrações do meio e, posteriormente, transmite essas informações para o cérebro. (Morris, 2004; Rash, Russo, Letowski & Schmeisser, 2009; Myers, 2017).

Segundo Rash et al (2009) a percepção é o processo de consciência do objeto detectado no ambiente (sensação) e ocorre quando o cérebro é capaz de organizar e interpretar os estímulos sensoriais recebidos. Assim, a audição ao receber as vibrações do meio fornece informações ao cérebro que, por sua vez, se encarregará de decifrar o tipo de informação, transformando-a em uma informação interpretável ao indivíduo, por exemplo sons musicais, da natureza (cachoeira, do vento), entre outros (Rash, Russo, Letowski & Schmeisser, 2009; Myers, 2017).

Segundo Schiffman (2005), os conceitos de sensação e percepção são distintos e complementares, sendo por vezes confundidos e interpretados como únicos. A sensação diz respeito à detecção e codificação da energia ambiental, sendo o processo inicial da relação/contato entre organismo e ambiente, envolvendo unidades neurais e células receptoras que respondem a estímulos. A percepção remete aos processos psicológicos (significado, relações, contexto, experiência, entre outros) desencadeados a partir de uma sensação, ou seja, é um processo que dispõe de interpretação e sentido de um estímulo, levando-o à consciência.

Schiffman e Kanuk (2000) entendem a percepção como o processo pelo qual um indivíduo seleciona, organiza e interpreta estímulos visando a um quadro significativo e coerente do mundo. Em outras palavras, o estudo dos processos perceptivos busca compreender como o ser humano codifica as informações que estão ao seu redor, transformando-as em

conhecimento útil à adaptação comportamental. Matlin (2004) explica que durante o processo de percepção o indivíduo usa conhecimentos prévios para que seja possível identificar e interpretar as informações registradas pelos órgãos dos sentidos. Schiffman e Kanuk (2000) elucidam que, se duas pessoas forem expostas a estímulos iguais sob as mesmas condições aparentes, o processo de seleção, organização e interpretação serão altamente individuais.

Percepção do Movimento

Sob o ponto de vista evolutivo, a percepção de um estímulo ambiental em movimento de aproximação apresenta uma relevância ecológica importante e representa uma capacidade essencial em todas as espécies do reino animal, apresentando diferentes graus de especialização sensorial entre as espécies (visual, auditiva, táctil, gustativa ou olfativa). Um grande número de pesquisas sugere que a percepção do movimento (aproximação ou afastamento) apresenta importantes características evolutivas, uma vez que muito precocemente na escala filogenética os organismos apresentam a capacidade de detectar a posição, a direção e a velocidade de possíveis presas ou predadores o que resulta em uma significativa vantagem adaptativa comportamental (Franconeri & Simons, 2003, 2005; Lewis & Neider, 2015; Skarratt, Cole, & Gellatly, 2009; Skarratt et al., 2014; Rossini, 2014; von Mühlenen & Lleras, 2007). Nesse sentido, não apenas o movimento, mas a direção do movimento seria fundamental para a mobilização atenta em humanos.

É possível afirmar que os indivíduos tiveram uma evolução significativa dos sistemas auditivos e visuais, com o decorrer dos anos, que facilitam a sua sobrevivência, trazendo um ganho perceptivo individual e repassando às próximas gerações, resultando em um aperfeiçoamento e precisão sobre o ambiente. Esse ganho se dá não pelo intuito de melhorar a percepção do ambiente, mas para uma evolução de sobrevivência e reprodução. A percepção auditiva apresenta vieses adaptativos que representam uma vantagem para a sobrevivência do organismo (Popper & Fay, 1997).

Segundo Wilkie (2015), as pesquisas sobre a percepção do movimento podem ser de caráter unimodal ou multimodal. As pesquisas unimodais são caracterizadas pela escolha de apenas um dos sistemas sensoriais para ser investigado; já as pesquisas multimodais envolvem dois ou mais sistemas sensoriais.

Os primeiros estudos sobre a percepção do movimento voltaram-se para o sistema visual e serviram de apoio para a criação e definição do conceito de “*looming*”. O *looming* é entendido como o processo de aproximação de um objeto em relação a um observador. Várias formas de

apresentação de estímulos de aproximação foram estudadas ao longo das duas últimas décadas (aumento do tamanho do estímulo, disparidade binocular, fluxos ópticos) e todas apresentam a característica comum de priorizar comportamentos adaptativos (hipótese de urgência comportamental) (Moher, Sit, & Song, 2015).

Em casos em que a visão está limitada e não é o sentido mais eficaz para a percepção do movimento, o som torna-se a principal fonte de informação sensorial. É evolutivamente importante que o indivíduo apresente uma resposta rápida para sons que se aproximam e que podem representar um perigo iminente. Assim, as respostas produzidas frente a um som percebido como de aproximação apresentam um caráter protetivo, quer seja fisiológico, cognitivo, emocional ou comportamental (Hall & Moore, 2003).

Embora o sistema visual seja o principal sistema utilizado para a percepção de movimento, o sistema auditivo também se faz importante para indicar a localização de uma fonte sonora, auxiliando na estimativa de direção e velocidade. Pode-se ter pistas “monaural” ou “binaural” que basicamente estão na recepção da informação. As pistas monaurais são processadas por um dos ouvidos, enquanto as pistas binaurais envolvem a percepção dos dois ouvidos, para isso, é necessário que haja, além da filtragem sonora, um cálculo para que a mensagem que chega aos ouvidos seja coerentemente integrada (Hall & Moore, 2003).

Aspectos Sonoros

A audição binaural permite a localização mais acurada de uma fonte sonora, uma vez que o estímulo sonoro chega primeiro a um dos ouvidos, permitindo que o processamento dessa informação seja mais rápido do que a do outro ouvido, onde a informação chegou depois. Essa audição estereofônica nos permite localizar a fonte sonora e realizar melhores estimativas de velocidade e direção. Essa diferença temporal de chegada da informação é conhecido como *Diferença Temporal Interaural* (ITD) (Wilkie, 2015).

O estudo psicofísico da audição é chamado de psicoacústica. O processamento psicoacústico apresenta diversas dimensões auditivas (altura e agudez) e parâmetros físicos (pressão e frequência) associados a características mnemônicas, moduladas pela experiência, e resultando na interpretação dos sons. Assim, uma fonte sonora pode ser caracterizada por fenômenos que produzem ondas mecânicas de pressão reproduzidas em qualquer meio capaz de propagá-las. O som é caracterizado por sua frequência, intensidade e timbre. A frequência sonora caracteriza-se pela quantidade de ciclos produzidos durante um segundo e tem como unidade de medida o Hertz (Hz). A intensidade sonora refere-se à percepção do volume ou nível

da pressão sonora medido em decibel (dB). Por fim, o timbre é uma característica subjetiva da percepção sonora (Bitencourt, 2008; Andrade, 2007; Paiva, 2017).

Percepção Auditiva do Som

Os sons de aproximação tendem a ter preferência em comparação aos sons de afastamento, promovendo respostas mais rápidas e precisas. Outro fator importante é a intensidade sonora, quanto mais intenso for um estímulo sonoro, mais fácil de percebê-lo, porém, mesmo que esse estímulo apresente uma intensidade alta, se ele for um som de afastamento, ele não eliciará um comportamento prioritário (Bach, Neuhoff, Perrig, & Seifritz, 2009).

As percepções de objetos em movimento de afastamento tendem a dissipar a atenção com mais velocidade do que objetos em aproximação, pois esses representam uma ameaça iminente, geralmente são representados por objetos que visualmente se expandem ou sons que ficam mais alto com o tempo. Assim como os estudos sobre a percepção do movimento visual, em que a aproximação apresenta uma vantagem responsiva devido aos mecanismos de reflexo e inatos do observador, as pesquisas referentes ao estímulo de aproximação auditiva indicam a mesma prioridade de processamento, pois provocam uma resposta de condutividade da pele e de atividade da amígdala em uma intensidade diferente das eliciadas por sons que se afastam (Glatz & Chuang, 2019).

Os sons de aproximação têm uma disposição maior de serem interpretados como mais rápidos e longos, necessitando, muitas vezes, de uma fixação maior da atenção sobre esses sons para a sua interpretação. É possível encontrar atividades no córtex auditivo e nas redes neurais relacionadas à atenção e processamento espacial. De acordo com Glatz e Chuang (2019), um estímulo visual estático acompanhado de um estímulo auditivo de aproximação apresenta um tempo de reação menor do que o estímulo visual estático junto de um som estático, pois induzem a região cortical visual para um processamento de baixo nível.

Diferentemente do sistema visual que oferece precisão real sobre o tempo de chegada de um objeto, o sistema auditivo é menos preciso, mas a sua imprecisão caracteriza-se como um sistema de alerta, que auxilia na decisão de direcionar os olhos para um determinado objeto que pode apresentar perigo iminente para o observador. O sistema visual é muito mais preciso do que o sistema auditivo, porém ele tem seu campo mais limitado, sendo então a integração dos dois sistemas, um fator importante para a percepção de um objeto em aproximação (Guski, 1992; Seifritz et al., 2002).

Em uma situação cotidiana, um motorista deve estar atento à estrada, estando alerta a possíveis acidentes, como por exemplo, um pedestre atravessando a rodovia de forma repentina. Muitas vezes, as aparições repentinas e abruptas são processadas rapidamente, pois movem a atenção para o estímulo que podem representar um perigo para o observador. Assim como os estímulos visuais, os estímulos auditivos capturam a atenção visuoespacial (Glatz & Chuang, 2019).

De acordo com Neuhoff (2018), o principal viés do sistema auditivo se apresenta quando os observadores julgam que um objeto em aproximação está mais próximo do que realmente está. O movimento de um objeto gera várias informações importantes para o ouvinte, a mais estudada, no entanto, é a mudança de intensidade, que quando crescente, indica que algo se aproxima.

Estudos relativos à percepção do movimento

É possível observar a influência do movimento de aproximação em bebês, de 3 a 6 semanas de vida, que respondem a uma sombra visual em movimento de aproximação, o que sugere que a reação comportamental ao fluxo de aproximação não é uma resposta aprendida, e sim uma função inata (Náñez, 1988). Vários estudos sugerem que desde a infância, os bebês apresentam um ganho na resposta defensiva na presença de fluxos de aproximação, ou seja, há um ganho temporal no tempo de reação frente a um objeto ou fluxo de aproximação o que pode representar uma significativa vantagem evolutiva.

Náñez (1988) realizou um experimento com bebês em que apresentava dois estímulos visuais, onde era apresentado o estímulo de aproximação que tinha por característica a expansão da imagem, sendo que a trajetória do estímulo podia ser de colisão ou não colisão em relação ao bebê. Os resultados desse estudo apontam uma maior frequência de piscadas para a sombra em movimento de aproximação e rota de colisão. Além dos seres humanos, outras espécies também respondem ao estímulo de aproximação, como por exemplo, os primatas, pássaros, anfíbios, peixes e invertebrados (Wilkie, 2015).

Estudos realizados por Riskind, et al (2014), que foram conduzidos em humanos e não humanos, sinalizaram que os sons de aproximação apresentam maior relevância biológica do que os sons de afastamento, quando os mesmos apresentam prioridade de percepção e comportamento para esses sons. Outro dado interessante é que alguns achados de pesquisa sugerem que indivíduos que apresentam vulnerabilidade física e psicológica apresentam um maior viés antecipatório em função dos estímulos de aproximação. Por exemplo, indivíduos

que apresentam um nível alto de ansiedade tendem a diminuir o tempo de resposta a estímulos de aproximação, tendo em vista que estão mais propensos a reagir a algo, do que indivíduos não ansiosos. Assim, tendem a superestimar a aproximação de potenciais perigos físicos e psicológicos.

Sob um ponto de vista prático e cotidiano, a percepção do estímulo de aproximação apresenta uma grande importância para a segurança do trânsito. Atualmente, os veículos estão cada vez mais silenciosos, o que para muitos pode parecer um avanço, mas, na verdade, pode representar um perigo. Associe um automóvel silencioso a um pedestre distraído com seu “smartphone” e o resultado dessa equação é um grande potencial para a ocorrência de um acidente. Segundo o National Highway Traffic Safety Administration (2015), citado por Neuhoff (2016), mais de 20.000 pedestres são mortos por ano nos Estados Unidos em acidentes que envolvem pedestres e veículos que não foram percebidos corretamente. Há uma demanda mundial por veículos cada vez mais silenciosos, mas que aumentam a dificuldade de percepção por parte dos pedestres e proporcionam uma dificuldade para o cálculo mental de tempo-de-colisão. Frente a esse fato, algumas leis foram criadas no Japão e EUA, diante da constatação do aumento de acidentes associados a esse fator (carros com pouca ou nenhuma fonte sonora), fazendo com que os fabricantes instalassem um alto-falante na frente do carro para reproduzir sons artificiais e diminuir as desvantagens para o pedestre.

O processamento dos sons de aproximação difere do processamento dos demais sons sob o ponto de vista neurológico, isto é, ele envolve áreas específicas do cérebro - sulco temporal superior, o giro temporal médio, o córtex pré-motor direito e a junção temporo-parietal direita – que estão envolvidas na facilitação dos processos atentos e perceptivos do sistema auditivo, sendo ativadas pelo movimento sonoro, o que não se observou em relação aos demais sons (Hall & Moore, 2003). Outro estudo indicou que a estrutura amigdalar é ativada na presença de sons de aproximação quando estes sons estão relacionados a respostas emocionais rápidas (Seifritz et al, 2002).

Um importante estudo sobre a percepção de sons de aproximação e afastamento foi conduzido por Neuhoff (2016). Nele o primeiro experimento contou com a participação de 80 voluntários. O experimento tinha como objetivo averiguar a precisão do participante em relação à velocidade do som. Para isso, o participante escutava um estímulo sonoro e julgava a velocidade que o mesmo apresentava, diante das opções apresentadas (3 velocidades: 15mps, 20mps, 25mps). Foram apresentadas 24 provas de forma aleatória, contendo: 3 tipos de velocidade, 2 tipos de direção e 2 tipos de distância. Concluiu-se, nesse experimento, que os sons de aproximação foram percebidos como mais rápidos do que os sons de afastamento, a

distância também foi um aspecto importante, sendo sons mais próximos percebidos com maior rapidez do que sons mais distantes. As duas variáveis representam um tempo de resposta ainda menor, sendo que um som próximo e de aproximação demonstraria um perigo maior, ou seja, uma prioridade de processamento.

O segundo experimento contou com a participação de 200 voluntários. Esse experimento corroborou as conclusões do primeiro experimento, em que os sons alarmantes (próximos e de aproximação) são percebidos como mais rápidos do que sons distantes e/ou sons de afastamento. Os participantes também apresentaram um menor tempo de reação em respostas verbais aos estímulos de aproximação associada a uma melhor precisão em respostas motoras. De maneira geral, Neuhoff (2016) concluiu que o sistema auditivo prioriza o processamento de sons de aproximação, devido a possibilidades de ser uma ameaça iminente e exigindo um tempo de reação menor do que de outro tipo de som.

De acordo com os estudos de Neuhoff (2016), há, na maioria das vezes, um erro de estimativa de tempo de contato, ou seja, os participantes sistematicamente tendem a subestimar o tempo que um objeto levaria para chegar ao ouvinte. Apesar do erro dessa estimativa, há um benefício potencial ao ouvinte, pois ao diminuir o tempo estimado de contato o ouvinte produz uma margem de segurança que permite mais tempo para que sejam realizados os comportamentos defensivos, possibilitando assim, que a resposta seja mais efetiva frente à ameaça.

Segundo Neuhoff (2018), a vantagem evolutiva desse viés se dá ao fazer a comparação de dois observadores, um apresentando esse julgamento antecipatório e outro com o julgamento pontual, ou seja, o primeiro pressupõe que um objeto em movimento já chegou, enquanto o segundo avalia com precisão o tempo de chegada do objeto. O indivíduo, que apresenta o viés auditivo, tem mais chances de responder adequadamente a um estímulo, pois terá mais tempo para avaliar esse objeto, do que o indivíduo que apresenta precisão na audição, pois o tempo de reação dele será reduzido. A carga cognitiva também interfere no processo de julgamento de chegada de um objeto, pois quanto maior a carga, maior o julgamento de antecipação de chegada do objeto.

Recentemente, Glatz e Chuang (2019) buscaram compreender se estímulos sonoros de aproximação direciona a atenção visuoespacial. Os autores investigaram se esses estímulos auditivos são capazes de auxiliar na discriminação de estímulos visuais, ou seja, se há uma facilitação na percepção proporcionando um tempo de reação menor do observador ou uma vantagem na reorientação da atenção visuoespacial.

Os resultados obtidos, no primeiro experimento, foram de que a apresentação de um estímulo de aproximação juntamente com o estímulo visual não evidencia benefício na resposta do observador, indicando uma reorientação cruzada (auditivo e visual) da atenção espacial, sendo mais rápidas em alvos periféricos. Quando o som é apresentado a 250ms do efeito visual, independentemente da sua característica (aproximação, afastamento ou estático) ele promove uma vantagem na resposta, diferentemente de quando o fluxo auditivo é apresentado a 500ms do fluxo visual, nessas condições apenas o som de aproximação apresenta benefícios na resposta nesse caso. Uma comparação entre os tipos de estímulos auditivos apresentou que o de aproximação não tem uma diferença significativa ao estático, porém é significativo ao som de afastamento (Glatz & Chaung, 2019).

O segundo experimento fez um comparativo entre os estímulos auditivos e a intensidade deles, analisando os sons de aproximação e estático que poderiam ser apresentados em uma intensidade baixa ou alta. O som de aproximação parece apresentar uma vantagem de resposta independente de sua intensidade, diferentemente do som estático, que apresenta uma vantagem maior quando o volume apresentado é alto, ou seja, o estático apresenta vantagem se estiver relacionado com a intensidade sonora. De modo geral, Glatz e Chuang (2019) concluíram que os sons de aproximação atraem a atenção visuoespacial, essa ativação é tardia, porém, mantida por mais tempo quando comparada aos outros tipos sonoros, como o estático e o de afastamento, que inicialmente apresentam um benefício, mas que se perdem com o tempo da tarefa.

Entende-se que o movimento de aproximação inicialmente tem uma saliência ecológica, ou seja, a prioridade de processamento é motora, e além disso, o tempo do estímulo também induz a atenção posterior a sua apresentação, ou seja, além de um tempo de reação menor, o observador concentrará sua atenção para o ponto que foi apresentado o som. Os autores não concluíram se os movimentos são respondidos devido ao início do seu movimento ou devido à sua propriedade (característica: aproximação, afastamento ou estático), abrindo um debate sobre essa questão, porém há uma tendência de que sons de aproximação exercem um benefício tardio na atenção.

Objetivo Geral

Verificar qual o fluxo (aproximação ou afastamento simulado) promove maior vantagem de resposta e eficiência de comportamento, gerando assim melhor desempenho para o indivíduo.

Objetivos específicos

- 1- Verificar qual fluxo auditivo (aproximação ou afastamento) é melhor percebido pelos participantes;
- 2- Investigar se há o efeito de dica sonora na presença de estímulos auditivos;
- 3- Analisar se um sinal sonoro de movimento apresenta vantagens de resposta quando incorporado de um ruído branco;
- 4- Verificar se o estímulo sonoro de movimento apresenta melhor desempenho em comparação à um estímulo estático.

Hipótese

O fluxo auditivo de aproximação mobiliza maiores ganhos de resposta para o indivíduo e melhora o seu desempenho em detrimento do fluxo auditivo de afastamento.

Experimento 1 A

Assim como apresentado na literatura, os sons de aproximação (*looming*) tendem a ter preferência em comparação aos sons de afastamento (*receding*), promovendo respostas mais rápidas e precisas (Bach, 2009). O Experimento 1 teve como objetivo replicar os efeitos comportamentais associados ao movimento de afastamento até então descritos na literatura. Foi investigado se o movimento auditivo de aproximação apresentava uma urgência de resposta, reduzindo o tempo de resposta comparado aos outros estímulos, afastamento e ruído.

Método

Participantes

O Experimento 1 A contou com a participação voluntária de 24 pessoas (7 do sexo feminino e 17 do sexo masculino), entre 18 e 30 anos, com audição normal. A amostragem foi definida por conveniência. Os participantes foram abordados e selecionados nos centros de convivência das universidades de Uberlândia (lanchonete, biblioteca, centros de convivência, diretórios acadêmicos, e outros), sendo esclarecido os objetivos da pesquisa, bem como sobre a metodologia adotada e o tempo necessário para a realização do experimento.

Material e estímulos

Os participantes realizaram o experimento em um notebook (Notebook Dell Inspiron I14-5447-A10v Processador Intel Core I5-4210u 4gb Hd 1tb, 14" W8.1) e ouviram os estímulos auditivos por meio de um fone de ouvido (Headphone/Fone de Ouvido JBL C300 – Preto. Potência 120 mW. Impedância 32 Ohms. Sensibilidade 95 + 5 dB. Resposta da frequência 20 HZ – 20 KHZ.). Os participantes realizaram o experimento em uma sala com pouca interferência sonora. O volume sonoro dos estímulos foi fixado em 30% com o objetivo de não causar desconforto ao participante. Os estímulos sonoros foram criados por meio do software livre *Audacity* e reproduzidos por meio do software *E-Prime 2.0*. Os estímulos sonoros de aproximação e afastamento foram produzidos pela alteração da amplitude da onda sonora, os estímulos de aproximação apresentavam uma amplitude crescente de 0,2 para 0,5, enquanto os estímulos de afastamento apresentavam uma amplitude decrescente de 0,5 para 0,2. Um estímulo de ruído branco foi produzido para as condições controle apresentando uma amplitude fixa em 0,5. Na segunda etapa apresentava-se os estímulos alvos, que podiam ter características

de um som grave ou agudo, o primeiro apresentava uma frequência de 300Hz, enquanto o segundo tinha uma frequência programada em 2000Hz, ambos os estímulos eram reproduzidos por 50ms e tinham uma amplitude fixa em 0,5.

Procedimento e delineamento experimental

Após o recrutamento dos participantes, os mesmos foram conduzidos para um local adequado para a realização do experimento, com ambiente e variáveis devidamente controladas. Antes de iniciar, os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O experimento foi realizado em uma sala reservada, com o mínimo de interferência externa. O notebook foi posicionado a uma distância aproximada de 60 cm.

As provas foram programadas sob um fundo branco com um ponto de fixação em formato de cruz, contendo um raio de $0,5^\circ$, essa tela era apresentada durante toda a exibição dos estímulos auditivos, após a resposta do participante, era apresentado uma tela com o feedback de acerto ou erro. Os estímulos visuais não apresentavam relação com o objetivo do experimento e foram utilizados meramente para engajar os participantes na tarefa.

Cada prova experimental era iniciada com a apresentação de uma tela com a seguinte mensagem “Pressione a barra de espaço para iniciar a prova”. Após pressionar a barra, uma cruz de fixação na cor preta era apresentada no centro da tela até o final da prova. Após um intervalo de 1000ms, um som de aproximação, afastamento ou ruído branco era apresentado por 250ms de maneira binauricular. Após 500ms dessa apresentação um som alvo grave ou agudo era apresentado por 50ms. Imediatamente após a apresentação do estímulo alvo, os participantes efetuavam a resposta. Um sinal visual de feedback informava o participante sobre o seu acerto ou erro na prova, como mostra a Figura 1. Os participantes foram instruídos a realizar o julgamento sobre o tom do último som (estímulo alvo) pressionando uma das duas opções de resposta: tecla “O” do teclado quando julgassem o tom grave; tecla “P” quando julgassem que o tom agudo foi apresentado. Cada participante respondeu 120 provas, distribuídas em 20 provas para cada condição experimental. Os participantes foram informados de que o primeiro estímulo sonoro (aproximação, afastamento ou ruído branco) era irrelevante para o seu desempenho na tarefa e que era fundamental realizar o julgamento com base na percepção do segundo estímulo com o máximo de rapidez possível.

O presente trabalho recebeu a aceitação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), antes do início da coleta de dados (CAAE: 79987517.0.0000.5152).

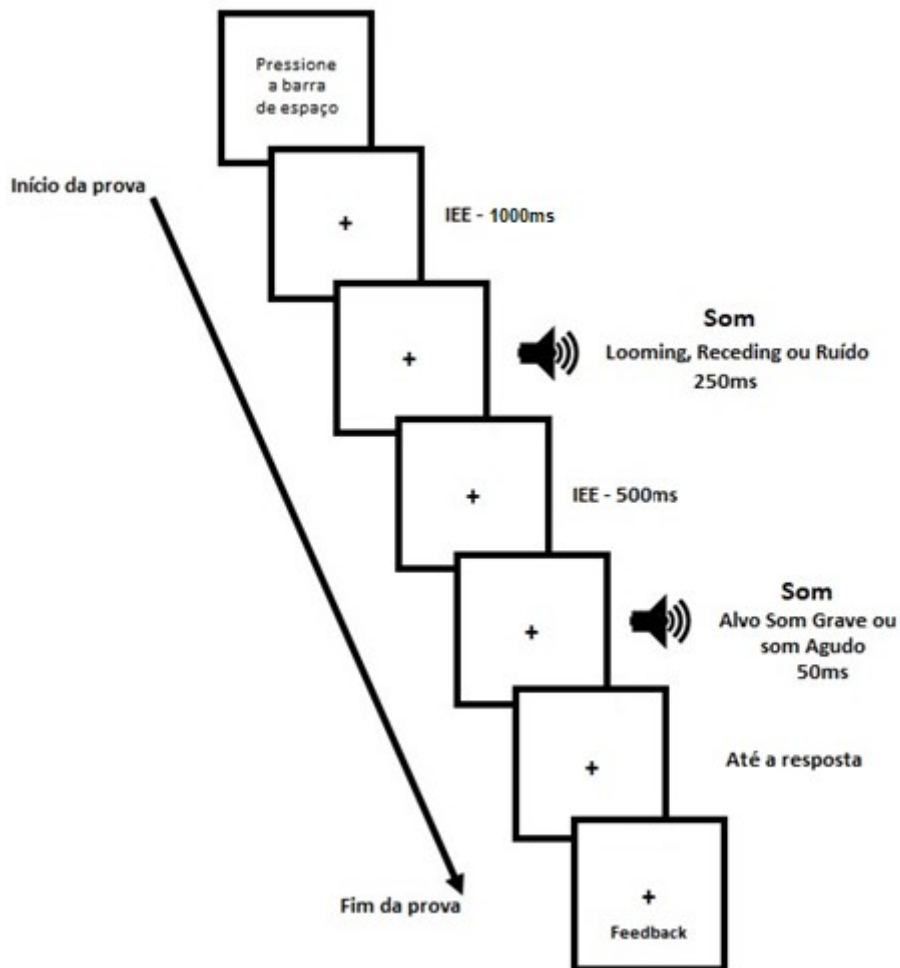


Figura 1. Sequência de eventos em uma prova do Experimento 1.

Resultados

Os tempos de reação (TRs) dos participantes inferiores a 150ms e superiores a 2500ms não foram considerados na análise dos dados. Os resultados do Experimento 1 A sugerem que os participantes apresentaram tempos de reação menores para a discriminação de um estímulo alvo agudo (2000Hz) precedido por um som de aproximação não relacionado à tarefa (328ms) em relação à discriminação do alvo agudo precedido pelo som de afastamento (344ms) e pelo som de ruído branco (347ms). Essa facilitação do processamento do estímulo alvo não foi estatisticamente significativa nas condições em que o alvo era um som grave (300Hz) precedido por um som de aproximação (371ms), afastamento (381ms) ou ruído branco (377ms).

Os fatores tipo de dica (aproximação, afastamento ou ruído branco) e tipo de alvo (agudo ou grave) foram considerados para a análise por meio do teste ANOVA para medidas repetidas.

Essa análise confirmou um efeito significativo do fator tipo de dica [$F(2,46) = 3,95$; $p = 0,026$; $\eta_p^2 = 0,15$] (Aproximação TR = 349ms (EP = 14); Afastamento TR = 363ms (EP = 14); Ruído Branco TR = 362ms (EP = 15). O fator tipo de alvo foi significativo [$F(1,23) = 44,83$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,66$] (Agudo TR = 340ms (EP = 15); Grave TR = 376ms (EP = 14). Não houve interação significativa entre os fatores [$F(2,46) = 0,77$; $p = 0,47$]. A mesma análise realizada com a porcentagem de acertos não confirmou nenhum efeito significativo entre as condições experimentais. A Figura 2 mostra o tempo de reação em função de cada condição. A Figura 3 apresenta os tempos de reação em função do fator tipo de dica (Aproximação, Afastamento e Ruído).

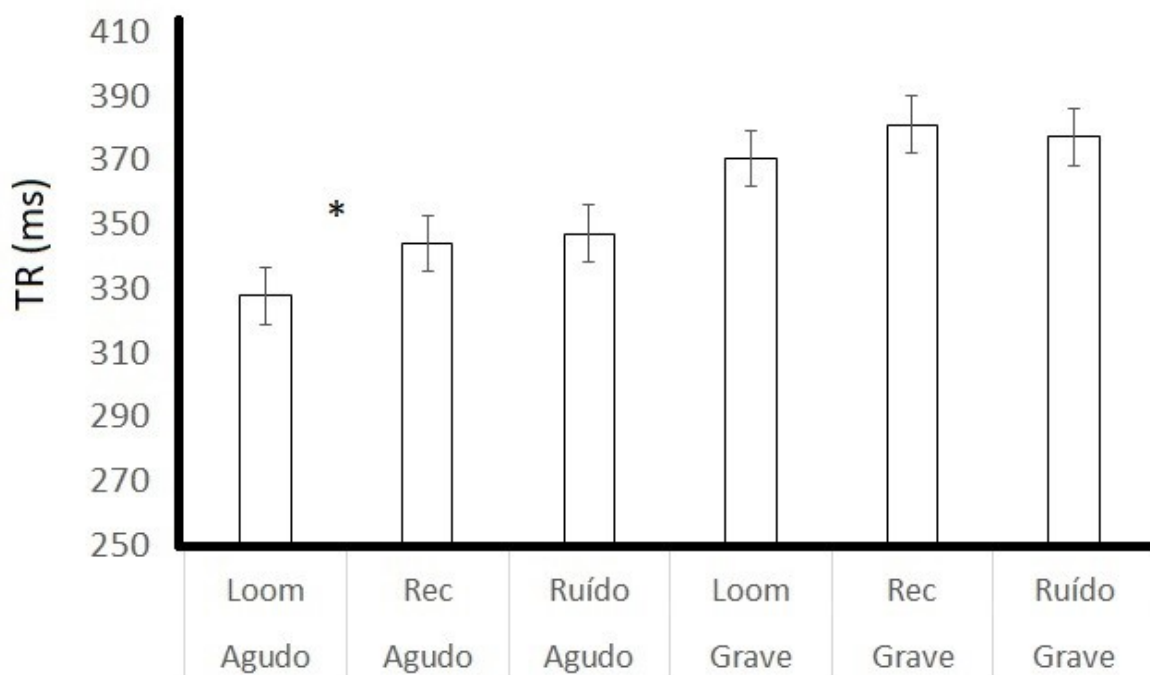


Figura 2. Tempo de reação em cada condição do Experimento 1 A

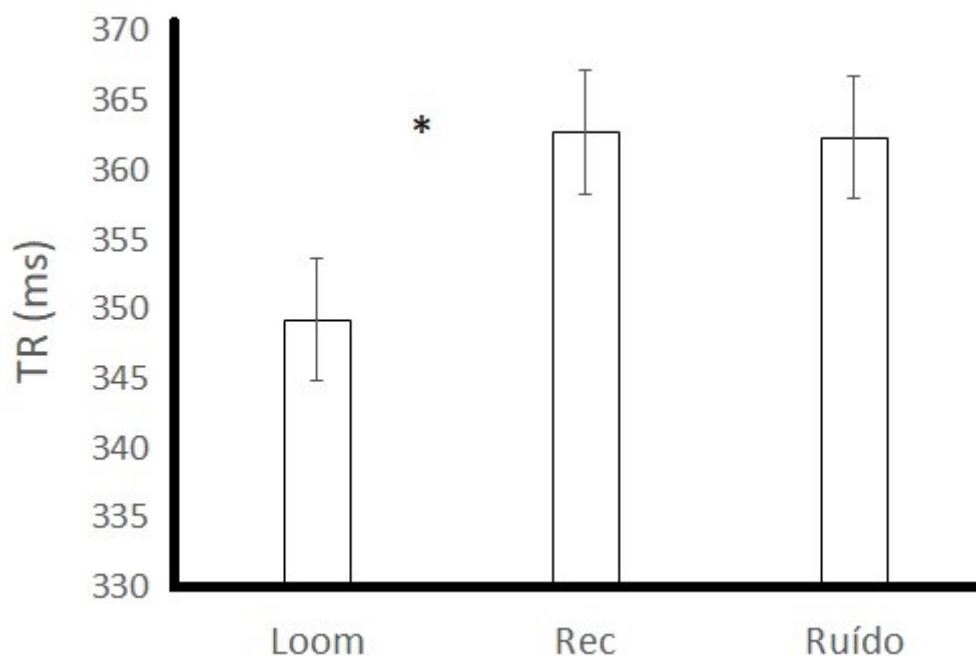


Figura 3. Tempos de reação em função do tipo de som que precedeu a resposta a um estímulo alvo.

Discussão

O Experimento 1 A teve como objetivo investigar a prioridade de processamento de um alvo sonoro precedido por um som de aproximação, afastamento ou ruído branco.

Houve uma diferença significativa no tempo de reação motora observada na discriminação de alvos com 300Hz e 2000Hz, que pode ser explicada em termos de uma maior ativação neural proporcionada pelo estímulo alvo agudo em relação ao estímulo alvo grave, o que eliciaria respostas motoras mais rápidas (Stevens, 1970) para o estímulo alvo agudo (2000Hz). É interessante destacar que há uma tendência, estatisticamente não significativa, de aumento da velocidade de resposta motora eliciada pelo som de aproximação nas condições de alvo grave. Essa tendência é apoiada pelo efeito geral observado no tempo de discriminação proporcionado pelo som de aproximação (Figura 3).

Segundo Posner (1980), um estímulo usado como dica pode permitir um benefício na acurácia e tempo de reação sobre um estímulo alvo. De acordo com os resultados obtidos pelo Experimento 1, onde a dica de aproximação promoveu um maior benefício no tempo de reação,

fazendo com que os participantes apresentassem mais acertos e menor tempo em comparação com a dica de afastamento e o ruído branco.

Considerando que houve diferença significativa entre as dicas (aproximação, afastamento e ruído), porém não houve interação significativa entre os alvos (grave e agudo), podemos confirmar os dados de Stevens (1970) sobre a intensidade dos estímulos sonoros, apresentando um tempo de reação mais rápidos aos sons de maior intensidade (agudo) contrapondo aos sons de menor intensidade (grave). Trazendo a teoria de Posner (1980) para análise dos resultados, vale ressaltar, que podemos levar em consideração o efeito apenas da dica sonora, sem uma correlação entre as duas condições (tipo de alvo e tipo de dica).

De acordo com Bach et al. (2009) a direção da fonte sonora está diretamente associada ao tempo de percepção do estímulo, a mudança de intensidade do som pode ser considerada também um atenuante biológico. Sons de aproximação são percebidos como mais facilidade quando comparados com sons de afastamento, pois sugerem que pode ser necessário uma resposta mais rápida. Em linhas gerais, os resultados também corroboram vários estudos que mostram uma priorização do processamento da informação associada a estímulos perceptivos de aproximação (Neuhoff, 2016; Seifritz et al., 2002). Esse resultado também permitiu, para a presente investigação, o estabelecimento de parâmetros para os estímulos sonoros de aproximação e afastamento para utilização futura.

Experimento 1 B

O objetivo do Experimento 1 B, assim como o Experimento 1 A, foi investigar o efeito de uma dica auditiva que simula o movimento de aproximação e afastamento no tempo de reação a um estímulo alvo não relacionado, sendo que o segundo experimento amplia essa investigação analisando o aspecto espacial de localização do estímulo alvo. Para tanto, o presente experimento empregou a tarefa de deslocamento do foco atento (Posner, 1980) fazendo uso de dicas sonoras válidas e inválidas de dois tipos (aproximação e afastamento) apresentadas de maneira monoauricular em condições compatíveis ou incompatíveis com a localização do estímulo alvo.

Método

Participantes

O experimento 1 B foi realizado por 21 participantes, de ambos os sexos (7 do sexo feminino e 14 do sexo masculino), com idade média de 24 anos ($DP = 4$), que declararam apresentar audição normal. Como no experimento anterior, os participantes foram recrutados nos centros de convivência e conduzidos ao local de aplicação do experimento. Foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e após a anuência com o mesmo as provas eram iniciadas. Todos os participantes desse experimento participaram do Experimento 1 A, três dos vinte e quatro participantes optaram por não finalizar o experimento e seus dados parciais foram excluídos da análise.

Material e estímulos

Foram utilizados os mesmos equipamentos e os mesmos estímulos descritos no Experimento 1 (ponto de fixação, fluxos auditivos e estímulos alvo) com exceção dos estímulos alvo que apresentavam apenas a frequência de 2000Hz. Neste experimento, ao contrário do anterior, os sons direcionados (aproximação e afastamento) e o som alvo (tom com 2000Hz) eram apresentados em apenas um dos lados do fone de ouvido, de forma aleatória, podendo ser os dois sons apresentados do mesmo lado (dica compatível) ou sons apresentados em lados opostos (dica incompatível).

Procedimento e delineamento experimental

Assim como no primeiro experimento, o teste foi realizado em uma sala, com o mínimo de interferência externa. O notebook foi posicionado a uma distância aproximada de 60 cm. Os testes foram realizados na mesma sessão experimental do Experimento 1A, havendo uma pausa de 30 minutos entre os experimentos. Como a tarefa do Experimento 1B apresentava uma natureza distinta foi possível realizar o teste com os mesmos participantes do primeiro experimento, pois não havia risco de aprendizagem.

Cada prova experimental era iniciada com a apresentação de uma tela com a seguinte mensagem “Pressione a barra de espaço para iniciar a prova”. Após pressionar a barra, uma cruz de fixação na cor preta era apresentada no centro da tela até o final da prova. Após um intervalo de 1000ms um som de aproximação ou afastamento era apresentado por 250ms de maneira monoauricular, ou seja, era apresentado aleatoriamente na orelha direita ou esquerda. Após 500ms dessa apresentação um som alvo de 2000Hz era apresentado por 50ms em uma das orelhas. Imediatamente após a apresentação do estímulo alvo os participantes efetuavam a resposta. Um sinal visual de feedback informava o participante sobre o seu acerto ou erro na prova, como mostra a Figura 4.

Os participantes foram instruídos a detectar, o mais rápido possível, em qual lado (orelha direita ou esquerda) o último som (estímulo alvo) havia sido apresentado. Os participantes respondiam pressionando uma das duas opções de resposta: tecla “O” do teclado quando detectavam o som alvo apresentado do lado esquerdo e a tecla “P” quando detectavam o som alvo apresentado do lado direito. Cada participante respondeu 160 provas, distribuídas em 40 provas por condição experimental. Dois fatores foram definidos: 1) Compatibilidade (Compatível e Incompatível) e 2) Direção da dica (Aproximação e Afastamento). Os participantes foram informados que a dica direcionada (primeiro som) era irrelevante para o seu desempenho na tarefa e que era fundamental realizar a detecção espacial (lado direito ou esquerdo) apenas do segundo estímulo (alvo).

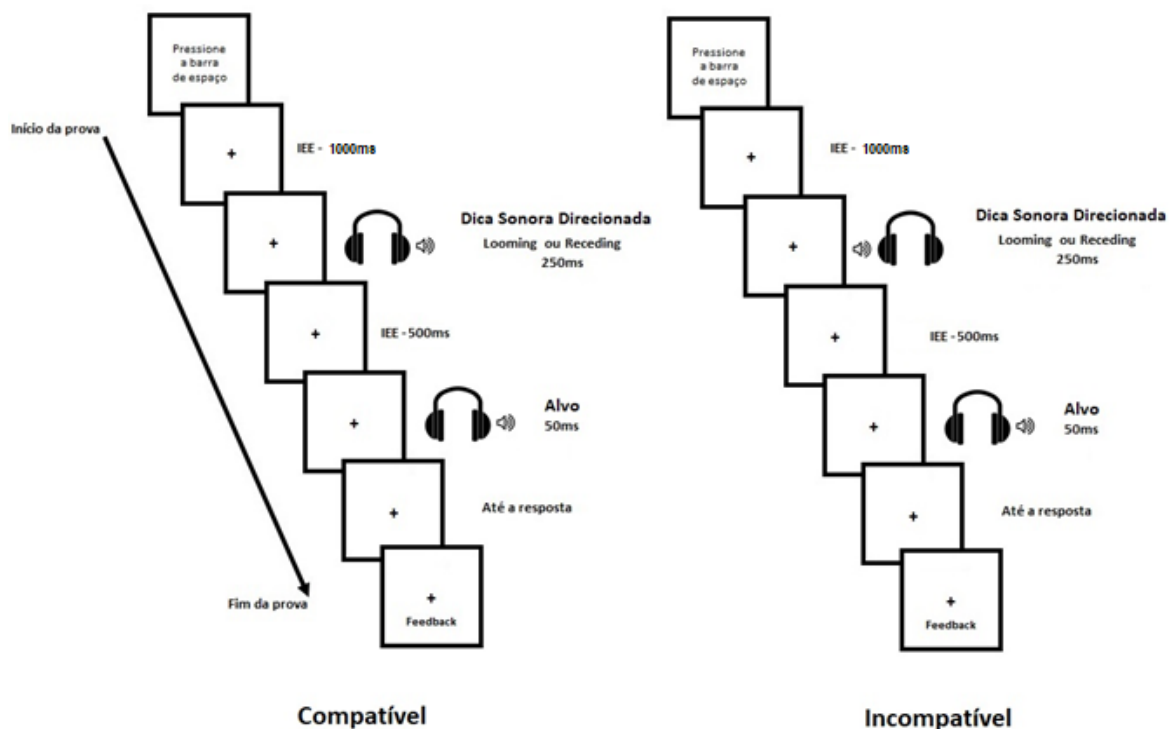


Figura 4. Sequência de eventos em uma prova do Experimento 1B.

Resultados

Os tempos de reação (TRs) inferiores a 150ms e superiores a 2500ms não foram considerados na análise dos dados. Os fatores Compatibilidade (compatível e incompatível) e Tipo de Dica Direcionada (aproximação, afastamento) foram considerados para a análise por meio do teste ANOVA para medidas repetidas. Essa análise não confirmou um efeito significativo do fator Compatibilidade [$F(1,20) = 0,36$; $p = 0,55$] (Compatível TR = 352ms; Incompatível TR = 360ms). O fator Tipo de dica direcionada foi significativo [$F(1,20) = 4,77$; $p = 0,04$; $\eta_p^2 = 0,19$] (Aproximação TR = 350ms e Afastamento TR = 362ms). Não houve interação significativa entre os fatores [$F(1,20) = 0,64$; $p = 0,43$]. A mesma análise realizada com a porcentagem de acertos não confirmou nenhum efeito significativo entre as condições experimentais. A Figura 5 e 6 mostram os tempos de reação em função de cada condição.

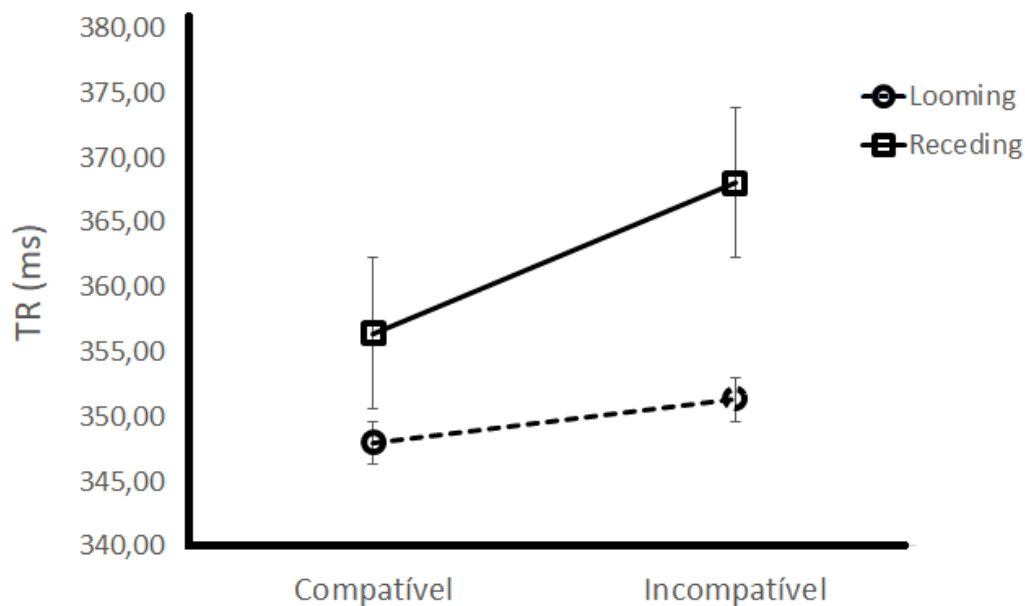


Figura 5. Tempo de reação em função dos fatores Compatibilidade e Dica Direcionada

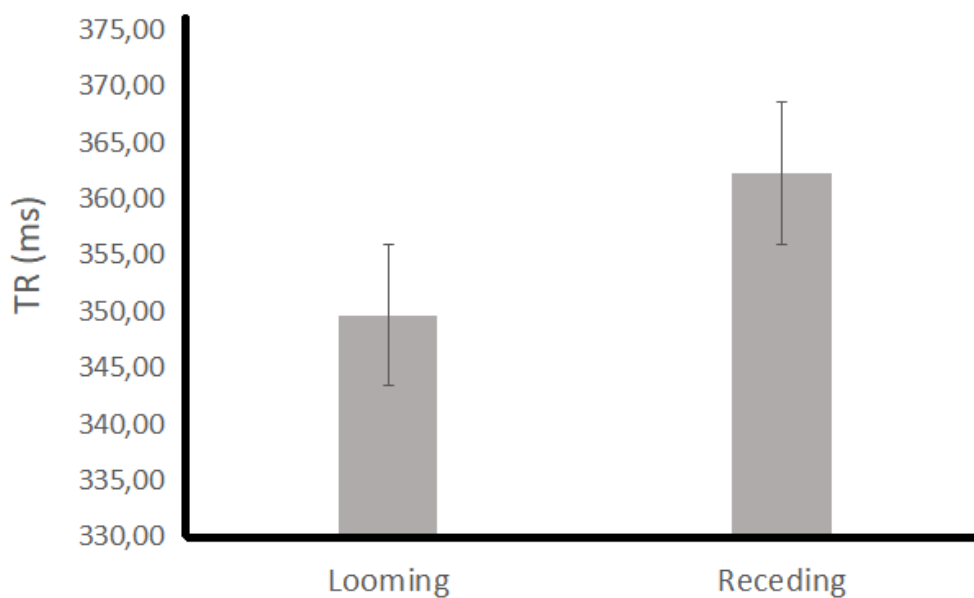


Figura 6. Efeito da direção sonora na detecção do estímulo alvo.

Discussão

Assim como o Experimento 1A utilizava o movimento auditivo (aproximação ou afastamento) como dica sonora, o Experimento 1B sugere um efeito benéfico no TR associado a dica de aproximação.

O estímulo de aproximação apresentou um benefício no tempo de reação independente da sua compatibilidade espacial com o estímulo alvo, sendo assim, ele foi eficiente em uma

reação mais rápida mesmo quando o estímulo alvo era incompatível com um dos lados apresentados da dica. Contrariando a expectativa inicial do experimento, a dica de aproximação não foi mais eficiente para orientar a atenção do que a dica de afastamento. Uma dica sonora espacial tem a característica de orientar a atenção para uma posição espacial relevante (na nossa condição experimental o lado, orelha esquerda ou direita, de apresentação de um som alvo). Quando a dica e o alvo são apresentados para a mesma orelha (compatível) as respostas ao estímulo alvo são sistematicamente mais rápidas. Em situações em que a dica e o alvo são apresentados em orelhas opostas (incompatibilidade) as respostas ao alvo são mais lentas. No presente experimento, os resultados sugerem que o som de aproximação propicia tempos de reação mais rápidos inclusive nas condições de incompatibilidade.

Os resultados sugerem uma vantagem temporal geral na execução da resposta associada a uma dica sonora de aproximação em comparação a execução da resposta de detecção associada a uma dica sonora de afastamento. Os resultados não evidenciaram um efeito facilitador significativo da dica sonora espacial na detecção da posição espacial do som alvo apresentado 500ms após a dica. Todavia, há uma tendência de respostas mais rápidas nas provas em que há uma compatibilidade espacial entre dica e alvo quando comparada as provas incompatíveis, como mostra a Figura 5. Isso sugere, pelo menos nessa condição, que o foco da atenção não foi mobilizado com mais eficiência pela dica sonora direcionada o que apoia a interpretação que o efeito da dica de aproximação apresenta característica sensório motora.

Experimento 2A

O Experimento 2A teve como objetivo ampliar a investigação acerca do efeito facilitador proporcionado por um estímulo sonoro de aproximação sob um ponto de vista sensorial. Para tanto, uma abordagem baseada na Teoria da Detecção de Sinal (TDS) foi utilizada. A hipótese principal desse experimento foi que o sistema sensorial humano é significativamente mais sensível ao som de aproximação do que ao som de afastamento. Esse fato produziria uma maior probabilidade de detecção de sons de aproximação na presença de um ruído de fundo apresentado em diferentes volumes.

Método

Participantes

O experimento foi realizado por 16 participantes (4 do sexo feminino), com idade média de 22 anos sem queixa de prejuízo auditivo. Os participantes foram recrutados nos centros de convivência das universidades da cidade de Uberlândia, realizando uma breve explicação e objetivos da pesquisa. Após chegarem ao local de execução do experimento, todos os participantes foram orientados a lerem e responderem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Cinco participantes do Experimento 2A participaram dos Experimentos 1 A e 1 B, porém a coleta foi realizada em um período posterior (4 semanas após a execução dos experimentos anteriores).

Material e estímulos

As configurações de equipamentos e estímulos foram as mesmas utilizadas nos experimentos anteriores (ponto de fixação, fluxos auditivos e estímulos alvo), sendo os fluxos auditivos os sons de aproximação (amplitude crescente de 0,2 para 0,5) e de afastamento (amplitude decrescente de 0,5 para 0,2) com duração de 250ms com uma frequência de 500Hz, com volume constante igual a 13dB. O estímulo alvo foi reproduzido por um ruído branco com amplitude fixa em 0,5 e estava presente por toda a amostra do experimento (1000ms). O volume do ruído de fundo variou de 1 em 1 dB sendo iniciado com 1dB e finalizado com 25 dB.

Procedimento e delineamento experimental

O experimento foi realizado em uma sala reservada com o mínimo de interferência externa, assim como nos outros experimentos, o notebook era posicionado em uma distância aproximada de 60 cm. O experimento era iniciado com uma mensagem de explicação sobre a tarefa a ser realizada, após apertar a tecla “espaço”, o experimento era iniciado com a apresentação de uma tela com a seguinte mensagem “Pressione a barra de espaço para iniciar a prova”. Ao clicar na tecla “espaço”, o ruído de fundo era apresentado por 1000ms com ou sem a apresentação do sinal alvo. Após a apresentação do ruído, o participante deveria efetuar a resposta indicando a presença ou ausência do estímulo alvo. Um feedback visual com a porcentagem de acerto era apresentado no final das provas.

Os participantes foram instruídos a realizar o julgamento sobre o sinal que poderia estar vinculado ou não ao ruído, assim como uma tarefa de sim / não proposta pela TDS, pressionando uma das duas opções de resposta: tecla “O” do teclado quando julgassem que o sinal estava presente no ruído; tecla “P” quando julgassem que o estímulo era representado apenas pelo ruído branco. Cada participante respondeu 156 provas, distribuídas em 2 provas para cada condição experimental, sendo as variáveis dessa condição: som alvo (aproximação, afastamento e ausente) e o volume do ruído de fundo (1dB a 25dB). Os participantes foram informados de que o ruído branco era irrelevante para o seu desempenho na tarefa, pois apresentado em todas as provas, mas que era fundamental realizar o julgamento com base na percepção da presença ou ausência do sinal com o máximo de precisão possível.

Os procedimentos foram os mesmos utilizados nos Experimentos 1 A e 1 B. O Experimento 2A consistiu na apresentação binaural de um ruído branco de fundo apresentado em um volume variando unitariamente de 1dB a 25 dB. Em 50% das provas apenas o ruído era apresentado, sem sinal, em 25% um som de aproximação era apresentado juntamente com o ruído e em 25% um som de afastamento era apresentado juntamente com o ruído de fundo, totalizando em 50% de provas com sinal. A Figura 7 mostra a sequência de eventos em uma prova de detecção do Experimento 2A.

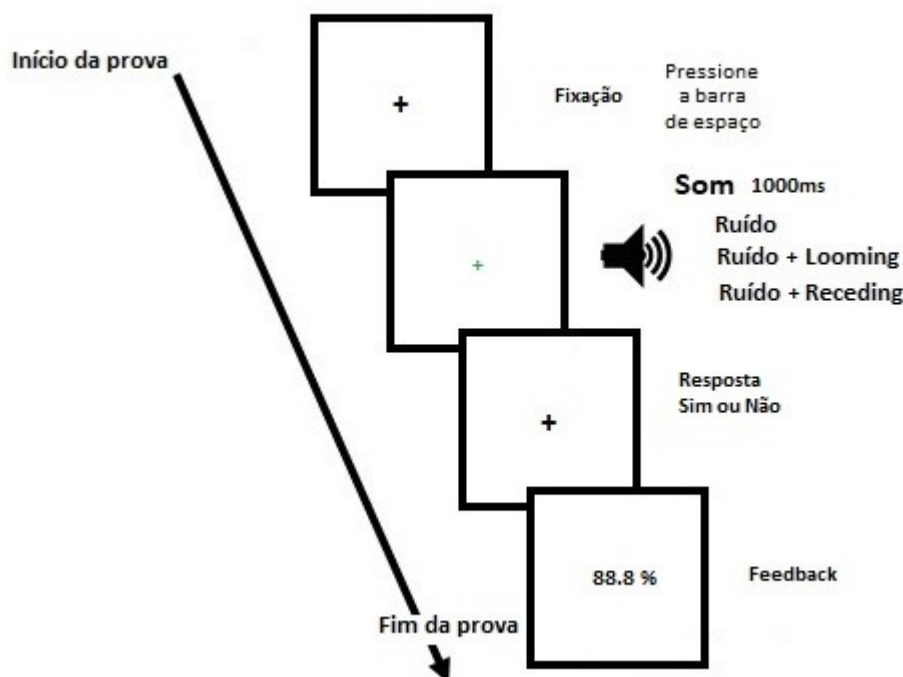


Figura 7. Sequência dos eventos em uma prova do Experimento 2A

Resultados

Nesta análise, apenas, a porcentagem de detecções corretas foi analisada, apresentando uma frequência de acerto de 71% para o som de aproximação e uma frequência de 59% de acertos para o som de afastamento. Essa diferença é estatisticamente significativa [$F(1, 15) = 27,11, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,66$]. Uma análise dos tempos de reação nestas condições confirmou um tempo médio de 408ms para a detecção do som de aproximação e 441ms para a detecção do som de afastamento. O som de aproximação apresentou uma sensibilidade maior do que o som de afastamento, os resultados obtidos foram analisados por meio da Teoria da Detecção de Sinal (TDS), em que o estímulo de aproximação apresentou $d' = 1,99$ e o estímulo de afastamento apresentou $d' = 1,63$, apresentando um efeito significativo [$F(1, 15) = 17,289, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,53$]. A Figura 8 mostra a porcentagem de detecção de um som alvo em função do aumento do volume do ruído de fundo.

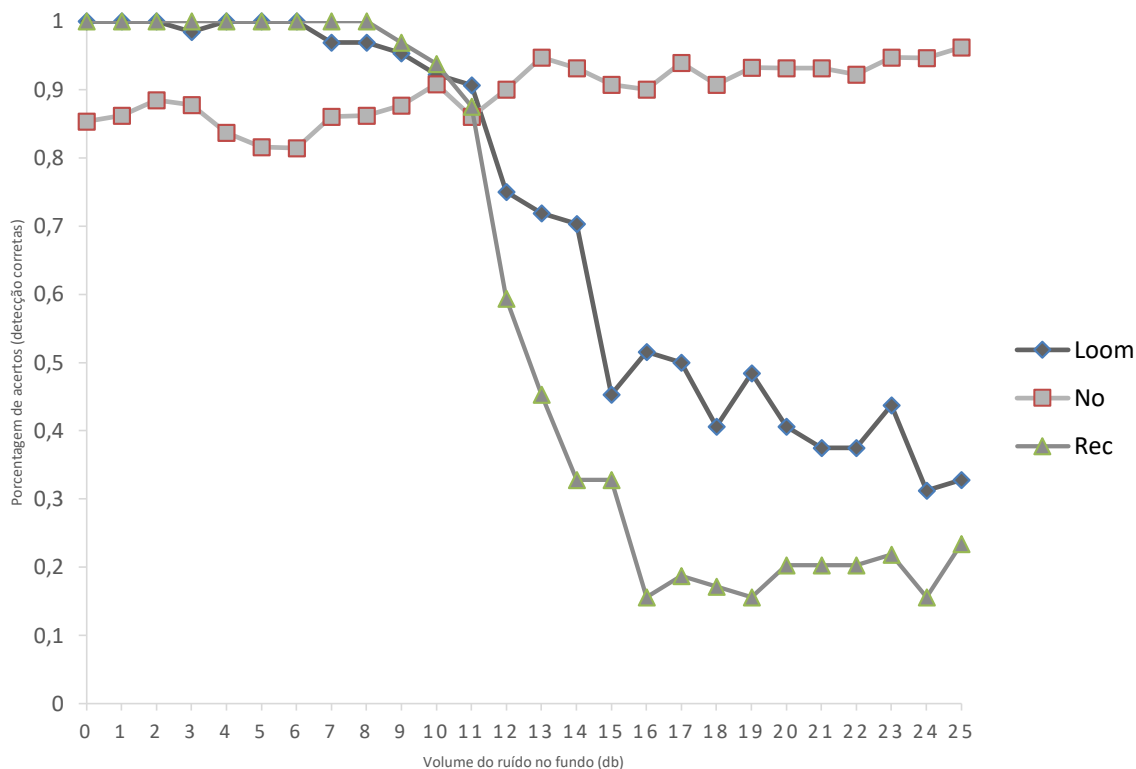


Figura 8. Deteção do som de aproximação e afastamento em função do volume sonoro do ruído de fundo.

Discussão

O Experimento 2A teve como objetivo investigar se um som de aproximação é melhor percebido em meio a um ruído branco de fundo quando comparado a um som de afastamento. Houve uma diferença significativa ao analisar as respostas positivas corretas ao tipo de alvo aproximação (71%) e afastamento (59%), corroborando a hipótese inicial. É possível afirmar que os sons de aproximação apresentam um efeito de priorização de processamento da informação, promovendo uma melhor percepção dos sons de aproximação em detrimento de um som de afastamento (Bach, Neuhoff, Perrig, & Seifritz, 2009; Seifritz et al., 2002).

Assim como nos experimentos realizados nesse trabalho e nos encontrados na literatura, o som de aproximação apresentou uma prioridade de processamento. Neuhoff (2016) encontrou resultados parecidos onde o estímulo que se aproxima apresenta menor tempo de resposta, além do som que é apresentado mais próximo quando detectado é considerado como de alerta. O tipo de resposta também interfere no tempo de reação do observador em relação a tarefa, sendo a resposta motora a mais eficiente, independentemente do tipo de estímulo.

Também foi possível observar de acordo com a TDS uma diferença significativa entre os fluxos sonoros, sendo d' de 1,99 (Aproximação) e 1,63 (Afastamento). Os resultados obtidos sugerem que os participantes apresentam uma maior sensibilidade ao som de aproximação em comparação ao som de afastamento, ou seja, o observador apresenta uma maior probabilidade de perceber um estímulo que se aproxima do que um som que se afasta em meio a um ruído branco irrelevante de fundo.

Experimento 2B

O Experimento 2B teve como objetivo investigar o efeito facilitador proporcionado por um estímulo sonoro de aproximação sob um ponto de vista ambiental, como foi observado no Experimento 2A, ampliando essa comparação com estímulos sonoros estáticos em relação à percepção de movimento. A análise dos resultados foi baseada na Teoria da Detecção de Sinal (TDS). A hipótese principal desse experimento foi que o sistema sensorial humano é significativamente mais sensível ao som de aproximação do que ao som de afastamento, como observado no Experimento 2A. No Experimento 2B buscou-se aprimorar essa investigação acrescentando uma condição de detecção sonora com estímulo alvo estático.

Método

Participantes

O experimento foi realizado por 32 participantes (20 do sexo feminino), com idade média de 22 anos, sem queixa de prejuízo auditivo. Assim como no Experimento 2A, os participantes foram recrutados e selecionados nos centros de convivência da Universidade Federal de Uberlândia. Eles foram instruídos a se apresentar no local de execução do experimento, todos os participantes foram orientados a lerem e responderem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os participantes do Experimento 2B não participaram de nenhum dos experimentos propostos por essa dissertação.

Material e estímulos

As configurações de equipamentos e estímulos foram as mesmas utilizadas no Experimento 2A (ponto de fixação, fluxos auditivos e estímulos alvo), sendo os fluxos auditivos os sons de aproximação (A 0,2-0,5; 250ms; 500Hz; 13dB) e de afastamento (A 0,5-0,2; 250ms; 500Hz; 13dB), o estímulo estático foi adicionado nesse experimento, sendo apresentado por uma amplitude fixa de 0,5, duração de 50ms, frequência de 500Hz e volume constante de 13dB. O ruído branco de fundo foi apresentado nas mesmas condições do Experimento 2A (A 0,5; 1000ms; 1dB-25dB). O Experimento 2B apresentou quatro condições de resposta, uma contendo apenas o ruído branco (1000ms), outra com o ruído branco (1000ms) e o estímulo de aproximação (250ms) apresentado em meio ao ruído iniciando aos 250ms e terminando em 500ms, outra condição com o estímulo de afastamento, que foi programado da mesma forma

do estímulo de aproximação (ruído 1000ms, afastamento 250-500ms), e uma quarta condição com a apresentação de um estímulo alvo estático em meio ao ruído de fundo, porém como sua duração era menor do que as outras variáveis, o estímulo era iniciado em 450ms (ruído 1000ms, estático 450-500ms).

Procedimento e delineamento experimental

Os participantes realizaram o experimento em uma sala reservada a tarefa e com o mínimo de interferência externa. Como nos experimentos anteriores, o notebook era posicionado em uma distância aproximada de 60 cm. O experimento era iniciado com a apresentação de uma tela com a seguinte mensagem: “Pressione a barra de espaço para iniciar a prova”. Ao clicar na tecla “espaço”, o ruído era apresentado por 1000ms com ou sem o sinal alvo. Após a apresentação do ruído, o participante deveria efetuar a resposta. Um feedback visual com a porcentagem de acerto era apresentado no final das provas.

Os participantes foram instruídos a realizar o julgamento sobre o sinal que poderia estar presente ou não em meio ao ruído. Assim, o participante deveria responder pressionando uma de duas opções de resposta: tecla “O” do teclado quando julgassem que o sinal estava presente no ruído; tecla “P” quando julgassem que o estímulo era representado apenas pelo ruído branco. Cada participante respondeu 156 provas, distribuídas em 2 provas para cada condição experimental, sendo os fatores: som (aproximação, afastamento e ruído) e o volume (1dB a 25dB). Os participantes foram informados que o ruído branco era irrelevante para o seu desempenho na tarefa, pois seria apresentado em todas as provas, mas que era fundamental realizar o julgamento com base na percepção da presença ou ausência do sinal com o máximo de precisão possível.

Em 50% das provas apenas o ruído era apresentado. Em 16,67% um som de aproximação era apresentado juntamente com o ruído, em 16,67% um som de afastamento era apresentado juntamente com o ruído de fundo e em 16,67% um som estático era apresentado juntamente com o ruído de fundo, totalizando em 50% de provas com a presença do sinal.

Resultados

A porcentagem de detecções corretas foi analisada, apresentando uma frequência de acerto de 84% para o som estático, uma frequência de 56,9% para o som de aproximação e uma frequência de 47,8% de acertos para o som de afastamento. Essa diferença é estatisticamente

significativa [$F(1, 31) = 18,248, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,37$]. O cálculo da sensibilidade foi realizado por meio da TDS confirmando os seguintes valores de d' para a detecção do som de aproximação ($d' = 2,06$) e para o som de afastamento ($d' = 1,77$). Essa diferença foi estatisticamente significativa [$F(1,31) = 20,925, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,40$]. A Figura 10 mostra a porcentagem de detecção de um som alvo em função do aumento do volume do ruído de fundo. A análise de sensibilidade não foi realizada para condição de som estático devido à alta porcentagem de detecção do estímulo alvo nessa condição.

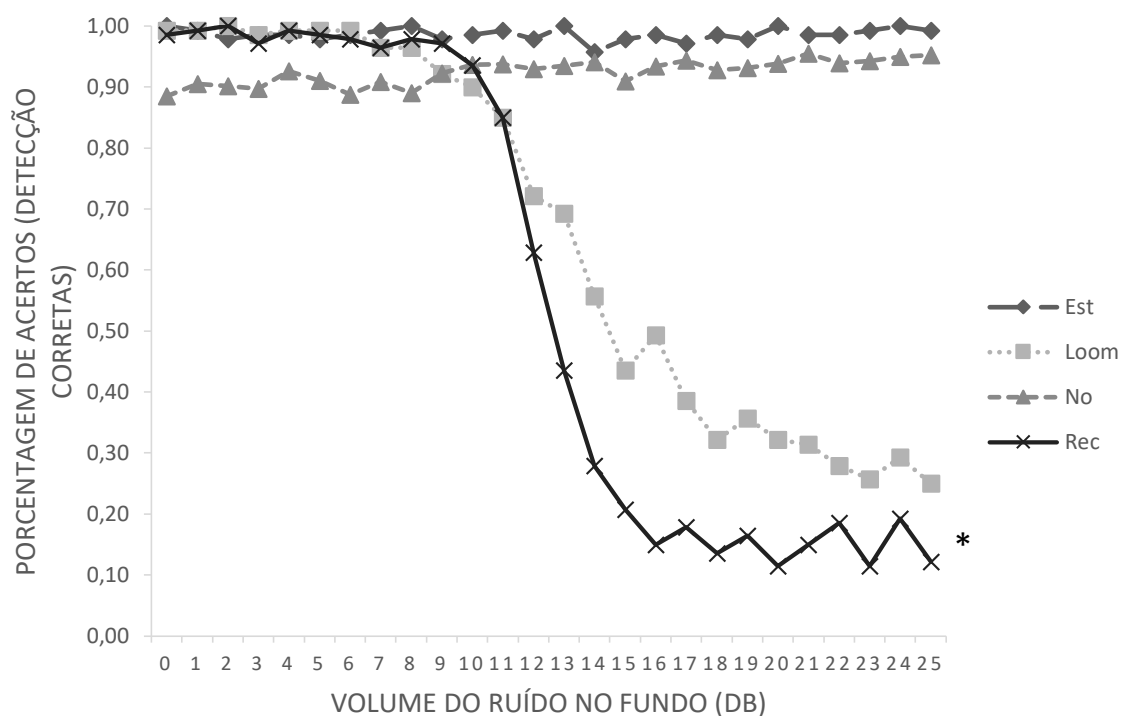


Figura 9. Detecção do som estático, aproximação e afastamento em função do volume sonoro do ruído de fundo. * = $p < 0,001$

Discussão

O Experimento 2B apresentou os mesmos objetivos que o Experimento 2A, porém com um estímulo sonoro a mais com um padrão sonoro estático. Assim como no Experimento 2A, houve uma diferença significativa nas respostas corretas sobre os estímulos de movimento (Aproximação 56,9% e Afastamento 47,8%). Os resultados obtidos corroboram os resultados do experimento anterior, em que o estímulo de aproximação apresenta maior número de acertos em relação ao estímulo de afastamento. A detecção do alvo estático não foi afetada pela presença do ruído de fundo.

É possível observar uma variação de acertos na condição de alvo de aproximação e afastamento a partir da apresentação de estímulos e ruído em 12 dB, sendo que o som de afastamento evidencia uma queda abrupta nos acertos em comparação ao som de aproximação. Essa queda pode estar relacionada à intensidade do ruído apresentado em comparação ao estímulo alvo. Segundo (Glantz & Chaung, 2019), a intensidade do estímulo está diretamente ligada a percepção e desempenho em relação aos estímulos auditivos. Também de acordo com a intensidade, os resultados encontrados no estímulo estático de 85% de acerto, pode estar relacionado a intensidade apresentada no experimento.

Os resultados obtidos pela análise da sensibilidade (d') sugere que o som de aproximação apresenta uma sensibilidade maior do que o som de afastamento, ou seja, o observador apresenta uma maior probabilidade de perceber um estímulo que se aproxima. No Experimento 2B, o d' foi de 2,06 (Aproximação) e 1,77 (Afastamento), corroborando os resultados observados no Experimento 2A, onde o estímulo de aproximação apresenta uma prioridade de processamento por ter uma sensibilidade maior do que um estímulo de afastamento.

Discussão Geral

Os resultados obtidos no Experimento 1 A apontam que dicas auditivas de aproximação apresentam um maior potencial de priorização de processamento de um alvo subsequente. Entretanto, como dica espacial auditiva, o som de aproximação não orientou com melhor eficiência o foco atento (Experimento 1 B). De acordo com Posner (1980), quando há dicas que antepõem um estímulo alvo, ela indica que há a possibilidade de presença de outro estímulo, orientando a atenção para a posição onde foi apresentada, assim, a compatibilidade de estímulos apresenta uma vantagem na resposta, pois a atenção será voltada para aquele local. Os resultados sugerem que o som de aproximação apresenta um benefício de processamento geral, porém, não foi observada uma melhor eficiência na orientação da atenção nas condições com a dica de aproximação espacialmente compatível com o alvo. Em uma investigação multimodal (visual e auditiva) Glatz & Chaung (2019) sugerem que um som de aproximação utilizado como dica para a orientação da atenção é mais eficiente em um intervalo entre 250 e 500 ms.

O Experimento 2A e 2B confirmaram uma maior sensibilidade na detecção de um alvo sonoro em movimento de aproximação quando comparado a detecção de um alvo sonoro em movimento de afastamento. No Experimento 2A e 2B, o objetivo foi investigar as características do som de aproximação apresentado como um estímulo alvo em meio a um ruído branco de fundo. Em linhas gerais, o som de aproximação apresentou uma vantagem perceptiva para a detecção quando comparado a detecção de um som de afastamento. A estimativa da sensibilidade ao som de aproximação também sugere uma maior probabilidade de detecção do som de aproximação quando comparado ao som de afastamento (Aproximação $d' = 1,99$; Afastamento $d' = 1,63$).

O Experimento 2B, basicamente, replicou os resultados do Experimento 2A, porém analisando também a detecção a estímulos alvos estáticos. A comparação dos três tipos de sons alvo sugere uma prioridade de processamento do estímulo de aproximação em relação ao estímulo de afastamento. O estímulo alvo estático foi detectado quase que perfeitamente em todas as condições de ruído de fundo. Alguns fatores podem ser levados em consideração nesse resultado, a frequência do estímulo que era constante e foi calibrada de acordo com a amplitude mais alta dos estímulos de movimento, podendo ter interferência na alta taxa de detecção do estímulo estático. O fator tempo de apresentação do estímulo também foi diferente dos demais sons, foi apresentado com apenas 50ms, demonstrando, então, que mesmo um tempo menor, ainda assim o estático apresentou uma vantagem perceptiva maior.

Conclusão

Os resultados obtidos nos quatro experimentos sugerem que sons de aproximação apresentam um processamento prioritário em relação aos sons de afastamento, o que corrobora os achados encontrados na literatura. Os resultados obtidos por Glautz e Chaung (2019) sugerem que o som de aproximação elicia a orientação da atenção, sendo capaz de manter o foco atencional por mais tempo, em intervalos entre 250 e 500ms. Na presente investigação o intervalo entre a apresentação da dica e do som alvo foi de 500ms, o que pode ter contribuído para a ausência de efeito da dica sonora de aproximação na orientação espacial da atenção. Todavia, a pré-dica de aproximação apresentou um efeito geral significativo independente da compatibilidade espacial que sugere que os sons de aproximação podem apresentar um importante efeito não atencional.

Devido as diversas possibilidades de arranjos auditivos, é importante o desenvolvimento de estudos sobre o processamento de informações auditivas em movimento para verificar os efeitos apresentados nas diferentes apresentações. Como foi possível observar uma oposição nos resultados com este trabalho, seria então relevante desenvolver estudos que busquem explicar a transição de um estado (não atencional) para o outro (atencional) e a sua integração sensória motora.

Referências

- Andrade, A.L. (2007) *Construção de uma medida psicométrica para avaliar fenômenos vibroacústicos no interior de aeronaves* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. Retirado em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89737/245033.pdf?sequence=1>
- Bach, D. R., Neuhoff, J. G., Perrig, W., & Seifritz, E. (2009). Looming sounds as warning signals: The function of motion cues. *International Journal of Psychophysiology*, 74, 28–33. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2009.06.004
- Bitencourt, R. F. (2008). *Desempenho de métodos de avaliação do conforto acústico no interior de aeronaves* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. Retirado em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/91487>
- Fernandes, J. C. (2002). *Acústica e Ruídos*. Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo. Retirado de <https://temseguranca.com/wp-content/uploads/2015/06/AC%daSTICA-ERU%cdDOS-APOSTILA-1%ba-PARTE-Jo%e3o-Candido-Fernandes.pdf>
- Franconeri, S. L., & Simons, D. J. (2003). Moving and looming stimuli capture attention. *Perception Psychophysics*, 65(7), 999-1010. DOI: 10.3758/BF03194829
- Franconeri, S. L., Hollingworth, A., & Simons, D. J. (2005). Do new objects capture attention? *Psychological science*, 16(4), 275-281. DOI: 10.1080/13506280600926695
- Guski, R. (1992). Acoustic tau: An easy analogue to visual tau? *Ecological Psychology*, 4, 189–197. DOI: 10.1207/s15326969eco0403_4
- Glatz, C. & Chuang, L. L. (2019). The time course of auditory looming cues in redirecting visuospatial attention. *Scientific Reports*. DOI: 10.1038/s41598-018-36033-8
- Hall, D. A., & Moore, D. R. (2003). Auditory Neuroscience: The Saliency of Looming Sounds. *Current Biology*, 13, 91-93. DOI: 10.1016/S0960-9822(03)00034-4
- Lewis, J. E., & Neider, M. B. (2015). Fixation Not Required: Characterizing Oculomotor Attention. *Atten Percept Psychophys*, 77, 2247–2259. DOI: 10.1073/pnas.1813465116
- Matlin, M.W. (2004). *Psicologia Cognitiva*. Rio de Janeiro: LTC.
- Moher, J., Sit, J., & Song, J. (2015). Goal-directed action is automatically biased towards looming motion. *Vision Research*, 113, 188–197. DOI: 10.1016/j.visres.2014.08.005
- Morris, C. G., & Maisto, A. A. (2004). *Introdução à Psicologia*. São Paulo: Prentice Hall.
- Myers, D. G., & Dewall, C. N. (2017). *Psicologia*. Rio de Janeiro: LTC.
- Náñez, J. (1988). Perception of impending collision in 3 to 6-week-old human infants. *Infant Behavior and Development*, 11(4), 447-463. DOI: 10.1016/0163-6383(88)90005-7

- Neuhoff, J. G. (2016). Looming sounds are perceived as faster than receding sounds. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 1-15. DOI: 10.1186/s41235-016-0017-4
- Neuhoff, J. G. (2018). *Spatial Biases in Perception and Cognition*. Arizona State University and Grand Canyon University. Em T. L. Hubbard (Ed.), *Adaptive Biases in Visual and Auditory Looming Perception*, 180-190.
- Paiva, A. C. de S. P. (2017). *Perceptivo-motor em tarefas psicoacústicas de estruturação rítmica: efeitos da experiência musical* (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista. Retirado em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/149953>
- Popper, A. N., & Fay, R. R. (1997). Evolution of the ear and hearing: Issues and questions. *Brain Behavior and Evolution*, 50(4), 213–221. DOI: 10.1159/000113335
- Posner, M. I., Snyder, C. R. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the Detection of Signals. *Journal of Experimental Psychology*, 109, 160-174. DOI: 10.1037/0096-3445.109.2.160
- Rash, C. E., Russo, M. B., Letowski, T. R. & Schmeisser, E. T. (2009). *Helmet-mounted displays: Sensation, perception and cognition issues*. U.S. Army Aeromedical Research Laboratory. ISBN 978-0-615-28375-3. Retirado de <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a522022.pdf>
- Riskind, J. H., Kleiman, E. M., Seifritz, E., & Neuhoff, J. (2014). Influence of anxiety, depression and looming cognitive style on auditory looming perception. *Journal of Anxiety Disorders*, 28(2014), 45-50. DOI: 10.1016/j.janxdis.2013.11.005
- Rodrigues, F. V. (2010). Fisiologia Sensorial. *Revista da Biologia*, 5.
- Rossini, J. (2014): Looming motion and visual attention. *Psychology and Neuroscience*, 7(3), 425-431. DOI: 10.3922/j.psns.2014.042
- Rui, L. R., & Steffani, M. H. (2006). Um Recurso Didático Para Ensino De Física, Biologia E Música. *Experiência em Ensino de Ciências*, 1(2), 36-49. Retirado de http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID23/pdf/2006_1_2_23.pdf
- Rui, L. R., & Steffani, M. H. (2007). *Física: som e audição humana*. XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Retirado de <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/30450/000675255.pdf>
- Schiffman, H. R. (2005). *Sensação e percepção*. Rio de Janeiro: LTC.
- Schiffman, L. G. & Kanuk L. L. (2000). *Comportamento do Consumidor*. Rio de Janeiro: LTC.
- Seifritz, E., Neuhoff, J. G., Bilecen, D., Scheffler, K., Mustovic, H., Schächinger, H. & Di Salle, F. (2002). Neural Processing of Auditory Looming in the Human Brain. *Current Biology*, 12, 2147–2151. DOI: 10.1016/S0960-9822(02)01356-8
- Skarratt, P. A., Cole, G. G., & Gellatly, A. R. H. (2009). Prioritization of looming and receding objects: Equal slopes, different intercepts. *Attention, Perception Psychophysics*, 71, 964-970. DOI: 10.3758/APP.71.4.964

- Skarratt, P.; Gellatly, A.; Cole, G.; Pilling, M. & Hulleman, J. (2014): Looming Motion Primes the Visuomotor System. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(2), 566-579. DOI: 10.1037/a0034456
- Stanislaw, H. & Todorov, N. (1999): Calculation of signal detection theory measures. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 31(1), 137-149. DOI: 10.3758/BF03207704
- Stevens, S. S. (1970): Neural Events and the Psychophysical Law. *Science*, 170(3962), 1043-1050. DOI: 10.1126/science.170.3962.1043
- von Mühlenen, A., & Lleras, A. (2007). No-onset looming motion guides spatial attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33(6), 1297. DOI: 10.1037/0096-1523.33.6.1297
- Vörlander, M. (2007) *Auralization*. Springer: Berlin, Germany.
- Wilkie, S. (2015). *The Effect of Audio Cues and Sound Source Stimuli on Looming Perception* (Tese de Doutorado). School of Electronic Engineering and Computer Science Queen Mary, University of London. Retirado de <https://c4dm.eecs.qmul.ac.uk/papers/2015/Wilkie-2015-thesis.pdf>