

Túlio Fischer Ventura
Mestrado Acadêmico em Psicologia na linha de Processos Cognitivos
Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia
(PPGPSI)

O papel da retrodica e da profundidade na memória operacional visual

Uberlândia

2026

Túlio Fischer Ventura

Mestrado Acadêmico em Psicologia na linha de Processos Cognitivos

Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia
(PPGPSI)

O papel da retrodica e da profundidade na memória operacional visual

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para a conclusão do Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Psicologia (PPGPSI/UFU).

Uberlândia

2026

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

V468 Ventura, Túlio Fischer, 2000-
2026 O papel da retrodica e da profundidade na memória operacional
visual [recurso eletrônico] / Túlio Fischer Ventura. - 2026.

Orientador: Joaquim Carlos Rossini.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Psicologia.
Modo de acesso: Internet.
DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2026.641>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Psicologia. I. Rossini, Joaquim Carlos, 1975-, (Orient.). II.
Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Psicologia.
III. Título.

CDU: 159.9

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Psicologia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico/ número 510, PPGPSI				
Data:	Quatro de setembro de dois mil e vinte e seis	Hora de início:	15:00	Hora de encerramento:	17:30
Matrícula do Discente:	12422PSI029				
Nome do Discente:	Túlio Fischer Ventura				
Título do Trabalho:	O papel da retrodica e da profundidade na memória operacional visual				
Área de concentração:	Psicologia				
Linha de pesquisa:	Processos Cognitivos				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Atenção baseada no espaço e no objeto na memória operacional				

Reuniu-se de forma remota, via web conferência, junto a Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Psicologia, assim composta: Professore(a)s Doutore(a)s: Cesar Alexis Galera - USP/RP; Jeanny Joana Rodrigues Alves de Santana - IP/UFU; Joaquim Carlos Rossini, orientador(a) do(a) candidato(a). Ressalta-se que todos membros da banca participaram por web conferência, sendo que o(a) Prof.^(a) Dr.^(a) Cesar Alexis Galera participou da cidade de Ribeirão Preto, o(a) Prof.^(a) Dr.^(a) Jeanny Joana Rodrigues Alves de Santana, o(a) Prof.^(a) Dr.^(a) Joaquim Carlos Rossini e o(a) discente Túlio Fischer Ventura participaram da cidade de Uberlândia - MG, em conformidade com a Portaria nº 36, de 19 de março de 2020.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr.^(a) Joaquim Carlos Rossini, apresentou a comissão examinadora e o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público e concedeu ao(à) discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do(a) 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):

Aprovado.

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, Membro de Comissão**, em 04/09/2026, às 17:25, 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 **Jeanny Joana Rodrigues Alves de Santana, Membro de Comissão**, em 04/09/2026, às 17:26, 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 **Cesar Alexis Galera, Usuário Externo**, em 04/09/2026, às 18:07, 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 **7672108** e o código CRC **72422022**.

Resumo

A memória operacional visual (MOV) tem sido majoritariamente estudada com estímulos bidimensionais, negligenciando a natureza tridimensional do ambiente visual. Este estudo investigou o papel da profundidade estereoscópica (anáglifos) e da retrodica sobre o desempenho em MOV, por meio de dois experimentos complementares ($N=25$ cada), com ideogramas e polígonos irregulares como estímulos. No Experimento 1, a profundidade foi aplicada aos estímulos-alvo; no Experimento 2, exclusivamente à retrodica, com os estímulos permanecendo bidimensionais. Acurácia, tempo de reação, sensibilidade (d') e critério (c) foram analisados por ANOVA de medidas repetidas. No Experimento 1, a profundidade nos estímulos beneficiou a acurácia simetricamente, à frente e atrás do plano de referência, e aumentou a sensibilidade discriminativa de forma mais pronunciada quando a disparidade era cruzada; a condição bidimensional produziu o pior desempenho em ambas as medidas. No Experimento 2, o benefício da retrodica válida generalizou-se à acurácia, ao tempo de reação, à sensibilidade e ao critério; a profundidade aplicada à própria retrodica acelerou especificamente o tempo de reação — mais lento justamente na condição inteiramente bidimensional —, sem afetar de modo significativo a acurácia ou a sensibilidade. Os achados sugerem que a profundidade desempenha funções distintas conforme o ponto da cadeia cognitiva em que é introduzida: como propriedade do objeto, enriquece e individua o traço mnemônico; como propriedade da dica, amplifica a saliência atencional da seleção — contribuindo com uma resposta dependente de contexto para o debate entre memória baseada no objeto e no espaço.

Palavras-chave: memória operacional visual; retrodica; profundidade estereoscópica; Teoria de Detecção do Sinal; individuação de objetos.

Abstract

Visual working memory (VWM) has been predominantly studied using two-dimensional stimuli, overlooking the three-dimensional nature of the visual environment. This study investigated the role of stereoscopic depth (anaglyphs) and of the retro-cue on VWM performance, across two complementary experiments ($N=25$ each), using ideograms and irregular polygons as stimuli. In Experiment 1, depth was applied to the stimuli themselves; in Experiment 2, exclusively to the retro-cue, with the stimuli remaining two-dimensional. Accuracy, reaction time, sensitivity (d'), and criterion (c) were analyzed through repeated-measures ANOVA. In Experiment 1, depth in the stimuli benefited accuracy symmetrically, both in front of and behind the reference plane, and increased discriminative sensitivity more markedly when disparity was crossed; the two-dimensional condition produced the poorest performance on both measures. In Experiment 2, the benefit of the valid retro-cue generalized to accuracy, reaction time, sensitivity, and criterion; depth applied to the retro-cue itself specifically sped up reaction time — slowest precisely in the fully two-dimensional condition —, without reliably affecting accuracy or sensitivity. These findings suggest that depth serves distinct functions depending on the point in the cognitive chain at which it is introduced: as an object property, it enriches and individuates the memory trace; as a cue property, it amplifies the attentional salience of selection — contributing a context-dependent answer to the object-based versus space-based memory debate.

Keywords: visual working memory; retro-cue; stereoscopic depth; signal detection theory; object individuation.

1. Introdução.....	9
2. Método.....	25
2.1. Experimento 1.....	25
2.1.1. Participantes.....	25
2.1.2. Material e Equipamento.....	27
2.1.3. Procedimento.....	30
2.1.4. Análise de Dados.....	34
2.2. Experimento 2.....	35
2.2.1. Participantes.....	35
2.2.2. Material e Equipamento.....	35
2.2.3. Procedimento.....	36
2.2.4. Análise de Dados.....	36
3. Resultados.....	37
3.1. Experimento 1.....	37
3.1.1. Acurácia.....	37
3.1.2. Tempo de Reação.....	39
3.1.3. Sensibilidade (d').....	41
3.1.4. Critério (c).....	43
3.2. Experimento 2.....	45
3.2.1. Acurácia.....	45
3.2.2. Tempo de Reação.....	49
3.2.3. Sensibilidade (d').....	52
3.2.4. Critério (c).....	54
4. Discussão.....	56
4.1. Balanço das hipóteses.....	56
4.2. Profundidade como propriedade do estímulo (Experimento 1).....	59
4.3. Profundidade como propriedade da retrodica (Experimento 2).....	64
4.4. Ideogramas vs. polígonos — complexidade e recodificação verbal.....	69
4.5. O debate objeto vs. espaço à luz dos dois experimentos.....	73
4.6. Limitações.....	76
4.7. Implicações e direções futuras.....	80
5. Conclusão.....	83
6. Referências.....	84
7. Apêndices.....	91
Apêndice A: Ideogramas utilizados.....	91
Apêndice B: Polígonos utilizados.....	92

1. Introdução

A memória operacional constitui um dos sistemas cognitivos mais amplamente investigados na Psicologia, em razão de sua função central na retenção e manipulação temporária de informações durante a execução de tarefas cognitivas complexas. Mais do que um simples depósito de caráter transitório, ela representa uma interface ativa entre a percepção, a atenção e os processos de pensamento de ordem superior, sendo sua capacidade e eficiência preditoras de desempenho em uma vasta gama de domínios cognitivos (Baddeley, 2003; Baddeley et al., 2020).

O modelo multicomponente proposto por Baddeley e Hitch (1974) e amplamente desenvolvido nas décadas subsequentes oferece um dos enquadramentos teóricos mais influentes para a compreensão desse sistema. Em sua formulação contemporânea (Baddeley et al., 2020), a memória operacional é composta por um executivo central — responsável pela coordenação da atenção e pelo controle dos processos cognitivos — e por subsistemas especializados no armazenamento temporário de informações em modalidades específicas. Entre esses subsistemas, destaca-se o esboço visuoespacial (*visuospatial sketchpad*), dedicado à retenção e manipulação de informações visuais e espaciais, e a alça fonológica (*phonological loop*), voltada ao processamento e à manutenção de informações de natureza verbal e fonológica. Um quarto componente, o *buffer* episódico, foi acrescentado ao modelo para dar conta da integração multimodal de informações e de sua interface com a memória de longo prazo. Essa arquitetura multicomponente é bastante relevante porque implica que o desempenho em tarefas de memória operacional visual pode ser modulado não apenas pelo esboço visuoespacial, mas também por interações com os demais subsistemas — especialmente a alça fonológica, cuja participação em tarefas visuais será explorada posteriormente.

A distinção entre esses subsistemas tem implicações diretas para o estudo da memória operacional visual (MOV), cujo recorte se delimita à codificação, retenção e recuperação de estímulos visuais em tarefas de curta duração (Schurgin, 2018). Antes de investigar a MOV propriamente dita, todavia, faz-se necessário diferenciá-la de registros sensoriais iniciais: conforme a clássica distinção de Phillips (1974), existe uma separação funcional clara entre a memória icônica — um *buffer* sensorial de alta capacidade, porém volátil e suscetível a mascaramento — e a memória operacional, que sustenta representações mais robustas e disponíveis para o processamento subsequente. É justamente sobre esse segundo nível que o presente trabalho se debruça.

Historicamente, a MOV foi concebida na literatura como um sistema rígido de capacidade fixa. Essa visão, consolidada pela hipótese dos *slots* de Luck e Vogel (1997) e corroborada pelas estimativas de foco atencional de Cowan (2010), sugeria um armazenamento simultâneo limitado a três ou quatro itens discretos. Embora esse fenômeno seja robusto e replicável, a descoberta de nuances importantes motivou o desenvolvimento de modelos alternativos. Zhang e Luck (2008) propuseram um modelo de resolução fixa por *slot*, segundo o qual cada item é retido com um nível de precisão constante independentemente de sua simplicidade — o que explicaria o motivo pelo qual a memória não apresenta ganho proporcional de fidedignidade com estímulos mais simples. Em contrapartida, Bays et al. (2009) demonstraram que a precisão da MOV é determinada pela alocação de um recurso cognitivo compartilhado e finito: quanto mais itens competem por esse recurso, menor a precisão de cada representação individual, e mais frequentes os chamados "erros de troca" — situações em que características de um item são incorretamente atribuídas a outro. Essa perspectiva foi corroborada por Alvarez e Cavanagh (2004), que demonstraram que a capacidade efetiva da MOV não depende apenas do número de itens, mas de sua carga

informativa — indicando um possível *trade-off* dinâmico no qual as características intrínsecas dos estímulos modulam a amplitude do sistema (Fallon et al., 2016).

A descoberta de que a capacidade da MOV varia em função da complexidade informativa dos objetos representou um avanço teórico significativo. Alvarez e Cavanagh (2004) demonstraram que objetos de alta complexidade visual ocupam mais recursos na MOV do que objetos simples, mesmo quando o número de itens é mantido constante — evidência de que a unidade relevante de análise não é o item em si, mas a densidade e a configuração de seus elementos constitutivos. Estudos posteriores confirmaram que características como conectividade, dimensionalidade e organização estrutural dos estímulos influenciam de maneira sistemática a eficiência de codificação e recuperação na MOV (Fallon et al., 2016; He et al., 2022). Nesse sentido, a interferência entre representações armazenadas não depende apenas de quantos itens estão presentes, mas de quão similares e próximas são suas configurações — fenômeno que modelos computacionais recentes atribuem ao *crosstalk* neural entre representações espacialmente adjacentes (Sengupta, 2025). Essa perspectiva sugere que parte das limitações da MOV pode refletir não apenas restrições de capacidade, mas consequências da própria arquitetura neural do sistema.

Nesse contexto, a escolha dos estímulos utilizados em tarefas de MOV não é neutra: diferentes categorias de estímulos visuais podem impor demandas distintas ao sistema, não apenas em função de sua complexidade estrutural objetiva, mas também em função de sua suscetibilidade a estratégias de codificação auxiliares. Uma dessas estratégias é a chamada recodificação verbal — processo pelo qual informações visuais são traduzidas em representações verbais ou fonológicas e armazenadas, ao menos parcialmente, na alça fonológica (Baddeley et al., 2020). Brandimonte et al. (1992) demonstraram que a supressão articulatória — técnica que ocupa a alça fonológica e impede a recodificação verbal — prejudica especificamente a memória para estímulos visuais que os participantes tendiam a

nomear espontaneamente, mas não afeta estímulos para os quais a nomeação é difícil ou improvável. Esse resultado sugere que a colaboração entre o esboço visuoespacial e a alça fonológica é um recurso estratégico disponível ao sistema cognitivo, e que a extensão desse recrutamento depende das características formais dos estímulos a serem percebidos.

No presente estudo, foram utilizados dois tipos de estímulos visuais sem significado semântico convencional para a população brasileira: ideogramas e polígonos irregulares. Embora ambas as categorias careçam de significado semântico estabelecido para os participantes, elas diferem potencialmente em sua complexidade configuracional e também em sua suscetibilidade à recodificação verbal. Ideogramas, por sua semelhança formal com sistemas de escrita — mesmo quando provenientes de sistemas desconhecidos para os participantes —, podem evocar processos de nomeação espontânea com maior frequência do que polígonos irregulares de geometria abstrata, recrutando a alça fonológica como suporte mnemônico adicional (Baddeley et al., 2020; Brandimonte et al., 1992). Alternativamente, as diferenças entre as duas categorias podem refletir distinções de complexidade configuracional objetiva — conforme as contribuições de Alvarez e Cavanagh (2004) —, independentemente de qualquer processo de nomeação. Ambas as possibilidades são teoricamente sustentadas pela literatura e serão retomadas à luz dos resultados obtidos pelo presente estudo.

Subjacente a essas questões sobre complexidade e estratégias de codificação, encontra-se um debate mais amplo que historicamente atravessa a literatura sobre MOV: o sistema prioriza a codificação baseada nas *características do objeto* (cor, forma, textura) ou na *localização espacial* em que ele se encontra? Shen et al. (2013) salientaram a robustez da codificação baseada no objeto, argumentando que o agrupamento perceptual de características ao redor de um mesmo item constitui a unidade fundamental de armazenamento na MOV. Bleckley et al. (2015), por sua vez, questionaram essa robustez, demonstrando que diferenças individuais na capacidade de memória operacional se associam a preferências distintas de

alocação atencional — baseada no objeto ou no espaço —, o que sugere que a primazia de um ou outro sistema depende, ao menos em parte, de variáveis individuais e contextuais. Galera et al. (2016) estenderam esse debate ao contexto brasileiro, investigando a recuperação de informações visuais baseada em localização versus características dos objetos e evidenciando a sensibilidade desse sistema às propriedades específicas da tarefa. A relevância desse debate para o presente estudo reside no fato de que a profundidade estereoscópica é, por definição, uma propriedade espacial — e a pergunta sobre se ela beneficia ou prejudica a memória para objetos é, em última instância, uma instância particular da tensão entre memória de objeto e memória de espaço.

A genealogia desse debate remonta ao conceito de arquivo de objeto (*object file*) proposto por Kahneman et al. (1992), que descreve representações episódicas temporárias — distintas das representações armazenadas na memória de longo prazo — dentro das quais informações sucessivas sobre um mesmo objeto são vinculadas e integradas. No modelo original, cada arquivo é endereçado primariamente pela localização espaçotemporal do objeto, e não por suas propriedades ou rótulo semântico: o sistema perceptual mantém a identidade e a continuidade de um objeto através de deslocamentos, oclusões e transformações precisamente porque a representação episódica preserva o vínculo entre estados sucessivos do mesmo referente espacial. Esse enquadramento implica que a unidade fundamental de armazenamento na MOV não é a característica isolada, mas o conjunto de informações atribuído a um objeto individuado — e que a eficácia com que um item pode ser recuperado depende, em parte, de quão claramente o sistema consegue o individuar em relação aos demais elementos do arranjo perceptual.

Evidência recente sugere que esse processo de individuação opera de forma adaptativa e econômica: B. Liu et al. (2026) demonstraram que a memória operacional visual recorre ao mínimo de estrutura espacial necessária para separar e selecionar representações individuais

— fenômeno que os autores denominam andaime espacial esparso (*sparse spatial scaffolding*). Por meio de vieses no comportamento ocular durante a seleção mnemônica, os autores mostraram que a distância entre itens é incorporada ao andaime espacial apenas quando a direção não é suficiente para individuar os itens; quando a direção já cumpre essa função, a distância é abstraída. Esse princípio de parcimônia espacial é relevante para o presente estudo: ele sugere que a profundidade estereoscópica pode ser incorporada ao andaime mnemônico quando fornece informação de individuação que as coordenadas planares não conseguem prover, mas descartada quando as coordenadas planares já são suficientes para esse propósito — questão que os dois experimentos conduzidos permitem examinar empiricamente.

A validade ecológica dessa questão, contudo, depende de um pressuposto que a literatura de MOV tem sistematicamente negligenciado: o de que o ambiente visual humano é essencialmente tridimensional. Apesar dos avanços na compreensão da MOV, uma lacuna persistente é identificada na literatura: a predominância de estudos que utilizam estímulos bidimensionais planos, ignorando a natureza intrinsecamente volumétrica do ambiente visual humano (Reeves & Qian, 2021). O mundo real é tridimensional e o sistema visual dispõe de múltiplos mecanismos para extrair informações ambientais de profundidade — incluindo a disparidade binocular (estereopsia), a paralaxe de movimento, a perspectiva linear e a oclusão. A questão de como essas informações "espaciais" são retidas e recuperadas pela MOV permanece comparativamente pouco investigada, e os dados disponíveis revelam um quadro paradoxal: enquanto a percepção de profundidade estereoscópica é imediata, precisa e confiável, a capacidade de manter essa informação temporariamente ativa na memória operacional demonstra ser bastante limitada, imprecisa e atravessada por vieses sistemáticos (Reeves & Qian, 2021).

A natureza dessas imprecisões foi detalhada por Zhang et al. (2021), que identificaram dois tipos de erro sistemático na memória para profundidade: o viés de superestimação — pelo qual itens são lembrados como estando mais distantes do que genuinamente foram apresentados — e o viés de contração — pelo qual itens próximos e distantes são recordados como mais próximos da média perceptual dos demais itens. Ambos os vieses se intensificam com o aumento da carga de memória, sugerindo que as limitações da MOV para profundidade não são fixas, mas dependentes da demanda cognitiva imposta pela tarefa. Essa perda de qualidade da representação também é agravada pela passagem temporal: Nemes et al. (2024) demonstraram que a memória para disparidade binocular absoluta sofre deterioração significativa em função do intervalo de retenção, promovendo a substituição progressiva da representação original por uma representação estatística enviesada pela média dos estímulos visualizados — fenômeno representado pelo conceito de "média de conjunto" (*ensemble statistics*), previamente documentado por Brady e Alvarez (2011) e Zhang e Qian (2022).

Paralelamente às investigações sobre a precisão da memória para profundidade, uma linha complementar de pesquisa examinou se a própria presença de profundidade como dimensão organizacional do ambiente visual beneficia o desempenho geral na MOV — independentemente de o valor métrico ser ou não retido com precisão. Xu e Nakayama (2007) demonstraram que a capacidade da MOV para características como cor aumenta quando os itens a serem memorizados estão distribuídos em diferentes planos de profundidade, em comparação com itens apresentados no mesmo plano bidimensional. Os autores interpretaram esse resultado como evidência de que a separação de profundidade reduz a interferência mútua entre representações — ao distribuir os itens ao longo de uma dimensão espacial adicional, o sistema consegue individuá-los com maior eficiência. Esse efeito foi posteriormente replicado em paradigmas de realidade virtual (Chunharas et al., 2019),

sugerindo que a profundidade funciona como um organizador espacial que amplia a capacidade efetiva da MOV ao reduzir a competição entre representações coplanares.

Esse benefício tende a ser mais pronunciado sob condições de maior demanda cognitiva: Sarno e Neider (2022) demonstraram que a profundidade estereoscópica favorece o desempenho especificamente em tarefas que impõem maior carga executiva, evidência convergente com a hipótese de que a profundidade reduz o custo de processamento precisamente quando a interferência entre representações é mais intensa. Essa perspectiva é convergente com o modelo de interferência neural de Sengupta (2025), segundo o qual representações espacialmente próximas são mais suscetíveis a *crosstalk* entre itens adjacentes — princípio que, por extensão, se aplica ao caso de estímulos coplanares no eixo de profundidade, embora o modelo original tenha sido desenvolvido para coordenadas espaciais planares. Cabe notar que, nos estudos originais de Xu e Nakayama (2007) e Chunharas et al. (2019), o benefício decorreu da distribuição dos itens por planos *distintos entre si*. No presente estudo, a manipulação de profundidade opera de forma diferente: todos os estímulos de um dado arranjo são coplanares entre si, sendo o arranjo inteiro deslocado em relação ao plano do monitor. Essa diferença de delineamento delimita o alcance da comparação com a literatura e será retomada na discussão.

Esse conjunto de evidências aponta para uma assimetria fundamental na forma como o sistema visual retém informações de profundidade. A profundidade *métrica* — os valores absolutos de distância de um objeto em relação ao observador — demonstra-se frágil, imprecisa e sujeita ao decaimento temporal e aos vieses de contração e superestimação descritos acima (Nemes et al., 2024; Qian & Zhang, 2019; Zhang et al., 2021). Em contraste, a profundidade *relativa* — a ordenação espacial entre objetos, isto é, "qual está à frente de qual" — revela-se mais robusta e resistente à interferência (Qian et al., 2020; Zhang & Qian, 2022). Essa dissociação sugere que o sistema visual não trata todas as informações espaciais

de forma equivalente: a ordenação relativa entre objetos parece ter prioridade funcional sobre os valores absolutos de distância, possivelmente porque preservar a estrutura relacional do ambiente tem maior relevância evolutiva e adaptativa do que armazenar distâncias métricas precisas. Tal assimetria é consistente com a hipótese de que os vieses documentados na literatura não constituem necessariamente falhas de um sistema frágil, mas podem refletir escolhas computacionais parcimoniosas — análogas ao fenômeno da percepção de conjunto (*ensemble perception*), pelo qual o sistema visual extrai representações estatísticas resumidas de arranjos de estímulos com notável eficiência cognitiva (Whitney & Yamanashi Leib, 2018), priorizando estruturas relacionais funcionalmente relevantes em detrimento de métricas absolutas de menor utilidade adaptativa e ambiental.

Esse quadro de assimetria entre profundidade relativa e profundidade métrica é qualificado por um terceiro fenômeno: a chamada *cegueira à profundidade* (*depth blindness*), descrita por Fang et al. (2023). Em paradigmas de detecção de mudança, os autores demonstraram que a atenção é altamente eficaz para selecionar itens com base em sua localização bidimensional, pouco eficaz para selecionar com base em ordem de profundidade relativa, e praticamente ineficaz para selecionar com base em profundidade métrica absoluta. Esse padrão hierárquico sugere que a estereopsia não é processada automaticamente pela MOV de forma equivalente às dimensões planares, dependendo de uma alocação explícita de recursos atencionais para se tornar uma característica representada e recuperável.

Complementarmente, Wang et al. (2021) identificaram que, em exibições homogêneas, a atenção tende a se alocar passivamente nas "bordas" do volume de profundidade — com os itens mais próximos e mais distantes do observador recebendo processamento preferencial —, mas se redistribui para o centro do volume quando os itens são heterogeneizados. Tomados em conjunto, esses achados indicam que o sistema visual opera com maior resolução atencional "nativa" para as coordenadas planares do que para o eixo de

profundidade: quando pressionado a recuperar um item pelo valor métrico de sua profundidade, tende a recorrer a estratégias categoriais — frente ou trás — que preservam a estrutura relacional de forma mais robusta (Li et al., 2021). É precisamente esse déficit de resolução atencional espontânea que a retrodica pode, em princípio, contornar — ao direcionar explicitamente os recursos do sistema para o plano de profundidade específico do estímulo-alvo.

Diante das limitações inerentes à capacidade da MOV e da particular fragilidade da representação de profundidade, a literatura passou a investigar estratégias capazes de otimizar o desempenho da memória em tarefas visuais. Nesse contexto, a dica retroativa (*retro-cue*, ou retrodica) emergiu como um dos mecanismos mais estudados. A retrodica consiste em uma pista apresentada após o desaparecimento do arranjo de estímulos a ser memorizado e antes do teste de igualdade ou diferença dos estímulos-alvo, indicando ao participante qual dos itens retidos será efetivamente avaliado. Quando utilizado sob uma lógica de alta confiabilidade, o mecanismo da retrodica produz benefícios robustos e replicáveis tanto na acurácia quanto no tempo de reação (Gunseli et al., 2015).

Na literatura especializada, os benefícios da retrodica têm sido atribuídos a múltiplos mecanismos funcionalmente distintos, embora não mutuamente exclusivos. Souza e Oberauer (2016), em revisão sistemática de 13 anos de pesquisa sobre o efeito da retrodica, identificaram quatro mecanismos com suporte empírico consolidado: o fortalecimento atencional do item indicado (*attentional strengthening*), pelo qual a atenção direcionada ao item aumenta sua acessibilidade na MOV acima do nível obtido logo após a codificação; a remoção ativa dos itens não indicados (*removal*), que libera capacidade para o processamento do item priorizado; a antecipação do processo de recuperação antes da tomada de decisão (*retrieval head start*), que permite maior acúmulo de evidência mnemônica antes do

aparecimento do estímulo-alvo; e a proteção contra interferência perceptual introduzida pelo estímulo-alvo no momento do teste.

Evidência experimental recente permitiu testar diretamente a validade desses quatro mecanismos, ao dissociar, de forma ortogonal, a contribuição do tempo disponível para decaimento e da interferência perceptual presente no momento do teste (Hautekiet & Oberauer, 2026). Por meio de seis experimentos com materiais verbais e visuais, os autores demonstraram que o benefício comportamental da retrodica é observado quando ao menos uma dessas duas fontes de vulnerabilidade está presente, mas desaparece quando ambas são eliminadas ou minimizadas simultaneamente — padrão que sustenta a proteção contra o decaimento e a proteção contra a interferência perceptual como os mecanismos com maior poder explicativo para o benefício geral da retrodica. A remoção ativa e o fortalecimento atencional, isoladamente, não encontraram sustentação equivalente nesse delineamento, já que ambos prediriam um benefício mesmo na ausência completa dessas duas fontes de vulnerabilidade — previsão não confirmada pelos dados. Os próprios autores ressaltam, contudo, que o mecanismo de antecipação da recuperação (*retrieval head start*) permanece o candidato mais plausível para explicar especificamente os benefícios de tempo de reação associados à retrodica (Hautekiet & Oberauer, 2026) — achado diretamente relevante para a interpretação dos efeitos de TR do presente estudo, retomada na seção 4.2.

Na formulação original de Souza e Oberauer (2016), esses mecanismos produziriam previsões distintas para as medidas dependentes — o fortalecimento deveria manifestar-se principalmente na acurácia, o acesso antecipado no tempo de reação, e a remoção em custos para os itens não indicados —, ainda que, como visto acima, o suporte empírico mais recente para o fortalecimento e a remoção enquanto mecanismos comportamentais autônomos seja mais limitado do que o inicialmente postulado. A contribuição relativa de cada mecanismo, de todo modo, depende criticamente da validade da retrodica. A magnitude desse benefício,

contudo, não é uniforme entre condições: ela é modulada pelo grau em que as representações armazenadas são individuáveis entre si — questão que a manipulação de profundidade do presente estudo permite examinar diretamente e que é desenvolvida na discussão. Quando os itens armazenados compartilham pistas de recuperação similares — por exemplo, por estarem todos no mesmo plano perceptual sem qualquer separação espacial adicional —, o processo de remoção seletiva descrito por Q. Liu et al. (2024) pode operar com menor precisão, potencialmente introduzindo interferência em vez de resolvê-la (Souza & Oberauer, 2016). Essa condição de individuação limítrofe é precisamente o que a condição controle do Experimento 1 permite examinar.

Evidência eletrofisiológica recente permitiu precisar as condições em que cada mecanismo é recrutado. Fu et al. (2022), por meio de EEG com componentes de atividade de atraso contralateral (CDA) e potência alfa lateralizada, demonstraram que sob alta validade (80%), a retrodica promove não apenas o redirecionamento atencional para o item indicado, mas também a remoção ativa dos itens não indicados da MOV; sob baixa validade (20%), o redirecionamento atencional ocorreu de forma equivalente, mas os itens não indicados foram mantidos em armazenamento. Esses resultados confirmam que é a expectativa de validade — e não a presença da dica em si — que determina se o mecanismo de remoção é recrutado. Cabe notar que remoção não implica necessariamente apagamento irreversível: R. Guo et al. (2024) demonstraram, por meio de paradigma de dupla retrodica e CDA, que itens não indicados são deslocados para um estado passivo — mantidos por alterações sinápticas sem atividade neural contínua — e podem ser reativados quando uma segunda dica os seleciona. Sob 100% de validade (como ocorre no presente estudo), Q. Liu et al. (2024) confirmaram, via componentes N2pc e CDA, que os itens não indicados são ativamente descartados da MOV de forma tudo ou nada, e não meramente despriorizados.

Esses mecanismos ganham relevância específica quando a tarefa de MOV envolve estímulos ou dicas em profundidade estereoscópica. Se alterações na dimensão de profundidade tendem a ser ignoradas quando a atenção não é explicitamente guiada para esse eixo, então uma retrodica capaz de direcionar a atenção para o plano de profundidade específico do estímulo-alvo deveria, em princípio, contornar essa limitação — tornando a informação de profundidade acessível à MOV de forma que não ocorreria espontaneamente. Li et al. (2021) ofereceram evidências iniciais nessa direção, demonstrando que a seleção atencional via retrodica melhora a memória para profundidade em um paradigma de retroindicação. Esse benefício, contudo, pode ser modulado pela relação entre o plano de profundidade da retrodica e o plano no qual os estímulos foram codificados. No presente estudo, essa relação foi sistematicamente manipulada: no Experimento 1, os estímulos foram apresentados em profundidade enquanto a retrodica permanecia sempre bidimensional; no Experimento 2, os estímulos permaneceram bidimensionais enquanto a retrodica foi apresentada em profundidade. Essa manipulação permitiu investigar se a tridimensionalidade — como propriedade do objeto memorizado ou como propriedade da dica atencional — modula de forma distinta o desempenho na MOV, e se a presença ou ausência de profundidade em cada elemento da tarefa produz padrões assimétricos de benefício e custo.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo investigar de que maneira a profundidade estereoscópica — manipulada por meio de anáglifos 3D — impacta o desempenho em uma tarefa de MOV com estímulos de provável baixa familiaridade semântica para a população brasileira (polígonos irregulares e ideogramas), especialmente em interação com o mecanismo da retrodica. Para tanto, foram conduzidos dois experimentos com delineamentos complementares: no Experimento 1, a profundidade foi aplicada aos próprios estímulos a serem memorizados; no Experimento 2, a profundidade foi aplicada à retrodica, mantendo os estímulos-alvo no plano bidimensional.

As medidas dependentes foram a acurácia, o tempo de reação e os parâmetros da Teoria de Detecção do Sinal (*TDS*) — sensibilidade (d') e critério (c). O uso da *TDS* foi motivado pela necessidade de dissociar dois processos que a acurácia bruta é incapaz de separar: a sensibilidade perceptual ao sinal, que reflete a qualidade do traço de memória, e o viés de resposta, que reflete a tendência do participante a responder "igual" ou "diferente" independentemente dessa qualidade (Hautus et al., 2021). Em tarefas de reconhecimento visual, diferenças de acurácia entre condições podem decorrer tanto de um traço mais robusto quanto de uma estratégia de resposta mais liberal — e apenas a *TDS* permite distinguir entre essas fontes de variância.

Conforme Anderson (2020b), a tarefa de decidir se um estímulo foi previamente experienciado é logicamente equivalente a um problema de detecção de sinal, no qual a familiaridade varia de forma contínua e o participante posiciona um critério interno para converter essa evidência em uma resposta binária. Pertzov et al. (2013) demonstraram a relevância empírica dessa dissociação em paradigmas de retrodica: o benefício da retrodica manifesta-se predominantemente na redução do decaimento representacional — e não em alterações de critério —, padrão que acurácia bruta não teria permitido identificar. Essa interpretação foi recentemente corroborada e substancialmente refinada por Hautekiet e Oberauer (2026), que, por meio de manipulação ortogonal do tempo de decaimento e da interferência perceptual no momento do teste, demonstraram que a proteção contra o decaimento representacional constitui um dos dois mecanismos com suporte causal robusto para o benefício da retrodica — ao lado da proteção contra a interferência perceptual introduzida pelo próprio estímulo-teste.

Operacionalmente, d' representa a distância normalizada entre as distribuições de sinal e ruído: valores mais altos indicam maior facilidade de discriminação entre estímulos antigos e novos, independentemente de qualquer tendência de resposta. O critério (c) quantifica o

posicionamento do participante em relação ao ponto de neutralidade decisória: valores negativos indicam tendência liberal (maior propensão a responder "igual" mesmo com evidência fraca), enquanto valores positivos indicam tendência conservadora (exigência de evidência mais intensa para a mesma resposta).

Com base na revisão da literatura apresentada, foram formuladas as seguintes hipóteses:

Para o Experimento 1 — profundidade aplicada aos estímulos:

No que diz respeito à acurácia, esperava-se que estímulos apresentados em profundidade (planos P+1 [Frente/3D] e P-1 [Trás/3D]) produzissem desempenho superior ao de estímulos bidimensionais (plano P-0 [Controle/2D]), em razão do enriquecimento do traço de memória proporcionado pela adição de uma dimensão espacial. Esperava-se, adicionalmente, que a retrodica válida ampliasse esse benefício de forma seletiva nos planos tridimensionais, dado que a priorização atencional deveria ser mais eficaz quando o traço de memória contém informação de profundidade codificada.

No que diz respeito ao tempo de reação, esperava-se que a retrodica válida produzisse reduções significativas em relação à retrodica neutra em todas as condições, com reduções mais pronunciadas nas condições em que os estímulos apresentavam profundidade — dado que a tridimensionalidade do traço de memória deveria facilitar a priorização atencional pela retrodica, mesmo que esta permanecesse bidimensional, ao fornecer uma âncora espacial adicional que torna as representações mais individuáveis (Li et al., 2021; Wang et al., 2021). Essa previsão é consistente com o princípio de andaime espacial esparso descrito por B. Liu et al. (2026): se a MOV incorpora dimensões espaciais adicionais apenas quando elas contribuem para a individuação das representações, então a profundidade estereoscópica deve produzir benefício precisamente nas condições em que as coordenadas planares são

insuficientes para separar os itens com clareza — condição que o plano P-0 do Experimento 1 representa de forma paradigmática.

No que diz respeito à sensibilidade (d'), esperava-se que estímulos tridimensionais produzissem maior discriminabilidade do que estímulos bidimensionais, refletindo traços de memória mais ricos e distintos. O critério (c), por sua vez, esperava-se que permanecesse estável entre as condições experimentais, de modo que os efeitos observados em acurácia e d' pudessem ser atribuídos a mudanças genuínas de sensibilidade, e não a alterações no viés de resposta dos participantes. Essa expectativa estende por analogia à profundidade do estímulo o princípio já estabelecido para a retrodica (Pertzov et al., 2013; Hautekiet & Oberauer, 2026): assim como a validade da dica modula a qualidade do traço de memória disponível no teste sem alterar a estratégia de resposta do participante, a profundidade estereoscópica constitui uma manipulação da riqueza representacional do próprio estímulo codificado, não uma alteração na regra de decisão adotada — de modo que seu efeito, a existir, deveria se restringir à sensibilidade discriminativa, preservando o critério de resposta.

Para o Experimento 2 — profundidade aplicada à retrodica:

As hipóteses do Experimento 2 partem do princípio de que diferentes propriedades perceptuais da retrodica moderam a velocidade e a magnitude da priorização atencional. Evidência direta para essa moderação vem de L. Guo et al. (2025), que demonstraram que retrodicas com maior saliência perceptual — como retrodicas de cor em comparação com retrodicas espaciais convencionais — produzem benefícios mais rápidos e robustos, precisamente porque sua identificação e conversão em priorização mnemônica exigem menos recursos e tempo de processamento.

Uma retrodica espacial apresentada em profundidade estereoscópica — mais saliente do que uma retrodica bidimensional convencional — deveria, portanto, produzir benefícios mais robustos tanto em acurácia quanto em TR. Esperava-se que: (a) a retrodica válida

produzisse benefício geral em acurácia, com vantagem adicional nas condições tridimensionais; (b) a condição inteiramente bidimensional produziu TR mais lento; e (c) o efeito da retrodica se manifestasse em d' , especialmente nas condições de retrodica tridimensional. Adicionalmente, dada a novidade da manipulação de profundidade aplicada à retrodica, o presente estudo também investigou, de forma exploratória e sem uma predição direcional específica, se o critério de resposta permaneceria estável entre as condições experimentais ou se, ao contrário do observado no Experimento 1, passaria a variar em função dos fatores manipulados.

2. Método

2.1. Experimento 1

2.1.1. Participantes

Vinte e cinco (25) adultos, dos sexos masculino e feminino, participaram do estudo. A amostra foi constituída da seguinte maneira: idade média de 24,96 anos ($DP = 6,99$); 18 participantes do sexo feminino (72%) e 7 participantes do sexo masculino (28%); destes, 23 participantes eram destros (92%) e 2 eram canhotos (8%).

A amostra em questão foi acessada por conveniência, tendo sido integralmente composta por discentes e/ou servidores da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), isto é, por indivíduos já frequentadores assíduos desse ambiente. O convite foi realizado direta ou indiretamente, tanto por divulgações do pesquisador responsável em conversas nos corredores da universidade quanto por meio de cartazes de divulgação da pesquisa afixados nas dependências dos campi da instituição (Campus Umuarama e Campus Santa Mônica).

Antes de iniciarem sua participação no experimento, pesquisador e participantes realizaram a leitura coletiva do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFU (CAAE: 14932618.3.0000.5152), em

consonância com as normas vigentes no Brasil sobre experimentos com humanos. Após adequadamente informados sobre a finalidade da pesquisa e de todos os seus direitos, todos os voluntários interessados confirmaram sua intenção de participação através da assinatura do TCLE.

O tamanho amostral de 25 participantes foi definido por conveniência, em consonância com estudos experimentais de delineamento similar na área de MOV (Fang et al., 2023; Li et al., 2021). A fim de verificar a adequação dessa amostra para os efeitos de interesse, foi conduzida uma análise de poder estatístico *post hoc* no software *G*Power* (versão 3.1.9.7), utilizando o modelo de ANOVA de medidas repetidas com fatores intrassujeitos. Adotou-se um tamanho de efeito de $f = 0,25$ (médio, conforme convenção de Cohen, 1988), correlação entre medidas repetidas de $r = 0,50$, $\alpha = 0,05$ e $N = 25$, com uma análise independente conduzida para cada fator principal do design. Para o fator "Plano" — considerado o efeito de maior relevância teórica para os objetivos do estudo, dado que possui três níveis (Trás, Controle e Frente) —, o poder estatístico obtido foi de 0,76 (76%). Para os fatores com dois níveis — "Retrodica" (Neutra e Válida), "Tipo de Resposta" (Igual e Diferente) e "Objeto" (Ideograma e Polígono) —, o poder obtido foi de 0,67 (67%) para cada um. Esses valores indicam poder estatístico moderado para a detecção de efeitos de tamanho médio, o que é consistente com os tamanhos de efeito reportados por estudos similares na literatura de MOV e profundidade (Fang et al., 2023; Qian & Zhang, 2019). Para efeitos de tamanho pequeno ($f < 0,10$), contudo, o poder observado é consideravelmente inferior, o que representa uma limitação relevante na detecção de efeitos sutis — aspecto posteriormente retomado durante a discussão.

2.1.2. Material e Equipamento

Para a montagem dos experimentos e a coleta de dados, foi utilizado um *desktop* localizado nas dependências do Laboratório de Fundamentos e Medidas (LabMeF), constituído pelos seguintes componentes: CPU, teclado, mouse e monitor. As especificações técnicas do computador (*Dell OptiPlex 7000*) são as seguintes: Processador *12th Gen Intel(R) Core(TM) i5-12500*, 3,00 GHz; 8,00 GB de Memória RAM; Sistema Operacional de 64 bits (x64); Windows 11 Pro, versão 22H2; teclado *Dell KB216 Wired Keyboard*; mouse *Dell MS116 USB Optical Mouse*; e monitor *Dell P2222H*.

Neste computador, foram utilizados os seguintes *softwares*, já previamente instalados e disponíveis na máquina, ou disponíveis online e com acesso gratuito na internet:

GeoGebra: programa online e gratuito utilizado para a construção de polígonos irregulares aleatórios, já que, diferentemente do caso dos ideogramas, não foi utilizada uma base de estímulos previamente existente. A fim de produzir estímulos de complexidade pareada ou potencialmente semelhante, foi adotado o critério de que os ideogramas deveriam possuir sempre 6 traços constitutivos, enquanto os polígonos irregulares teriam sempre 6 vértices constitutivos, distribuídos de forma randômica a fim de formar polígonos vazados aleatórios e distintos entre si. Ao todo, foram construídos 120 polígonos irregulares distintos, todos com 6 vértices e dimensões de 100×100 pixels, gerados de forma manual e individualizada no *GeoGebra*, com verificação visual de não repetição entre os estímulos.

Para os demais estímulos, foram selecionados 120 caracteres (ideogramas) provenientes do sistema de escrita do chinês simplificado [*Hanzi*], escolhidos com base no já referido critério de possuírem exatamente 6 traços constitutivos e dimensões compatíveis com os polígonos (100×100 pixels). A totalidade dos estímulos utilizados em ambos os experimentos encontra-se reproduzida nos Apêndices A e B, permitindo a verificação da adequação dos materiais e a eventual replicação do estudo.

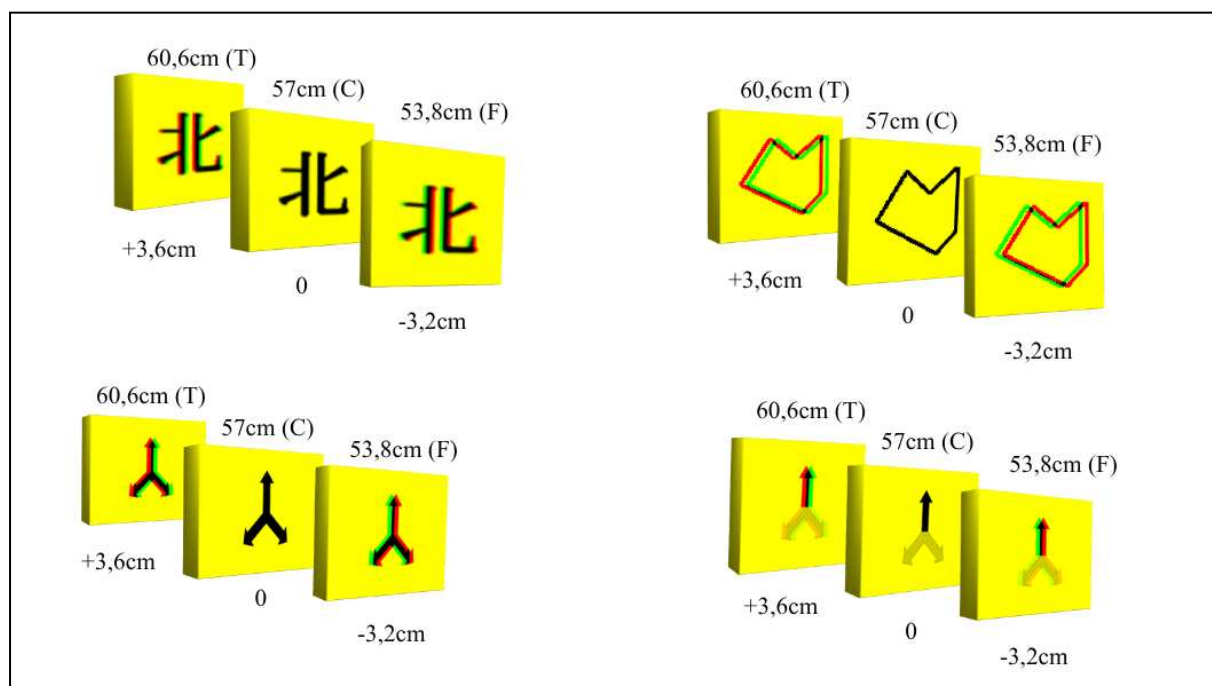
Microsoft Paint: programa utilizado para construir o ponto de fixação da atenção na cor preta (com o formato de uma cruz ["+"]) e torná-lo colorido, por meio de cores não filtradas pelas cores utilizadas nas lentes 3D, a fim de também utilizá-lo posteriormente como marcação de *feedback* para as respostas dos participantes. As cores escolhidas foram o turquesa [#00A2E8 / R = 0; G = 162; B = 232] (para informar um acerto) e o cinza claro [#C3C3C3 / R = 195; G = 195; B = 195] (para informar um erro). Também foi construída nesse software uma pré-retrodica vazada e as retrodicas preenchidas (parcial ou integralmente) no formato de setas pretas. O ponto de fixação e os *feedbacks* possuíam 100x100 *pixels* cada, enquanto as retrodicas possuíam 150x150 *pixels* cada.

AnaMaker 3D: programa utilizado para a manipulação e transformação de estímulos 2D em estímulos 3D, através da sobreposição de imagens bidimensionais e com o auxílio da filtragem monocular/unilateral das cores vermelho/magenta e verde (anáglifos) por parte das lentes 3D utilizadas pelos participantes. No *Experimento 1*, a profundidade foi aplicada aos estímulos a serem memorizados (polígonos/ideogramas). Todo estímulo com profundidade/tridimensionalidade teve uma aplicação de 15 deslocamentos à esquerda (15L) ou 15 deslocamentos à direita (15R) entre as imagens 2D base dos estímulos, fossem eles os ideogramas, os polígonos ou mesmo as próprias retrodicas (no caso do *Experimento 2*).

E-Prime 2.0: programa utilizado para a montagem da apresentação visual e interativa do experimento aos participantes, onde foram organizadas progressivamente as cenas contendo as instruções do experimento, o ponto de fixação, os estímulos a serem codificados/armazenados, a retrodica (válida ou neutra), o estímulo a ser identificado como igual (reconhecimento) ou diferente (diferenciação), e os *feedbacks* de acerto e erro diante das respostas fornecidas pelos participantes.

Figura 1.

Estímulos e suas respectivas distâncias/profundidades em relação ao monitor



Nota. No quadrante superior esquerdo, exemplo de ideograma nos planos "P-1" (T/Trás), "P" (C/Controle) e "P+1" (F/Frente), com os valores de cima representando a profundidade métrica/absoluta dos participantes em relação ao estímulo, e os valores de baixo representando a profundidade relativa dos estímulos a partir da zona intermediária do monitor; no quadrante superior direito, exemplo de polígono irregular; no quadrante inferior esquerdo, retrodicas neutras, e no quadrante inferior direito, exemplo de retrodica válida.

Para além dos programas, foram utilizadas lentes 3D nas cores verde e vermelho/magenta. Como a maioria da população universitária – da qual seria posteriormente constituída a amostra – aparentava utilizar óculos nas sondagens iniciais por possíveis participantes, optou-se pela obtenção e utilização de lentes destacáveis, as quais poderiam ser utilizadas de maneira sobreposta à armação dos óculos dos próprios participantes, garantindo a preservação da visão corrigida desses indivíduos ao longo do experimento. Para a minoria dos participantes, que não utilizavam óculos e apresentavam uma visão saudável (atestada nas provas-treino iniciais do experimento), foi adquirida e utilizada também uma armação de óculos com lentes sem grau, em relação à qual as lentes 3D também foram sobrepostas, a fim de garantir condições controladas e semelhantes de coleta.

Por fim, foi utilizado um apoio de queixo posicionado sempre na mesma distância em relação ao monitor (57cm) no qual o experimento era exibido, visando assegurar não só o conforto dos participantes diante de uma tarefa repetitiva de duração considerável, como também assegurar o controle experimental no que tange o tamanho do campo visual disponível para os indivíduos durante a realização das tarefas experimentais.

Considerando a distância dos participantes em relação ao monitor e o tamanho padronizado dos estímulos-alvo, foi aplicada uma disparidade binocular horizontal de $0,37^\circ$ (15 pixels), resultando em uma profundidade percebida simulada de aproximadamente 3,2 cm para estímulos em disparidade cruzada ("à frente" do monitor) e 3,6 cm para disparidade não cruzada ("atrás" do monitor), considerando uma distância interpupilar média de 63 mm.

2.1.3. Procedimento

Após terem demonstrado intenção inicial de participar nos experimentos, os participantes eram levados até o LabMeF, onde era lido o TCLE e sanadas as possíveis dúvidas a respeito da pesquisa. Após a assinatura do TCLE, os participantes eram conduzidos até a sala experimental, cômodo isolado e controlado dentro do laboratório. Ao entrarem, os participantes recebiam as lentes 3D para serem acopladas em seus respectivos óculos, ou já as recebiam acopladas em uma armação de óculos sem grau (a depender de sua condição específica); em seguida, eram instruídos a permanecer com o queixo encostado no apoio durante toda a realização da prova, a fim de permanecerem sempre na mesma distância do monitor. Os participantes então se sentavam e dava-se início ao experimento.

O experimentador permanecia na sala durante a leitura das instruções para o experimento, bem como durante a fase de treinamento (constituída por cinco provas semelhantes às que seriam respondidas posteriormente), a fim de assegurar que os participantes tivessem compreendido adequadamente a tarefa a ser efetuada. Uma vez

confirmada a total compreensão do participante acerca do experimento, bem como após a verificação da adequada acuidade visual e percepção de profundidade nos estímulos 3D por parte dos participantes, o experimentador deixava o participante sozinho na sala. Cabe registrar que a verificação da percepção de profundidade foi realizada de forma qualitativa, por meio da observação direta do pesquisador durante a fase de treinamento: participantes que relatassem ou demonstrassem dificuldade em perceber os estímulos tridimensionais como volumétricos seriam excluídos da coleta. Na prática, nenhum participante precisou ser excluído por esse critério. Não foi, contudo, aplicado um protocolo formal de triagem para estereognosia — condição definida como a incapacidade de perceber disparidades binoculares abaixo de um limiar crítico, com prevalência estimada em aproximadamente 7% da população adulta abaixo dos 60 anos (Chopin et al., 2019). A ausência dessa triagem configura uma limitação metodológica, uma vez que uma parcela dos participantes pode não ter percebido a profundidade com a mesma intensidade que os demais, introduzindo variabilidade não controlada nos dados — aspecto retomado na discussão.

Após a coleta, que durava entre 30 e 40 minutos, os participantes eram recepcionados na saída da sala experimental, sendo questionados quanto à sua experiência na realização das provas, visando verificar suas impressões, agradecê-los, reassegurá-los de seus direitos, bem como eram convidados a divulgarem a pesquisa para outras pessoas conhecidas – a fim de, possivelmente, conseguir mais participantes para compor uma amostra final robusta.

O *Experimento 1* acontecia progressivamente da seguinte maneira: (1) um ponto de fixação [+] era apresentado na tela durante 500ms; (2) o ponto de fixação permanecia na tela, mas agora era circundado por três estímulos a serem memorizados [polígonos/ideogramas] diferentes entre si, em uma disposição triangular equidistante – um aparecendo acima e dois aparecendo nas diagonais abaixo do ponto de fixação –, durante o período de 3000ms; (3) os três estímulos de memorização sumiam, permanecendo apenas o ponto de fixação no centro

da tela durante 2000ms; (4) uma "pré-retrodica" aparecia no lugar do ponto de fixação, constituída por três setas "vazias" (contornadas, mas sem preenchimento) e apontadas para as três direções onde previamente se encontravam os estímulos de memorização, durante o período de 500ms; (5) todas as setas eram preenchidas com a cor preta [retrodica neutra] ou apenas uma delas, priorizando uma das direções e, por consequência, um dos estímulos apresentados [retrodica válida], durante o período de 1000ms; (6) a retrodica preenchida desaparecia e dava novamente lugar ao ponto de fixação no centro da tela, durante 2500ms; (7) um estímulo da mesma categoria de objeto [polígono/ideograma] aparecia no lugar do ponto de fixação, sendo um estímulo que havia aparecido entre os três primeiros ou um estímulo inédito, em relação ao qual o participante deveria responder se era "igual" a algum dos três previamente apresentados [apertando a tecla numérica "1" do teclado] ou "diferente" [apertando a tecla numérica "2" do teclado], sem tempo de duração estipulado [isto é, a duração seria definida pelo próprio tempo de resposta do participante]; (8) o ponto de fixação retornava ao centro da tela, posteriormente adquirindo uma cor para fornecer o feedback ao participante, simbolizando o acerto [cor turquesa] ou o erro [cinza claro] daquela prova específica, durante o período de 500ms. Cabe notar que a condição de retrodica neutra não corresponde à ausência de dica, mas à presença de uma dica não informativa que controla o efeito de alerta produzido por qualquer estímulo apresentado nesse intervalo — procedimento experimental padrão em paradigmas de retrodica (Souza & Oberauer, 2016).

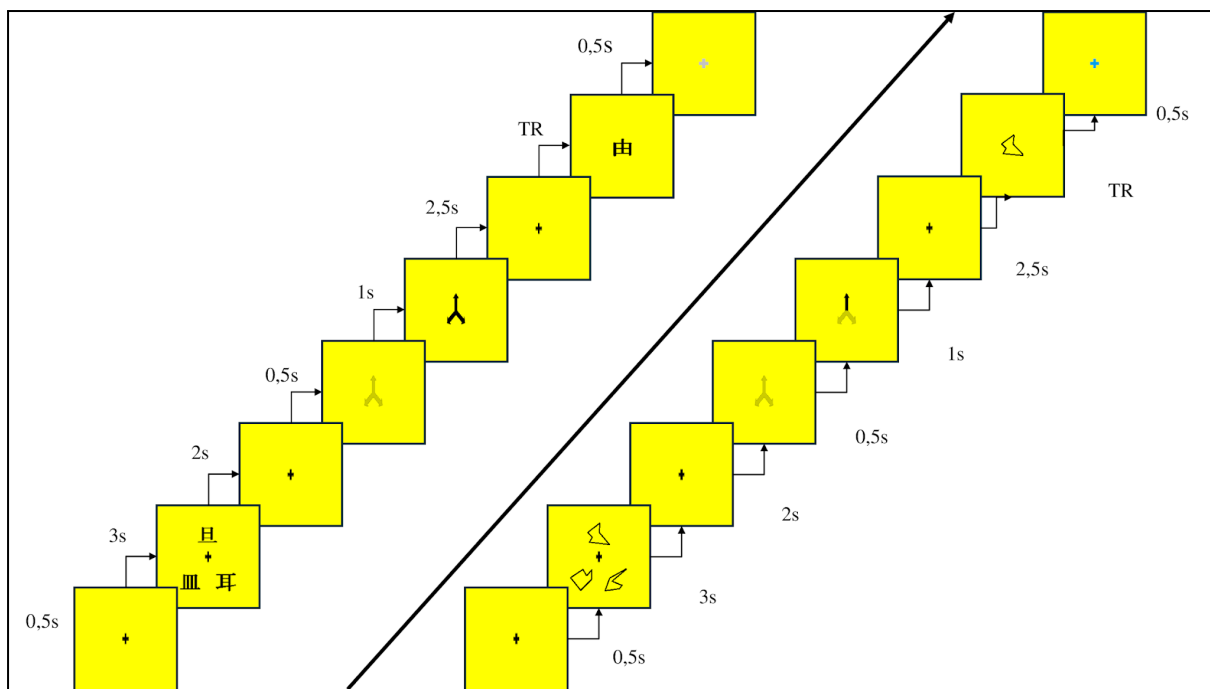
Cada participante respondeu a um total de 168 provas, distribuídas em 6 (seis) blocos de 28 provas: 3 (três) blocos para a categoria polígono e 3 (três) blocos para a categoria ideograma; e, dentro de cada categoria de objeto, 1 (um) bloco com estímulos apresentados à frente [P+1/3D/F], 1 (um) bloco controle, sem profundidade [P-0/2D/C], e 1 (um) bloco com estímulos apresentados atrás [P-1/3D/T]. Cada bloco era composto por 28 provas, distribuídas igualmente entre retrodica neutra (14 provas) e retrodica válida (14 provas), e entre provas de

reconhecimento de estímulos iguais (14 provas) e detecção de estímulos diferentes (14 provas), resultando em 7 provas por célula do desenho dentro de cada bloco. A aleatorização foi implementada em dois níveis, por meio da função de randomização automática do software *E-Prime 2.0*: (a) a ordem de apresentação dos 6 blocos foi sorteada individualmente para cada participante, contemplando tanto a alternância entre as categorias de objeto — interblocos — quanto entre os planos de profundidade dentro de cada categoria — intrablocos; e (b) dentro de cada um dos 6 blocos, a ordem de apresentação das 28 provas que o compunham foi igualmente aleatorizada, de forma independente entre blocos e entre participantes. Essa dupla aleatorização teve como objetivo controlar possíveis vieses de ordem e de aprendizagem ao longo da sessão experimental.

No *Experimento 1*, a profundidade foi aplicada apenas aos estímulos-alvo [polígonos/ideogramas]. Todavia, é importante salientar que, durante a apresentação de cada um dos arranjos experimentais nas provas, todos os estímulos eram coplanares, ou seja, não possuíam diferença métrica/absoluta ou relativa/entre si dentro dos blocos. Isto é, os três estímulos de cada arranjo compartilhavam sempre o mesmo nível de profundidade entre si — diferindo do plano do monitor apenas nos blocos tridimensionais, nos quais o arranjo inteiro era deslocado como um conjunto. Em suma, todos os estímulos-alvo eram apresentados concomitantemente em um mesmo plano ao longo de cada um dos blocos, a fim de evitar o cansaço e possíveis gargalos de processamento potencialmente decorrentes da apresentação de cenas formadas por estímulos-alvo em profundidades múltiplas.

Figura 2.

Apresentação esquemática do arranjo experimental



Nota. Na esquerda da imagem, apresentação esquemática de uma prova com ideogramas e retrodica neutra (e feedback; na direita, com polígonos e retrodica válida. A apresentação ocorre num período de 9,5 segundos até a tela de emissão de resposta, onde será contabilizado o tempo de reação diante do estímulo-alvo naquela prova. Após a emissão da resposta, o ponto de fixação adquire uma outra cor, provendo o *feedback* de acerto/erro (à esquerda, a representação de um erro; à direita, a representação de um acerto).

2.1.4. Análise de Dados

Para a tabulação e à análise estatística dos dados, foram utilizados os seguintes *softwares*: *Microsoft Excel* e *JASP versão 0.95.4*. Seguindo os critérios adotados por Fang et al. (2023) e Li et al. (2021), respostas com tempo de reação abaixo de 250ms e acima de 5000ms não foram analisadas. Esse critério estabeleceu a exclusão de 1,19% de respostas no Experimento 1 e 1,26% no Experimento 2. A análise do tempo de reação foi realizada apenas com as respostas corretas dos participantes (Hautus et al., 2021).

As variáveis dependentes — acurácia, tempo de reação (TR), sensibilidade (d') e critério (c) — foram analisadas por meio de ANOVA de medidas repetidas com desenho fatorial $2 \times 2 \times 2 \times 3$. Os fatores foram definidos da seguinte maneira: 1) Retrodica (Neutra,

Válida), 2) Tipo de Resposta (Igual, Diferente), 3) Objeto (Ideograma, Polígono) e 4) Plano (P+1 [Frente/3D], P-0 [Controle/2D] e P-1 [Trás/3D]). Nos casos em que o *Teste de Mauchly* indicou violação do critério de esfericidade dos dados, foram aplicadas as correções de *Greenhouse-Geisser* nos graus de liberdade e nas estatísticas F correspondentes. Para todos os testes *post hoc* dos efeitos significativos identificados, foi utilizada a correção de *Holm* ($\alpha = 0,05$).

2.2. Experimento 2

2.2.1. Participantes

Vinte e cinco (25) adultos, dos sexos masculino e feminino, participaram do estudo. A amostra foi a seguinte: idade média de 22,08 anos ($DP = 2,48$); 17 participantes do sexo feminino (68%) e 8 participantes do sexo masculino (32%); destes, 24 eram destros (96%) e 1 era canhoto (4%).

Os procedimentos de recrutamento, consentimento e verificação qualitativa de percepção de profundidade foram idênticos aos do Experimento 1, com a diferença de que, no Experimento 2, a verificação incidiu sobre a percepção tridimensional das retrodicas — e não dos estímulos-alvo, que foram apresentados exclusivamente no plano bidimensional.

2.2.2. Material e Equipamento

No *Experimento 2*, os materiais e equipamentos utilizados foram idênticos ao do primeiro experimento, com uma leve manipulação experimental diferente em relação ao 3D, que agora não mais era aplicado aos estímulos-alvo, mas sim às retrodicas apresentadas em cada prova.

2.2.3. Procedimento

No *Experimento 2*, a lógica de toda a tarefa era praticamente idêntica à do primeiro experimento, incluindo as provas que eram exatamente idênticas, com exceção da manipulação diferencial do 3D previamente relatada.

2.2.4. Análise de Dados

Os procedimentos estatísticos foram idênticos aos do Experimento 1: ANOVA de medidas repetidas com desenho fatorial $2 \times 2 \times 2 \times 3$, correção de *Greenhouse-Geisser* nos casos de violação de esfericidade, e correção de *Holm* nos testes *post hoc*. As análises de TR foram igualmente restritas às respostas corretas.

Cabe ainda registrar que o preparo textual do presente manuscrito contou com o auxílio do modelo de linguagem *Claude*, nas versões *Sonnet 4.6* (Anthropic, 2026a) e *Sonnet 5* (Anthropic, 2026b), utilizado exclusivamente como ferramenta de apoio à revisão formal do texto. Sua contribuição limitou-se a três frentes: (a) verificação e correção ortográfica, gramatical e de pontuação; (b) avaliação da consistência argumentativa e da clareza expositiva do texto, incluindo a identificação de redundâncias, ambiguidades sintáticas e inconsistências numéricas entre as seções de Resultados e Discussão; e (c) apoio na conferência da formatação e da ordenação da lista de Referências conforme as normas APA (7ª edição). A concepção do problema de pesquisa, o delineamento experimental, a coleta e a análise estatística dos dados, a interpretação teórica dos resultados e todas as conclusões aqui apresentadas são de responsabilidade exclusiva do autor, não tendo a ferramenta participado de nenhuma dessas etapas. Todo o conteúdo eventualmente sugerido ou revisado com o auxílio da ferramenta foi lido, avaliado criticamente e aprovado pelo autor antes de sua incorporação ao texto final, em conformidade com as diretrizes vigentes sobre uso responsável de inteligência artificial em produção acadêmica (Sampaio et al., 2024).

3. Resultados

Os resultados dos dois experimentos são apresentados sequencialmente, em consonância com a lógica de delineamento complementar descrita na seção de método. Para cada experimento, os dados são organizados em função das quatro medidas dependentes analisadas — acurácia, tempo de reação (TR), sensibilidade (d') e critério (c) —, nessa ordem, de modo a possibilitar comparação direta com as hipóteses formuladas na introdução. Todos os testes *post hoc* relatados foram corrigidos pelo método de *Holm* ($\alpha = 0,05$). Os valores de p inferiores a 0,001 são reportados como $p < ,001$.

3.1. Experimento 1

3.1.1. Acurácia

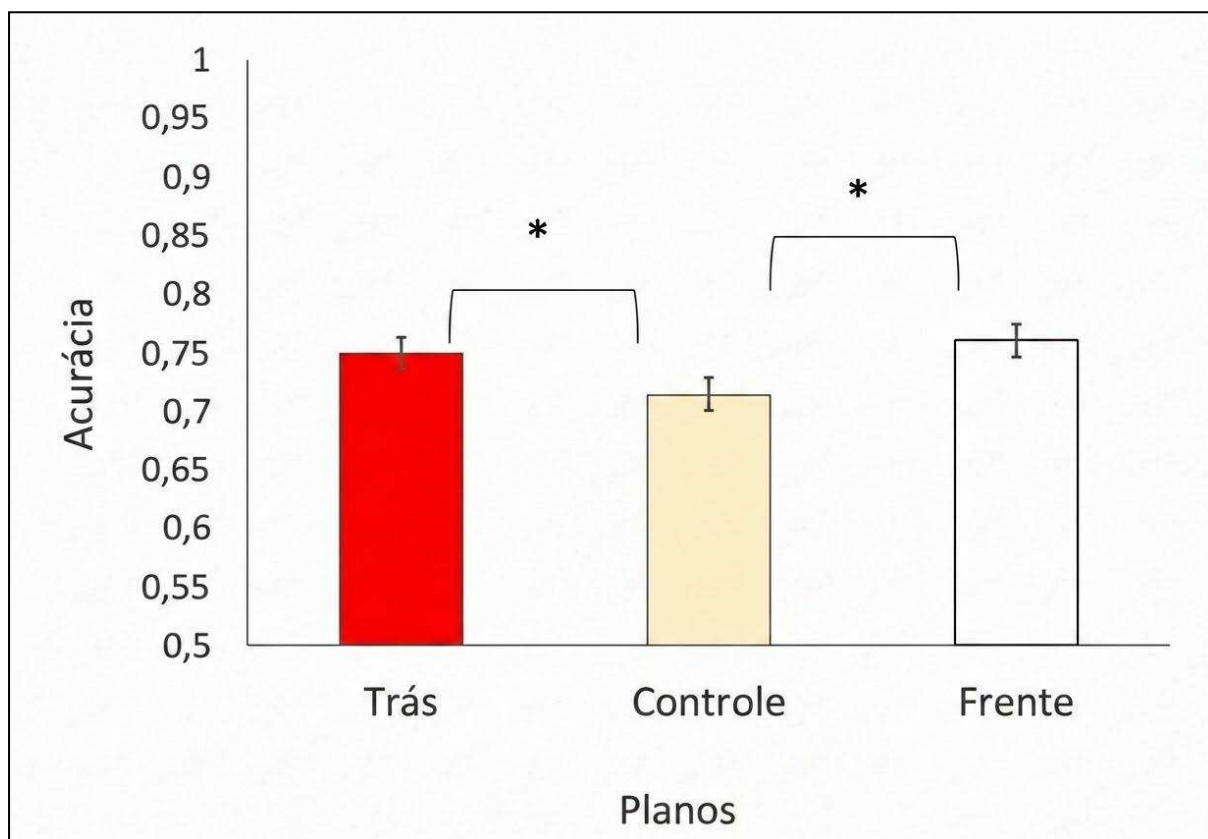
A acurácia média dos 25 participantes durante o primeiro experimento foi de 74,19%. O efeito principal do fator Retrodica não atingiu significância ($F[1, 24] = 3,780$; $p = ,064$; $\eta^2p = 0,136$), com acurácia média de 72,71% ($DP = 23,95\%$) nas provas de retrodica neutra e de 75,67% ($DP = 22,18\%$) nas de retrodica válida. O fator Resposta não atingiu significância ($F[1, 24] = 1,650$; $p = ,211$; $\eta^2p = 0,064$), com acurácia média de 71,57% ($DP = 21,65\%$) para respostas "igual" e de 76,81% ($DP = 24,23\%$) para respostas "diferente". O fator Objeto também não atingiu significância como efeito principal ($F[1, 24] = 3,355$; $p = ,079$; $\eta^2p = 0,123$), com acurácia média de 76,33% ($DP = 22,22\%$) para ideogramas e de 72,05% ($DP = 23,81\%$) para polígonos.

O fator Plano, por sua vez, foi significativo ($F[2, 48] = 4,967$; $p = ,011$; $\eta^2p = 0,171$), com médias de 76,07% ($DP = 22,87\%$) para P+1 (Frente/3D), 75,00% ($DP = 22,45\%$) para P-1 (Trás/3D) e 71,50% ($DP = 23,86\%$) para P-0 (Controle/2D). O teste de esfericidade de Mauchly não indicou violação para esse efeito ($W = 0,961$; $\chi^2[2] = 0,906$; $p = ,636$),

mantendo-se os graus de liberdade originais. Os testes *post hoc* com correção de Holm revelaram que tanto o plano P-1 quanto o plano P+1 produziram desempenho significativamente superior ao plano P-0 (P-1 vs. P-0: $p_{Holm} = ,047$; P+1 vs. P-0: $p_{Holm} = ,012$). Não houve diferença significativa entre os planos P-1 e P+1 quanto a acurácia ($p_{Holm} = ,525$). A vantagem da profundidade estereoscópica sobre a condição bidimensional não se restringiu, portanto, a um único plano: tanto a disparidade cruzada (P+1) quanto a não cruzada (P-1) produziram desempenho equivalente entre si e superior ao controle.

Não houve interação significativa entre os fatores: Retrodica $\times$ Resposta ($F[1, 24] = 3,433$; $p = ,076$; $\eta^2p = 0,125$), Retrodica $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 0,311$; $p = ,582$; $\eta^2p = 0,013$), Resposta $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 0,042$; $p = ,838$; $\eta^2p = 0,002$), Retrodica $\times$ Plano ($F[2, 48] = 0,691$; $p = ,506$; $\eta^2p = 0,028$), Resposta $\times$ Plano ($F[2, 48] = 0,184$; $p = ,832$; $\eta^2p = 0,008$), Objeto $\times$ Plano ($F[2, 48] = 1,346$; $p = ,270$; $\eta^2p = 0,053$), Retrodica $\times$ Resposta $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 2,347$; $p = ,139$; $\eta^2p = 0,089$), Retrodica $\times$ Resposta $\times$ Plano ($F[2, 48] = 0,676$; $p = ,514$; $\eta^2p = 0,027$), Retrodica $\times$ Objeto $\times$ Plano ($F[2, 48] = 0,360$; $p = ,699$; $\eta^2p = 0,015$) e Resposta $\times$ Objeto $\times$ Plano ($F[2, 48] = 2,618$; $p = ,083$; $\eta^2p = 0,098$). A interação quádrupla entre todos os fatores do estudo também não atingiu significância ($F[2, 48] = 2,394$; $p = ,102$; $\eta^2p = 0,091$). O teste de esfericidade de Mauchly não indicou violação em nenhuma das interações envolvendo o fator Plano (todos os p entre ,113 e ,908), de modo que os graus de liberdade originais foram mantidos em todos os casos.

Em síntese, o único efeito significativo quanto a acurácia no Experimento 1 foi o efeito principal do Plano de profundidade: tanto a apresentação dos estímulos à frente quanto atrás do plano de referência produziu desempenho superior à condição bidimensional de controle, sem que a Retrodica, a Resposta, o Objeto ou qualquer uma de suas interações modulasse esse padrão de forma estatisticamente significativa.

Figura 3.*Acurácia em Função do Plano de Profundidade no Experimento 1*

Nota. Barras representam a acurácia média (proporção de acertos) por plano de profundidade: Trás = P-1 (disparidade não cruzada); Controle = P-0 (bidimensional); Frente = P+1 (disparidade cruzada). Barras de erro representam erro padrão das médias (EPM). * indica diferença significativa, $p < ,05$.

3.1.2. Tempo de Reação

A média dos tempos de reação (TRs) de cada participante, em cada condição experimental, foram submetidos à ANOVA de medidas repetidas com desenho fatorial $2 \times 2 \times 2 \times 3$. O efeito principal do fator Retrodica foi significativo ($F[1, 24] = 73,685$; $p < ,001$; $\eta^2_p = 0,754$), com TR significativamente mais rápido nas provas de retrodica válida ($M = 1182\text{ms}$; $DP = 484\text{ms}$) do que nas de retrodica neutra ($M = 1454\text{ms}$; $DP = 588\text{ms}$), indicando maior eficiência de resposta viabilizada pelo mecanismo da retrodica válida.

O fator Resposta não foi significativo ($F[1, 24] = 2,207$; $p = ,150$; $\eta^2p = 0,084$), com médias de 1287ms ($DP = 564$ ms) para a resposta "igual" e 1350ms ($DP = 545$ ms) para a resposta "diferente". O fator Objeto também não apresentou significância ($F[1, 24] = 0,804$; $p = ,379$; $\eta^2p = 0,032$), com TR médio de 1298ms ($DP = 509$ ms) para ideogramas e 1338ms ($DP = 597$ ms) para polígonos. O fator Plano não foi significativo ($F[2, 48] = 0,578$; $p = ,565$; $\eta^2p = 0,024$), com médias de 1300ms ($DP = 531$ ms) para trás/3D, 1337ms ($DP = 546$ ms) para Controle/2D e 1317ms ($DP = 588$ ms) para Frente/3D, indicando que a profundidade apresentada pelos estímulos não modulou a velocidade de resposta no Experimento 1.

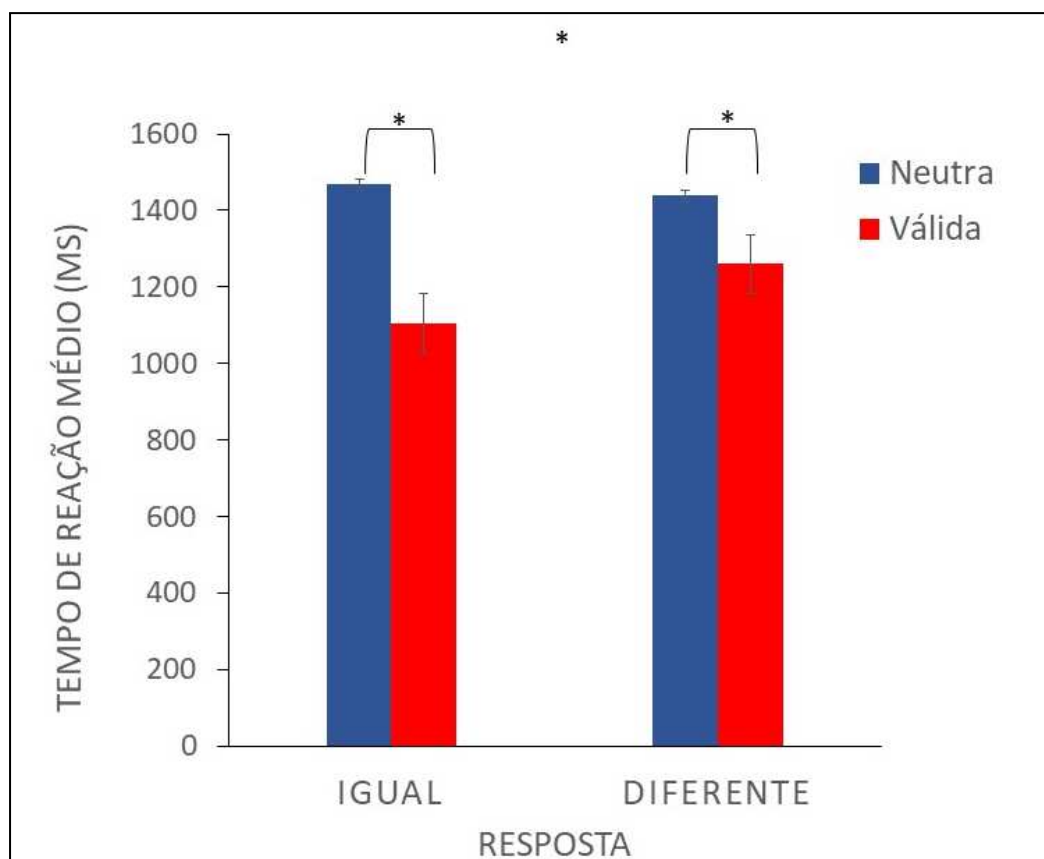
Houve interação entre o fator Resposta e o fator Retrodica ($F[1, 24] = 15,755$; $p < ,001$; $\eta^2p = 0,396$). Os testes *post hoc* com correção de Holm revelaram que a retrodica válida acelerou significativamente o TR tanto na resposta "igual" (diferença de 363ms; $t[24] = 7,786$; $p_{Holm} < ,001$) quanto na resposta "diferente" (diferença de 180ms; $t[24] = 6,017$; $p_{Holm} < ,001$), embora o benefício tenha sido consideravelmente mais pronunciado na resposta "igual" do que na resposta "diferente". Adicionalmente, nas condições de retrodica neutra, as respostas "igual" e "diferente" não diferiram entre si (diferença de 29ms; $t[24] = 0,563$; $p_{Holm} = ,579$). Nas condições de retrodica válida, a resposta "igual" tornou-se significativamente mais rápida do que a resposta "diferente" (diferença de 155ms; $t[24] = -3,440$; $p_{Holm} = ,004$). Em conjunto, esses resultados sugerem que o mecanismo de acesso antecipado (Souza & Oberauer, 2016) beneficia ambas as condições de memória, mas de forma assimétrica, favorecendo mais intensamente o reconhecimento de itens previamente apresentados do que a detecção de novidades.

Nenhuma outra interação apresentou significância: Objeto $\times$ Retrodica ($F[1, 24] = 1,572$; $p = ,222$; $\eta^2p = 0,061$), Resposta $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 1,004$; $p = ,326$; $\eta^2p = 0,040$), Plano $\times$ Retrodica ($F[2, 48] = 0,415$; $p = ,663$; $\eta^2p = 0,017$) e Resposta $\times$ Plano ($F[2, 48] =$

0,111; $p = ,895$; $\eta^2p = 0,005$), Objeto $\times$ Plano ($F[2, 48] = 1,294$; $p = ,284$; $\eta^2p = 0,051$). Da mesma forma, não houve interação tripla e quadrupla significativas ($p > 0,05$).

Figura 4.

Tempo de Reação em Função do Tipo de Retrodica e da Resposta no Experimento 1



Nota. Barras representam o tempo de reação médio (em milissegundos) em função do tipo de retrodica (Neutra, em azul; Válida, em vermelho) e do tipo de resposta (Igual, Diferente). Barras de erro representam erro padrão das médias (EPM). * indica diferença significativa, $p < ,05$.

3.1.3. Sensibilidade (d')

A sensibilidade (d') foi calculada conforme os parâmetros da TDS descritos na literatura, diferença entre os escores Z de *Verdadeiros Positivos (HITs)* e *Falsos Alarmes*, e os valores individuais foram submetidos à ANOVA de Medidas Repetidas.

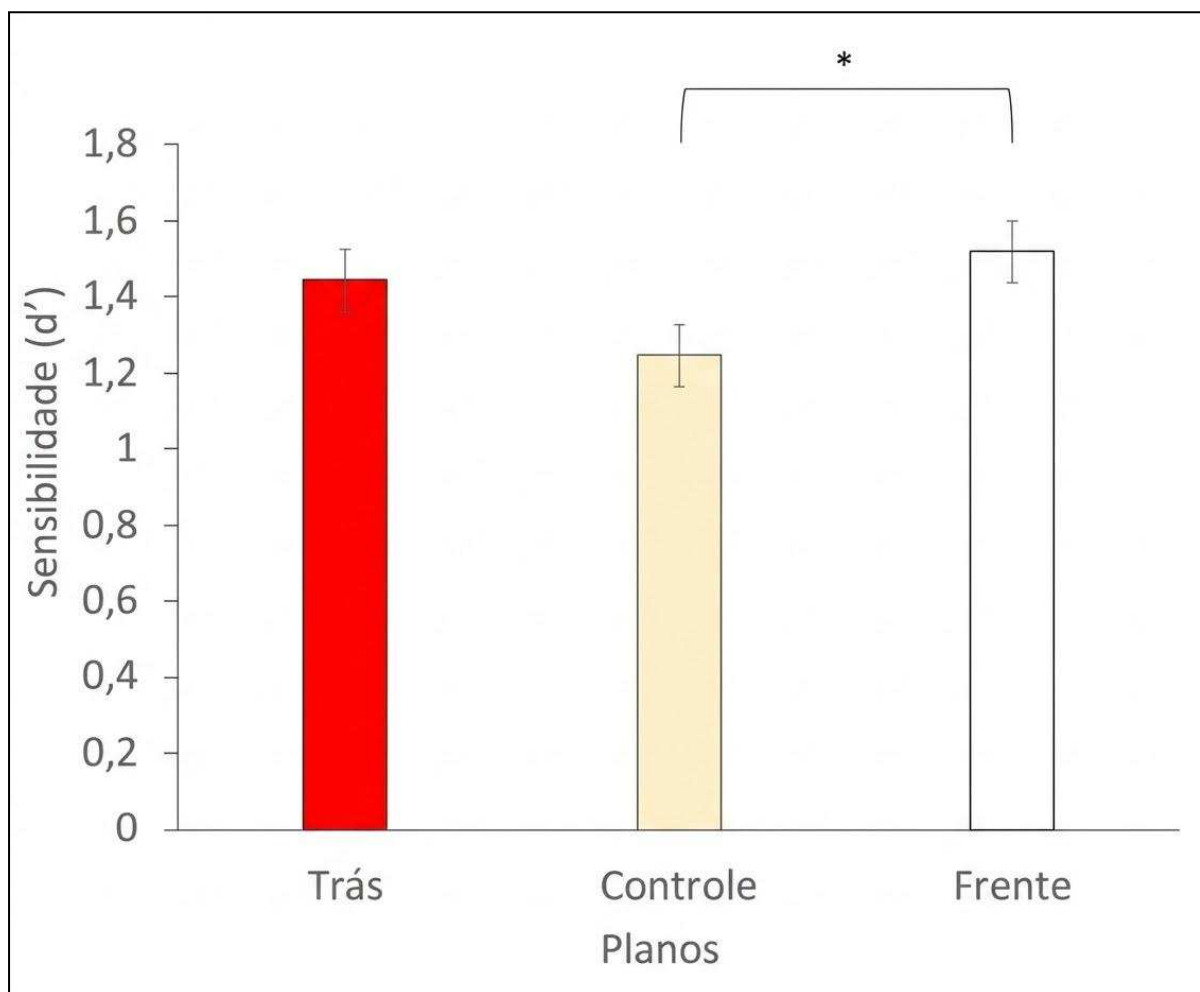
O efeito principal de Planos foi significativo ($F[2, 48] = 5,012$; $p = ,011$; $\eta^2p = 0,173$). O Teste de Mauchly não indicou violação do pressuposto de esfericidade ($W = 0,963$; $\chi^2[2] = 0,861$; $p = ,650$), de modo que os graus de liberdade originais foram mantidos. Os testes *post hoc* com correção de Holm revelaram um padrão parcialmente assimétrico entre os planos tridimensionais: o plano P+1 (Frente/3D) produziu sensibilidade significativamente superior à do plano P-0 (Controle/2D) ($t[24] = -3,261$; $p_{Holm} = ,010$), ao passo que o plano P-1 (Trás/3D) não diferiu significativamente de P-0, embora a diferença tenha se aproximado do limiar convencional de significância ($t[24] = 2,313$; $p_{Holm} = ,059$). Os planos P-1 e P+1 não diferiram significativamente entre si ($t[24] = -0,764$; $p_{Holm} = ,453$). As médias foram de 1,44 ($DP = 0,92$) para P-1, 1,25 ($DP = 0,98$) para P-0 e 1,52 ($DP = 0,93$) para P+1. Esse padrão indica que a presença de profundidade estereoscópica aumentou a sensibilidade discriminatória em comparação à condição inteiramente bidimensional, com benefício estatisticamente mais robusto quando a disparidade era cruzada (Frente) do que quando era não cruzada (Trás).

O efeito principal da Retrodica não apresentou significância ($F[1, 24] = 3,493$; $p = ,074$; $\eta^2p = 0,127$), embora, de maneira limítrofe, a sensibilidade média tenha sido maior na retrodica válida ($M = 1,49$; $DP = 0,95$) do que na neutra ($M = 1,32$; $DP = 0,94$). O efeito principal de Objeto também não foi significativo ($F[1, 24] = 3,552$; $p = ,072$; $\eta^2p = 0,129$), embora com uma tendência de maior sensibilidade para ideogramas ($M = 1,53$; $DP = 0,88$) em comparação aos polígonos ($M = 1,27$; $DP = 0,99$).

As interações não apresentaram significância: Retrodica $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 0,291$; $p = ,595$; $\eta^2p = 0,012$), Retrodica $\times$ Planos ($F[2, 48] = 0,788$; $p = ,461$; $\eta^2p = 0,032$), Objeto $\times$ Planos ($F[2, 48] = 1,357$; $p = ,267$; $\eta^2p = 0,054$) e a interação tripla Retrodica $\times$ Objeto $\times$ Planos ($F[2, 48] = 0,308$; $p = ,736$; $\eta^2p = 0,013$).

Figura 5.

Sensibilidade (d') em Função do Plano de Profundidade no Experimento 1



Nota. Barras representam a sensibilidade média (d') por plano de profundidade: Trás = P-1; Controle = P-0; Frente = P+1. Barras de erro representam erro padrão das médias (EPM). * indica diferença significativa, $p < ,05$.

3.1.4. Critério (c)

O critério (c) foi calculado conforme descrito na literatura, $-0,5 \times (Z[HIT] + Z[FA])$, e os valores individuais foram submetidos à ANOVA de Medidas Repetidas. Ao contrário das demais medidas dependentes do Experimento 1, o critério (c) não revelou nenhum efeito estatisticamente significativo. O efeito principal da Retrodica não atingiu significância ($F[1,$

24] = 2,998; $p = ,096$; $\eta^2p = 0,111$), embora o critério médio apresente uma tendência mais conservadora na retrodica neutra ($M = 0,1269$; $DP = 0,5081$) do que na válida ($M = 0,0265$; $DP = 0,4508$). O efeito principal de Objeto também não atingiu significância ($F[1, 24] = 0,029$; $p = ,866$; $\eta^2p = 0,001$), com critério médio de 0,0837 ($DP = 0,4767$) para ideogramas e de 0,0698 ($DP = 0,4891$) para polígonos. O efeito principal de Planos não atingiu significância ($F[2, 48] = 0,178$; $p = ,838$; $\eta^2p = 0,007$). O Teste de Mauchly não indicou violação do pressuposto de esfericidade ($W = 0,928$; $\chi^2[2] = 1,730$; $p = ,421$), de modo que os graus de liberdade originais foram mantidos. As médias foram de 0,0671 ($DP = 0,4770$) para P-1 (Trás/3D), 0,0691 ($DP = 0,4971$) para P-0 (Controle/2D) e 0,0940 ($DP = 0,4765$) para P+1 (Frente/3D).

Nenhuma interação atingiu significância: Retrodica $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 2,231$; $p = ,148$; $\eta^2p = 0,085$), Retrodica $\times$ Planos ($F[2, 48] = 0,562$; $p = ,574$; $\eta^2p = 0,023$), Objeto $\times$ Planos ($F[2, 48] = 2,424$; $p = ,099$; $\eta^2p = 0,092$) e a interação tripla Retrodica $\times$ Objeto $\times$ Planos ($F[2, 48] = 2,188$; $p = ,123$; $\eta^2p = 0,084$). O Teste de Mauchly não indicou violação da esfericidade em nenhuma dessas interações envolvendo o fator Plano (todos os p entre ,125 e ,599). Em síntese, nenhum dos fatores do estudo — Retrodica, Objeto ou Planos — nem qualquer uma de suas interações, produziu variação estatisticamente significativas no critério de resposta dos participantes durante o Experimento 1, embora o efeito principal da Retrodica tenha apresentado uma tendência à significância ($p = ,096$), com um critério mais conservador nas provas de retrodica neutra. O critério médio geral do Experimento 1 foi de 0,0767.

Em linhas gerais, os resultados do Experimento 1 revelam que a profundidade aplicada diretamente aos estímulos-alvo modula o desempenho na MOV de formas distintas: ela aumenta a sensibilidade discriminatória (d') em relação ao plano bidimensional, beneficia a acurácia nos planos tridimensionais de forma geral, independentemente do tipo de retrodica, mas produz custos específicos no plano P-0 — a única condição em que tanto os estímulos

quanto a retrodica eram bidimensionais, sem qualquer componente de profundidade —, padrão assimétrico cuja interpretação é desenvolvida na discussão. Esse padrão assimétrico levanta uma questão que o Experimento 1 não foi desenhado para responder diretamente: esses efeitos são característicos da profundidade como propriedade do objeto memorizado, ou emergiriam de forma similar caso a profundidade fosse uma propriedade da dica atencional? O Experimento 2 foi delineado para responder a essa questão.

3.2. Experimento 2

3.2.1. Acurácia

A acurácia média dos 25 participantes durante o segundo experimento foi de 75,38% ($DP = 8\%$), indicando desempenho adequado na tarefa e comparável ao observado no Experimento 1.

No Experimento 2, o fator Retrodica foi significativo ($F[1, 24] = 29,122; p < ,001; \eta^2p = 0,548$), replicando o robusto efeito já estabelecido na literatura especializada: as provas com retrodica válida ($M = 78,29\%; DP = 8,8\%$) demonstraram maior acurácia média do que as provas de retrodica neutra ($M = 72,48\%; DP = 8,2\%$). Isso sugere que a presença das retrodicas válidas auxiliou os participantes a recuperarem ou protegerem com maior qualidade o sinal de memória dos estímulos-alvo processados durante as provas.

A variável Resposta também foi significativa ($F[1, 24] = 12,196; p = ,002; \eta^2p = 0,337$), com os participantes novamente detectando estímulos diferentes ($M = 81,52\%; DP = 10,8\%$) com mais acurácia do que quando identificando estímulos previamente visualizados como iguais ($M = 69,24\%; DP = 12,9\%$). Nota-se, com isso, a repetição da facilidade no processamento de novos estímulos, igualmente observada no Experimento 1.

O fator Objeto atingiu significância como efeito principal ($F[1, 24] = 7,432; p = ,012; \eta^2p = 0,236$), com acurácia média superior para ideogramas ($M = 77,48\%; DP = 8,3\%$) em

comparação a polígonos ($M = 73,29\%$; $DP = 9,6\%$). O fator Plano não atingiu significância ($F[2, 48] = 0,900$; $p = ,413$; $\eta^2p = 0,036$); o Teste de Mauchly não indicou violação do pressuposto de esfericidade para esse efeito ($W = 0,984$; $\chi^2[2] = 0,359$; $p = ,836$). As médias por plano foram de $76,64\%$ ($DP = 10,7\%$) em Trás, $74,21\%$ ($DP = 8,9\%$) em Controle e $75,29\%$ ($DP = 9,2\%$) em Frente.

A interação entre Retrodica e Objeto não atingiu significância ($F[1, 24] = 0,472$; $p = ,499$; $\eta^2p = 0,019$). A interação entre os fatores Resposta e Objeto permaneceu significativa ($F[1, 24] = 6,543$; $p = ,017$; $\eta^2p = 0,214$). O *post hoc* de Holm revelou que a resposta "igual" de ideogramas ($M = 73,42\%$) produziu acurácia significativamente superior à resposta "igual" de polígonos ($M = 65,03\%$; $t[24] = 3,258$; $p_{Holm} = ,013$). Já a diferença entre ideogramas e polígonos na resposta "diferente" não atingiu significância: as médias são virtualmente idênticas (Ideograma: $M = 81,52\%$; Polígono: $M = 81,50\%$; $t[24] \approx 0,00$; $p_{Holm} = 1,000$). A comparação Diferente/Ideograma vs. Igual/Polígono foi significativa ($t[24] = 3,869$; $p_{Holm} = ,004$), enquanto a comparação Igual/Ideograma vs. Diferente/Polígono não atingiu o critério de significância após a correção de Holm ($t[24] = 2,404$; $p_{Holm} = ,073$). Houve, ainda, diferença significativa entre as respostas dentro da categoria polígono: Igual/Polígono ($M = 65,03\%$) diferiu de Diferente/Polígono ($M = 81,50\%$; $t[24] = 4,894$; $p_{Holm} < ,001$). Em conjunto, o padrão indica que a assimetria entre categorias de objeto se concentra exclusivamente na resposta "igual".

A interação entre os fatores Retrodica e Resposta também permaneceu significativa ($F[1, 24] = 13,042$; $p = ,001$; $\eta^2p = 0,352$). O *post hoc* de Holm revelou que o desempenho nas provas de resposta "diferente" permaneceu estável independentemente do tipo de retrodica utilizado: Neutra/Diferente ($M = 81,02\%$) e Válida/Diferente ($M = 82,00\%$) não diferiram entre si ($t[24] = 0,569$; $p_{Holm} = ,574$). Já nas respostas "igual", a retrodica válida produziu acurácia significativamente superior à retrodica neutra ($M = 74,57\%$ vs. $M = 63,88\%$; $t[24] =$

6,020; $p_{Holm} < ,001$). As condições Neutra/Igual diferiram significativamente tanto de Neutra/Diferente ($t[24] = 3,990$; $p_{Holm} = ,002$) quanto de Válida/Diferente ($t[24] = 4,833$; $p_{Holm} < ,001$), ao passo que a condição Válida/Igual não diferiu de nenhuma das duas condições "diferente" (Válida/Igual vs. Neutra/Diferente: $t[24] = 1,793$; $p_{Holm} = ,171$; Válida/Igual vs. Válida/Diferente: $t[24] = 2,360$; $p_{Holm} = ,080$). Esse padrão sugere uma equalização funcional: a retrodica válida na resposta "igual" eleva o desempenho a um patamar estatisticamente indistinguível de ambas as condições "diferente". Em linhas gerais, a menor acurácia da resposta "igual" persiste sob retrodica neutra, mas é efetivamente neutralizada pela retrodica válida — padrão que contrasta com o Experimento 1, onde a retrodica não produziu benefício significativo na resposta "igual".

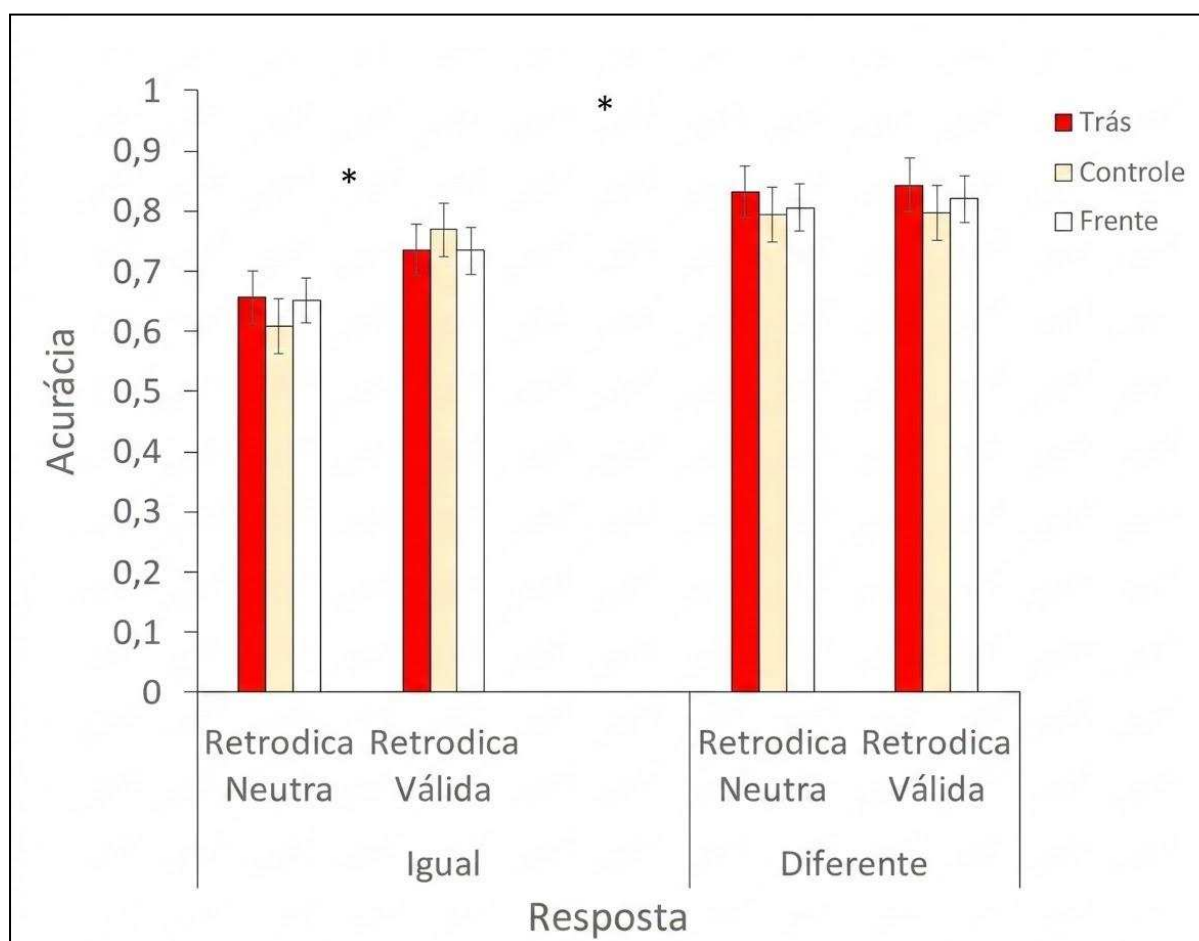
Nenhuma interação envolvendo o fator Plano apresentou significância: Retrodica $\times$ Plano ($F[1,617; 38,811] = 0,868$; $p = ,407$; $\eta^2p = 0,035$; única com violação da esfericidade — Mauchly: $W = 0,763$; $\chi^2[2] = 6,214$; $p = ,045$ —, corrigida por Greenhouse-Geisser), Resposta $\times$ Plano ($F[2, 48] = 0,564$; $p = ,573$; $\eta^2p = 0,023$) e Objeto $\times$ Plano ($F[2, 48] = 2,318$; $p = ,109$; $\eta^2p = 0,088$), estas duas últimas sem violação da esfericidade.

Das três interações triplas remanescentes, nenhuma atingiu significância. Isso inclui a interação Retrodica $\times$ Resposta $\times$ Plano ($F[2, 48] = 1,377$; $p = ,262$; $\eta^2p = 0,054$; Mauchly não indicou violação da esfericidade, $W = 0,985$; $\chi^2[2] = 0,337$; $p = ,845$): o ganho da retrodica válida na resposta "igual" é, como demonstrado acima, geral e não localizado em nenhum plano de profundidade específico. As demais interações triplas também não atingiram significância: Retrodica $\times$ Resposta $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 0,144$; $p = ,708$; $\eta^2p = 0,006$), Retrodica $\times$ Objeto $\times$ Plano ($F[2, 48] = 1,812$; $p = ,174$; $\eta^2p = 0,070$) e Resposta $\times$ Objeto $\times$ Plano ($F[2, 48] = 0,168$; $p = ,846$; $\eta^2p = 0,007$) — nas duas últimas, sem violação da esfericidade.

A interação quádrupla entre todos os fatores não foi significativa. O Teste de Mauchly indicou violação do pressuposto de esfericidade ($W = 0,700$; $\chi^2[2] = 8,198$; $p = ,017$), sendo aplicada a correção de Greenhouse-Geisser ($\epsilon = 0,769$), o que resulta em $F[1,539; 36,928] = 1,916$; $p = ,169$; $\eta^2p = 0,074$. Os dados não sustentam, portanto, nenhuma variação conjunta significativa entre os quatro fatores investigados.

Figura 6.

Acurácia em Função do Plano de Profundidade, do Tipo de Retrodica e da Resposta no Experimento 2



Nota. Barras representam a acurácia média (proporção de acertos) em função do tipo de resposta (Igual, Diferente) e do tipo de retrodica (Neutra, Válida), com os três planos de profundidade lado a lado em cada condição: Trás = P-1; Controle = P-0; Frente = P+1. Barras de erro representam erro padrão das médias (EPM). * indica diferença significativa, $p < ,05$.

3.2.2. Tempo de Reação

O tempo de reação (TR) médio geral para as provas do Experimento 2 foi de 1336,39ms ($DP = 501,07ms$), refletindo o tempo levado pelos participantes para responder à apresentação do estímulo-alvo no centro da tela. Os critérios de filtragem previamente descritos foram aplicados antes das análises, resultando na exclusão de 1,18% das provas entre todos os participantes. Os dados foram submetidos à ANOVA de medidas repetidas com desenho fatorial $2 \times 2 \times 2 \times 3$.

O efeito principal da Retrodica foi significativo ($F[1, 24] = 13,522$; $p = ,001$; $\eta^2p = 0,360$), com TR significativamente mais rápido nas provas de retrodica válida ($M = 1271,71ms$; $DP = 522,79ms$) do que nas de retrodica neutra ($M = 1401,08ms$; $DP = 470,39ms$), replicando o efeito da retrodica observado no Experimento 1. O fator Resposta não foi significativo ($F[1, 24] = 3,314$; $p = ,081$; $\eta^2p = 0,121$), com médias de 1297,23ms ($DP = 472,64ms$) para a resposta "igual" e 1375,55ms ($DP = 525,84ms$) para a resposta "diferente". O fator Objeto também não apresentou significância ($F[1, 24] = 0,921$; $p = ,347$; $\eta^2p = 0,037$), com TR médio de 1317,12ms ($DP = 491,08ms$) para ideogramas e 1355,67ms ($DP = 510,95ms$) para polígonos. O fator Plano foi significativo ($F[2, 48] = 6,167$; $p = ,004$; $\eta^2p = 0,204$); o Teste de Mauchly não indicou violação do pressuposto de esfericidade para esse efeito ($W = 0,865$; $\chi^2[2] = 3,338$; $p = ,188$). Os testes *post hoc* com correção de Holm indicaram que o plano Controle ($M = 1408,68ms$; $DP = 544,65ms$) produziu TR significativamente mais lento do que o plano Frente ($M = 1282,53ms$; $DP = 475,09ms$; $t[24] = 3,256$; $p_{Holm} = ,010$). As diferenças entre Controle e Trás ($M = 1317,97ms$; $DP = 474,19ms$; $t[24] = -2,180$; $p_{Holm} = ,079$) e entre Trás e Frente ($t[24] = 1,191$; $p_{Holm} =$

,245) não atingiram significância após a correção. Esse resultado contrasta com a ausência de efeito do Plano no TR do Experimento 1, e sua interpretação é desenvolvida na discussão.

A interação entre Retrodica e Resposta foi significativa ($F[1, 24] = 18,526$; $p < ,001$; $\eta^2p = 0,436$). Os testes *post hoc* com correção de Holm revelaram que a retrodica válida reduziu significativamente o TR na resposta "igual" (Neutra/Igual $M \approx 1405\text{ms}$ vs. Válida/Igual $M \approx 1189\text{ms}$; $t[24] = 5,900$; $p_{\text{Holm}} < ,001$), mas não produziu redução significativa na resposta "diferente" (Neutra/Diferente $M \approx 1397\text{ms}$ vs. Válida/Diferente $M \approx 1355\text{ms}$; $t[24] = 0,952$; $p_{\text{Holm}} = 1,000$). Adicionalmente, sob retrodica válida, a resposta "igual" tornou-se significativamente mais rápida do que a resposta "diferente" ($t[24] = -3,163$; $p_{\text{Holm}} = ,017$), e a condição Válida/Igual apresentou TR significativamente inferior ao da condição Neutra/Diferente ($t[24] = -5,539$; $p_{\text{Holm}} < ,001$). A comparação Neutra/Igual vs. Neutra/Diferente não apresentou significância após correção ($t[24] = 0,213$; $p_{\text{Holm}} = 1,000$).

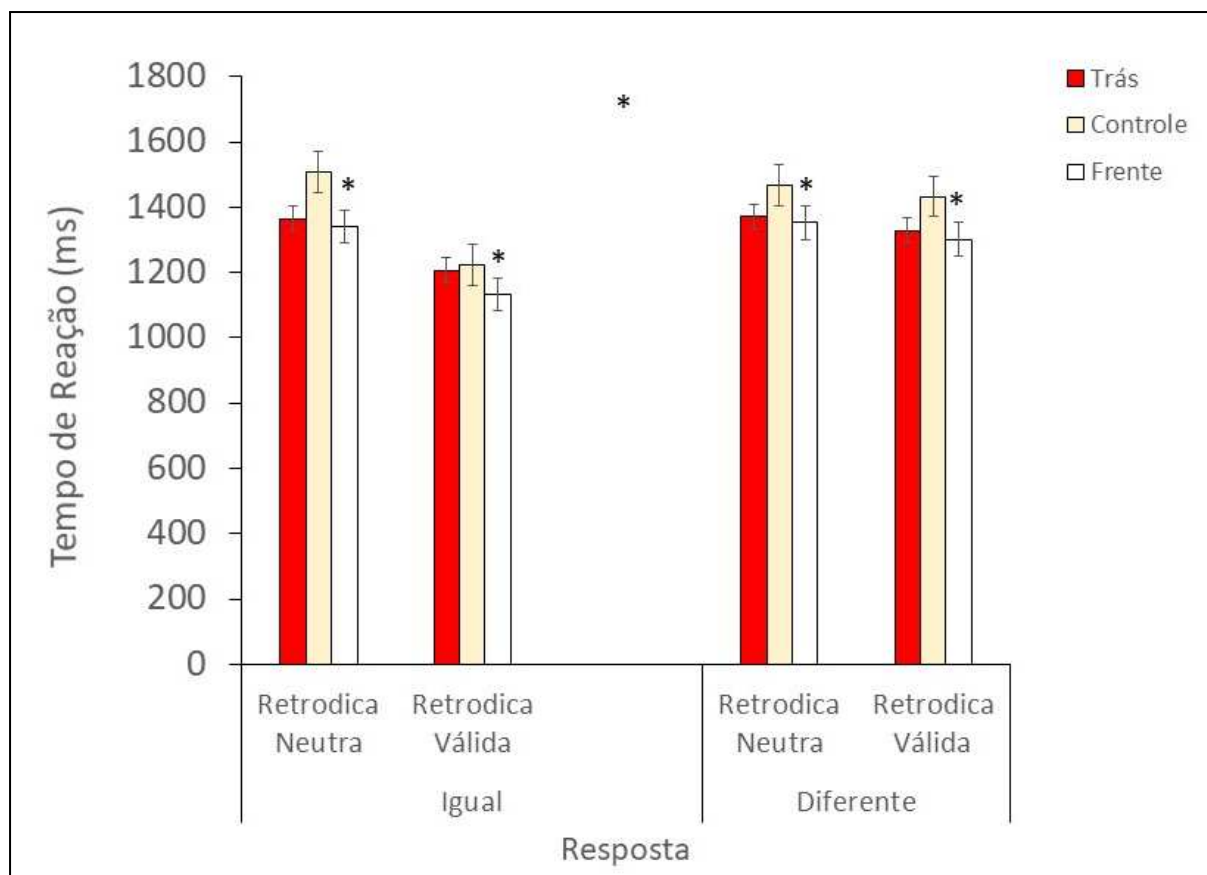
Nenhuma outra interação de 2ª ordem apresentou significância: Retrodica $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 2,123$; $p = ,158$; $\eta^2p = 0,081$), Resposta $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 0,902$; $p = ,352$; $\eta^2p = 0,036$), Resposta $\times$ Planos ($F[2, 48] = 0,097$; $p = ,904$; $\eta^2p = 0,004$) e Objeto $\times$ Planos ($F[2, 48] = 1,461$; $p = ,243$; $\eta^2p = 0,057$). O Teste de Mauchly indicou violação do pressuposto de esfericidade para as interações Retrodica $\times$ Planos ($W = 0,754$; $\chi^2[2] = 6,488$; $p = ,039$) e Objeto $\times$ Planos ($W = 0,475$; $\chi^2[2] = 17,119$; $p < ,001$), sendo aplicada a correção de Greenhouse-Geisser nesses casos (Retrodica $\times$ Planos: $\epsilon = 0,803$, $F[1,605; 38,530] = 0,442$; $p = ,603$; $\eta^2p = 0,018$; Objeto $\times$ Planos: $\epsilon = 0,656$, $F[1,312; 31,477] = 1,461$; $p = ,243$; $\eta^2p = 0,057$), sem alteração na conclusão de não significância.

Entre as interações triplas, a interação dos fatores Retrodica $\times$ Objeto $\times$ Planos foi significativa ($F[2, 48] = 3,266$; $p = ,047$; $\eta^2p = 0,120$; Teste de Mauchly não indicou violação de esfericidade para esse efeito: $W = 0,965$; $\chi^2[2] = 0,810$; $p = ,667$). Os testes *post hoc* com

correção de Holm, dentre as 66 comparações realizadas, indicaram que a condição Válida/Ideograma/Frente ($M \approx 1165\text{ms}$) — a mais rápida de todo o delineamento — diferiu significativamente das condições Neutra/Polígono/Trás ($M \approx 1426\text{ms}$; $t[24] = 4,685$; $p_{\text{Holm}} = ,006$) e Neutra/Ideograma/Controle ($M \approx 1549\text{ms}$; $t[24] = 4,842$; $p_{\text{Holm}} = ,004$). Nenhuma das demais 64 comparações atingiram significância após a correção. As demais interações de ordem superior não atingiram significância: Retrodica $\times$ Resposta $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 1,949$; $p = ,176$; $\eta^2p = 0,075$), Retrodica $\times$ Resposta $\times$ Planos ($F[2, 48] = 0,958$; $p = ,391$; $\eta^2p = 0,038$) e Resposta $\times$ Objeto $\times$ Planos ($F[2, 48] = 1,618$; $p = ,209$; $\eta^2p = 0,063$), bem como a interação quádrupla entre todos os fatores ($F[2, 48] = 2,645$; $p = ,081$; $\eta^2p = 0,099$), que se aproximou do limiar convencional de significância sem, contudo, atingi-lo. O Teste de Mauchly não indicou violação da esfericidade em nenhuma dessas três interações (todos os p entre ,405 e ,665).

Figura 7.

Tempo de Reação em Função do Plano da Retrodica no Experimento 2



Nota. Barras representam o tempo de reação médio (em milissegundos) em função do tipo de resposta (Igual, Diferente) e do tipo de retrodica (Neutra, Válida), com os três planos de profundidade da retrodica lado a lado em cada condição: Trás = P-1; Controle = P-0; Frente = P+1. Barras de erro representam erro padrão das médias (EPM). * indica diferença significativa, $p < ,05$.

3.2.3. Sensibilidade (d')

A sensibilidade (d') foi calculada conforme os parâmetros da TDS descritos anteriormente — diferença entre os escores Z de *Verdadeiros Positivos (HITs)* e *Falsos Alarmes* — e os valores individuais foram submetidos à ANOVA de Medidas Repetidas.

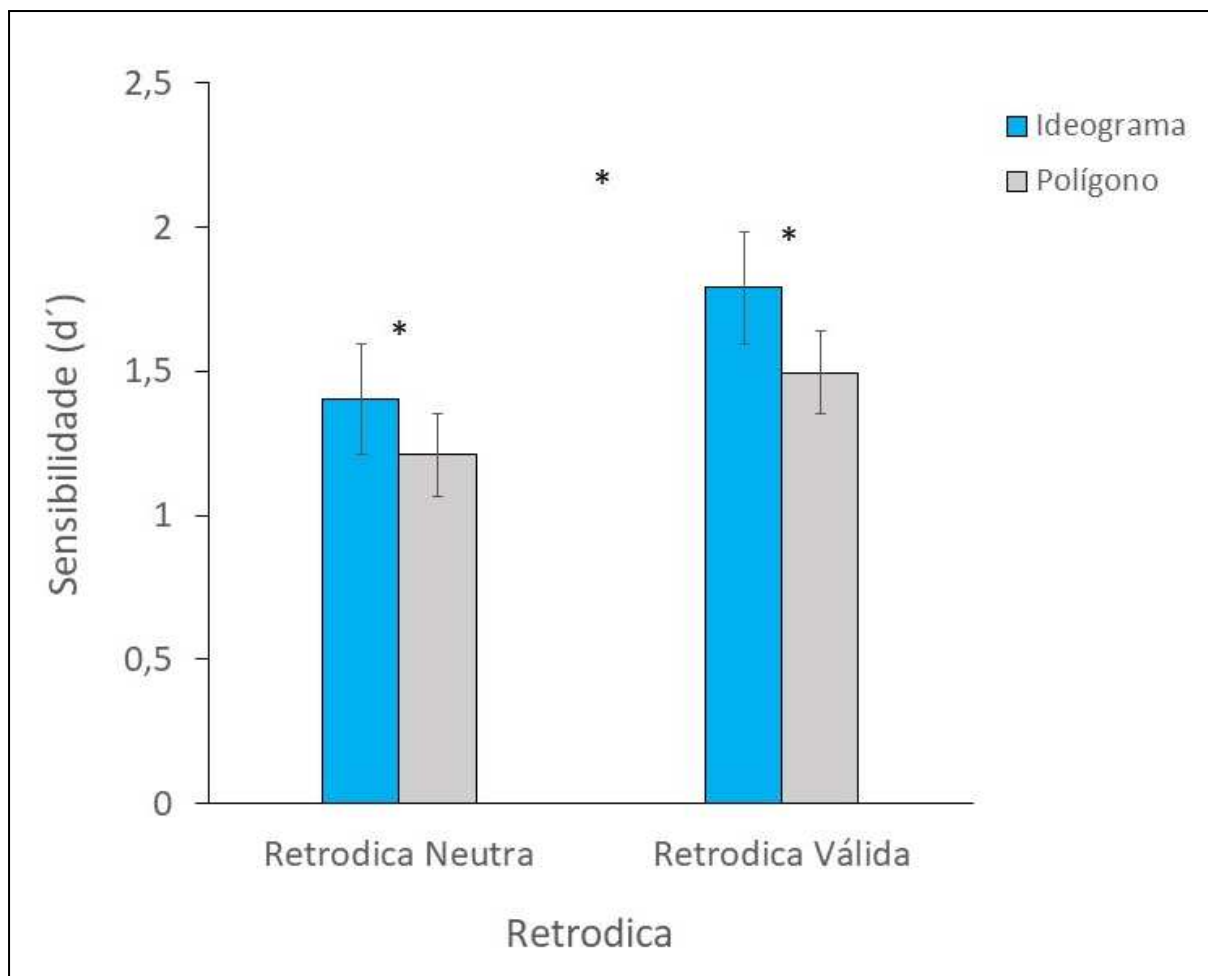
O fator Retrodica foi significativo ($F[1, 24] = 28,798$; $p < ,001$; $\eta^2p = 0,545$), com sensibilidade média superior nas provas de retrodica válida ($M = 1,64$; $DP = 0,80$) em comparação às de retrodica neutra ($M = 1,31$; $DP = 0,83$). O fator Objeto também foi significativo ($F[1, 24] = 7,609$; $p = ,011$; $\eta^2p = 0,241$), com sensibilidade média superior para ideogramas ($M = 1,60$; $DP = 0,80$) em comparação aos polígonos ($M = 1,35$; $DP = 0,85$).

O efeito principal do fator Planos não apresentou significância ($F[2, 48] = 0,998$; $p = ,376$; $\eta^2p = 0,040$). O Teste de Mauchly não indicou violação do pressuposto de esfericidade ($W = 0,990$; $\chi^2[2] = 0,227$; $p = ,893$), de modo que os graus de liberdade originais foram mantidos. As médias foram de 1,56 ($DP = 0,87$) para P-1 (Trás/3D), 1,40 ($DP = 0,80$) para P-0 (Controle/2D) e 1,47 ($DP = 0,83$) para P+1 (Frente/3D). Não houve interação entre os fatores: Retrodica $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 0,347$; $p = ,562$; $\eta^2p = 0,014$), Retrodica $\times$ Planos ($F[2, 48] = 0,775$; $p = ,466$; $\eta^2p = 0,031$), Objeto $\times$ Planos ($F[2, 48] = 2,105$; $p = ,133$; $\eta^2p = 0,081$) e a interação tripla Retrodica $\times$ Objeto $\times$ Planos ($F[2, 48] = 1,605$; $p = ,211$; $\eta^2p = 0,063$). O Teste de Mauchly não indicou violação da esfericidade nas interações envolvendo o fator Plano, embora o valor de Retrodica $\times$ Planos ($p = ,057$) tenha se aproximado do limiar convencional.

Diferentemente do Experimento 1 — no qual o fator Plano foi a principal fonte de variação em d' —, no Experimento 2 os fatores significativos foram a Retrodica e o tipo de Objeto. A interpretação desse padrão diferencial entre os dois experimentos encontra-se na seção de discussão.

Figura 8.

Sensibilidade (d') em Função do Tipo de Retrodica e do Tipo de Objeto no Experimento 2



Nota. Barras representam a sensibilidade média (d') em função do tipo de retrodica (Neutra, Válida) e do tipo de objeto (Ideograma, em azul; Polígono, em cinza). Barras de erro representam erro padrão das médias (EPM). * indica diferença significativa, $p < ,05$.

3.2.4. Critério (c)

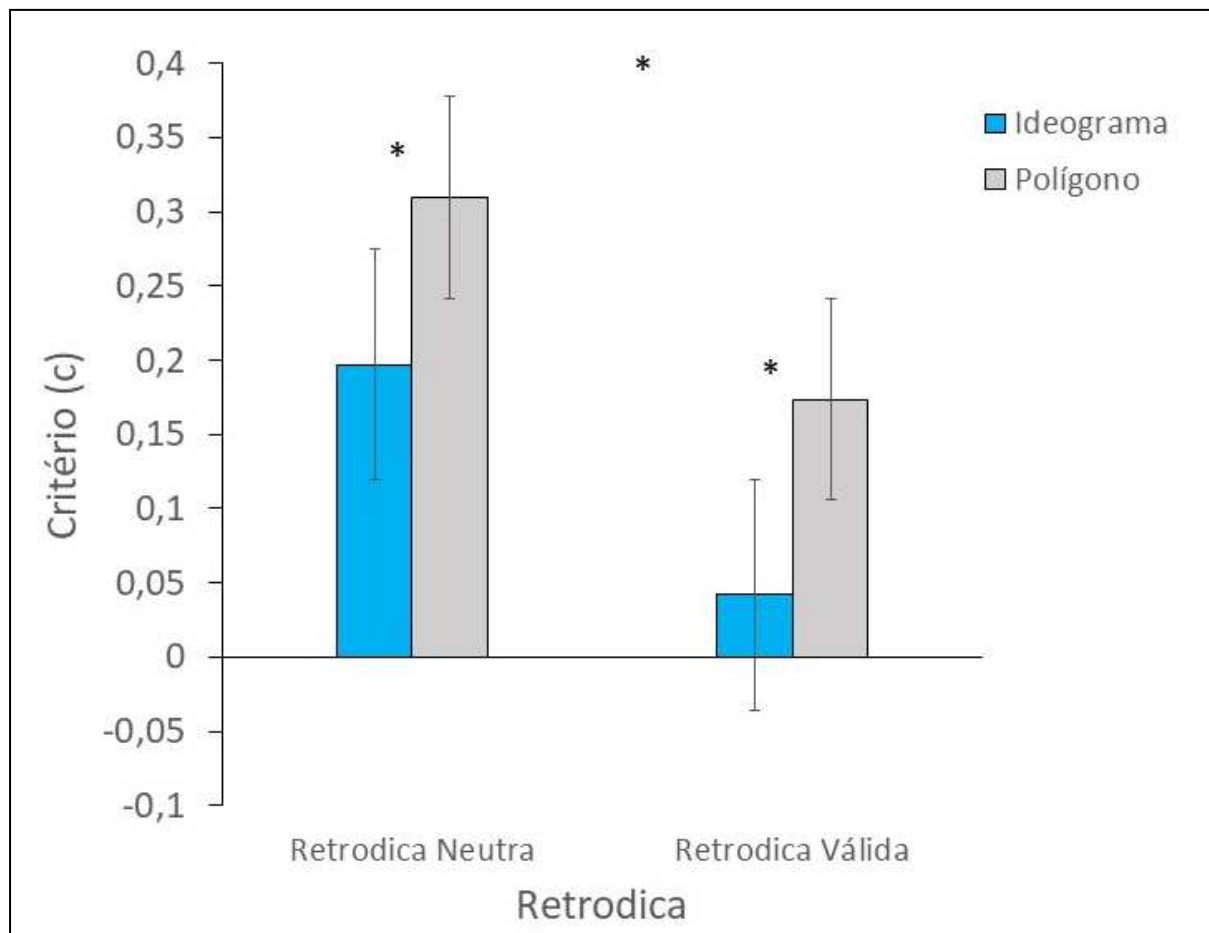
O critério (c) foi calculado conforme descrito anteriormente — $-0,5 \times (Z[HIT] + Z[FA])$ —, e os valores individuais foram submetidos à ANOVA de Medidas Repetidas.

No Experimento 2, ao contrário do primeiro, o critério variou de forma significativa em função de dois fatores. O efeito principal da Retrodica foi significativo ($F[1, 24] = 13,241$; $p = ,001$; $\eta^2p = 0,356$), com critério significativamente mais conservador na retrodica neutra ($M = 0,2533$; $DP = 0,4411$) do que na retrodica válida ($M = 0,1077$; $DP = 0,3703$). O fator

Objeto também foi significativo ($F[1, 24] = 6,405$; $p = ,018$; $\eta^2p = 0,211$), com critério significativamente mais liberal para ideogramas ($M = 0,1194$; $DP = 0,4063$) do que para polígonos ($M = 0,2416$; $DP = 0,4120$). Nota-se uma diferença expressiva de critério entre as duas categorias de estímulo, com os participantes demonstrando maior conservadorismo ao tomarem decisões sobre os polígonos. A interpretação desse padrão diferencial é desenvolvida na seção 4.3.

O efeito principal do fator Planos não apresentou significância ($F[2, 48] = 0,581$; $p = ,563$; $\eta^2p = 0,024$). O Teste de Mauchly não indicou violação do pressuposto de esfericidade ($W = 0,981$; $\chi^2[2] = 0,437$; $p = ,804$), de modo que os graus de liberdade originais foram mantidos. As médias foram de 0,2082 ($DP = 0,4298$) para P-1 (Trás/3D), 0,1571 ($DP = 0,4200$) para P-0 (Controle/2D) e 0,1763 ($DP = 0,3909$) para P+1 (Frente/3D). Não houve interação entre os fatores: Retrodica $\times$ Objeto ($F[1, 24] = 0,113$; $p = ,739$; $\eta^2p = 0,005$), Retrodica $\times$ Planos ($F[2, 48] = 1,528$; $p = ,227$; $\eta^2p = 0,060$) e Objeto $\times$ Planos ($F[2, 48] = 0,130$; $p = ,878$; $\eta^2p = 0,005$). O Teste de Mauchly não indicou violação da esfericidade nessas duas últimas interações. A interação tripla Retrodica $\times$ Objeto $\times$ Planos também não foi significativa ($F[2, 48] = 1,666$; $p = ,206$); o Teste de Mauchly indicou violação do pressuposto de esfericidade para essa interação ($W = 0,730$; $\chi^2[2] = 7,235$; $p = ,027$), sendo aplicada a correção de Greenhouse-Geisser ($\epsilon = 0,787$; $F[1,575; 37,798] = 1,666$; $p = ,206$; $\eta^2p = 0,065$), sem alteração na conclusão de não significância.

Em síntese, tanto a retrodica quanto o tipo de objeto influenciaram significativamente o critério de resposta dos participantes durante o Experimento 2, ao contrário do Experimento 1, no qual nenhum fator modulou o critério de forma significativa. Para fins de comparação entre os dois experimentos, o critério médio geral do Experimento 2 foi de 0,1805, superior ao do Experimento 1 (0,0767) — indicando tendência geral mais conservadora no segundo experimento. A interpretação desse padrão comparativo encontra-se na seção de discussão.

Figura 9.*Critério (c) em Função do Tipo de Objeto no Experimento 2*

Nota. Barras representam o critério médio (c) em função do tipo de retrodica (Neutra, Válida) e do tipo de objeto (Ideograma, em azul; Polígono, em cinza). Barras de erro representam erro padrão das médias (EPM). * indica diferença significativa, $p < ,05$.

4. Discussão

4.1. Balanço das hipóteses

O presente estudo investigou o papel da profundidade estereoscópica e da retrodica sobre o desempenho em uma tarefa de MOV, por meio de dois experimentos com

delineamentos complementares. Antes de interpretar os achados, convém mapear em que medida as hipóteses formuladas foram confirmadas, parcialmente confirmadas ou refutadas.

No Experimento 1, a hipótese de que estímulos tridimensionais produziram maior acurácia do que bidimensionais foi confirmada: tanto o plano P-1 quanto o plano P+1 produziram desempenho significativamente superior a P-0 ($p_{Holm} = ,047$ e $p_{Holm} = ,012$, respectivamente), sem diferença significativa entre si ($p_{Holm} = ,525$) — padrão que, como detalhado adiante, não se replica de forma completa para a sensibilidade (d'), na qual apenas o plano P+1 alcançou significância em relação a P-0.

A hipótese de que a retrodica válida ampliaria seletivamente esse benefício nos planos tridimensionais não foi confirmada: a interação Retrodica $\times$ Plano não foi significativa ($F[2, 48] = 0,691$; $p = ,506$; $\eta^2p = 0,028$), indicando que o efeito da retrodica válida sobre a acurácia não variou de forma significativa entre os planos de profundidade.

A hipótese de redução de TR mais pronunciada nas condições tridimensionais não foi confirmada: embora a retrodica válida tenha produzido reduções significativas de TR em geral ($F[1, 24] = 73,685$; $p < ,001$), nem o efeito principal do Plano ($F[2, 48] = 0,578$; $p = ,565$) nem a interação Retrodica $\times$ Planos ($F[2, 48] = 0,415$; $p = ,663$) atingiram significância, indicando que o benefício temporal da retrodica não variou de forma significativa entre os planos de profundidade.

A hipótese de que estímulos tridimensionais produziram maior sensibilidade (d') do que estímulos bidimensionais foi parcialmente confirmada: apenas o plano P+1 produziu d' significativamente superior a P-0 ($p_{Holm} = ,010$), enquanto P-1 apresentou apenas uma tendência não significativa na mesma direção ($p_{Holm} = ,059$); P-1 e P+1 não diferiram entre si ($p_{Holm} = ,453$).

No Experimento 2, a hipótese de benefício geral da retrodica válida foi confirmada em acurácia, TR e d' . A previsão mais específica — de que esse benefício em d' seria maior nas

condições com retrodica tridimensional — não foi confirmada: o efeito da retrodica foi geral, sem interação significativa com o plano.

O mesmo se aplica à predição equivalente para a acurácia: a hipótese de que a retrodica válida produziria vantagem adicional nas condições tridimensionais não foi confirmada. Os dados não revelam nenhuma especificidade de plano para o efeito da retrodica sobre a acurácia: nem a interação Retrodica $\times$ Plano ($F[1,617; 38,811] = 0,868; p = ,407; \eta^2p = 0,035$) nem a interação tripla Retrodica $\times$ Resposta $\times$ Plano ($F[2, 48] = 1,377; p = ,262; \eta^2p = 0,054$) atingiram significância. O benefício da retrodica válida sobre a acurácia mostrou-se geral, sem modulação significativa pelo plano de profundidade — padrão que converge com o já observado para a sensibilidade (d').

A hipótese de que a condição inteiramente bidimensional produziria pior desempenho foi parcialmente confirmada no TR: o plano Controle produziu tempos de reação significativamente mais lentos do que o plano Frente. Em acurácia, contudo, essa hipótese não encontrou sustentação: o fator Plano não apresentou significância isoladamente, nem em interação com a retrodica ou com o tipo de resposta.

A hipótese de estabilidade do critério foi refutada no Experimento 2: tanto a Retrodica ($F[1, 24] = 13,241; p = ,001; \eta^2p = 0,356$) quanto o tipo de Objeto ($F[1, 24] = 6,405; p = ,018; \eta^2p = 0,211$) produziram variação significativa no critério de resposta — um contraste direto com o Experimento 1, no qual nenhum fator modulou o critério de forma significativa, discutido na seção 4.3.

Um achado que perpassa os dois experimentos é o papel específico da condição bidimensional (P-0), embora de forma distinta em cada medida: no Experimento 1, ela consistentemente produziu o pior desempenho em acurácia e em sensibilidade, sem que a retrodica alterasse esse padrão; no Experimento 2, a condição P-0 não se destacou em acurácia, mas manteve um papel central no tempo de reação — os tempos de resposta mais

lentos de todo o delineamento ocorreram justamente quando tanto os estímulos quanto a retrodica permaneciam bidimensionais, conforme detalhado na seção 4.3. Compreender por que a ausência de profundidade — seja nos estímulos, seja na dica — ocupa um papel tão específico em cada medida de desempenho, em cada delineamento, é o fio condutor da discussão que se segue.

4.2. Profundidade como propriedade do estímulo (Experimento 1)

Acurácia e TR

O resultado mais robusto do Experimento 1 é o benefício de sensibilidade (d') proporcionado pela profundidade estereoscópica aos estímulos-alvo. Quando os estímulos são apresentados em profundidade — seja à frente ou atrás do plano de referência —, tornam-se mais discrimináveis na memória do que quando apresentados no plano bidimensional. Esse achado é consistente com a hipótese de que a adição de uma dimensão espacial enriquece o traço de memória, tornando-o mais distinto e, portanto, menos suscetível à interferência entre representações (Sengupta, 2025). É também convergente com os achados de Sarno e Neider (2022), que demonstraram que a profundidade estereoscópica beneficia o desempenho em tarefas de maior demanda cognitiva — e uma tarefa de memorização de três itens com retrodica representa, de fato, uma demanda moderada a alta sobre a capacidade estimada da MOV.

O padrão de acurácia converge parcialmente com o observado em d' : assim como em acurácia, o plano P+1 produziu desempenho significativamente superior ao plano P-0 em sensibilidade ($t[24] = -3,261$; $p_{Holm} = ,010$); no entanto, diferentemente da acurácia — em que tanto P-1 quanto P+1 superaram significativamente P-0 —, o plano P-1 apresentou em d' apenas uma tendência não significativa na mesma direção ($t[24] = 2,313$; $p_{Holm} = ,059$), sem diferença significativa entre P-1 e P+1 ($t[24] = -0,764$; $p_{Holm} = ,453$). Essa divergência

parcial entre as duas medidas é retomada com maior profundidade teórica adiante, na subseção Sensibilidade e Critério.

Uma explicação plausível para o pior desempenho em acurácia do plano P-0 entre os três planos reside na disponibilidade de uma âncora de individuação espacial. Quando todos os estímulos estão no plano bidimensional — e, portanto, no mesmo plano perceptual que o fundo da interface —, a ausência de separação figura-fundo no eixo de profundidade pode aumentar a competição entre representações mnemônicas, dificultando a individuação dos itens. Nos planos tridimensionais, a deslocação do arranjo inteiro em relação ao plano do monitor introduz uma descontinuidade perceptual — entre os estímulos e o plano neutro da interface — que pode funcionar como âncora de individuação e reduzir a competição entre representações. Esse argumento é convergente com os achados de Xu e Nakayama (2007), que demonstraram que distribuir itens por diferentes planos de profundidade aumenta a capacidade efetiva da MOV, e com a replicação em realidade virtual de Chunharas et al. (2019) — e é coerente com o princípio geral de interferência neural entre representações sem separação espacial suficiente (Sengupta, 2025), ainda que no presente delineamento essa separação ocorra entre o arranjo como um todo e o plano de referência, e não entre os estímulos dentro do próprio arranjo. A profundidade, nessa leitura, não apenas enriquece o traço de memória de cada item individual, mas reduz a interferência entre itens ao introduzir uma dimensão de separação adicional — explicação consistente com o fato de que o benefício de P-1 e P+1 sobre P-0 foi equivalente entre si, já que ambos os planos introduzem essa descontinuidade, independentemente da direção da disparidade.

O efeito principal da retrodica sobre o TR — com redução de aproximadamente 271ms nas provas de retrodica válida em relação às neutras ($F[1, 24] = 73,685; p < ,001; \eta^2p = 0,754$) — é consistente com o mecanismo de acesso antecipado (*retrieval head start*) descrito por Souza e Oberauer (2016): a retrodica permite ao sistema iniciar o processo de

recuperação e acumulação de evidência mnemônica durante o intervalo de retenção, de modo que, quando o estímulo-alvo aparece, o limiar decisório já está parcialmente atingido. Essa interpretação encontra respaldo direto em evidência experimental recente: ao testar sistematicamente os mecanismos propostos por Souza e Oberauer (2016), Hautekiet e Oberauer (2026) concluíram que a antecipação da recuperação é o candidato mais plausível para explicar especificamente os benefícios de tempo de reação associados à retrodica, ainda que a remoção ativa e o fortalecimento atencional não tenham recebido sustentação equivalente para o benefício comportamental geral. Adicionalmente, o intervalo de 2500ms entre o desaparecimento da retrodica preenchida e a apresentação do estímulo-teste no presente paradigma é compatível com uma contribuição complementar da proteção contra o decaimento temporal: os mesmos autores demonstraram, tanto para materiais verbais quanto visuais, que representações não indicadas pela retrodica sofrem decaimento nos primeiros segundos após a codificação, ao passo que a representação indicada permanece protegida desse decaimento — mecanismo que pode operar em conjunto com o acesso antecipado na explicação do robusto benefício de TR observado.

Esse mecanismo opera em ambas as condições de resposta "igual" e "diferente", embora de forma assimétrica — conforme revelado pela interação Resposta $\times$ Retrodica ($F[1, 24] = 15,755$; $p < ,001$; $\eta^2p = 0,396$): os testes *post hoc* de Holm confirmaram aceleração significativa em ambas as condições de memória (Resposta "igual": $t[24] = 7,786$, $p_{Holm} < ,001$; Resposta "diferente": $t[24] = 6,017$, $p_{Holm} < ,001$), mas o benefício foi consideravelmente mais pronunciado na condição "igual" (redução de aproximadamente 363ms) do que na condição "diferente" (redução de aproximadamente 180ms). Esse padrão sugere que o acesso antecipado não é restrito ao processamento de itens conhecidos, mas beneficia de forma desigual a busca por correspondência e a rejeição de novidades — sendo mais eficaz quando o sistema já dispõe de uma representação positiva específica a recuperar

do que quando precisa confirmar a ausência de correspondência entre o estímulo-teste e os itens armazenados.

Notavelmente, o fator Plano não produziu efeito significativo sobre o TR no Experimento 1 — em contraste direto com o Experimento 2, no qual esse mesmo fator foi significativo. Esse resultado negativo é teoricamente relevante: ele sugere que a profundidade nos estímulos enriquece a representação mnemônica sem acelerar o acesso a ela. Em outras palavras, a profundidade opera sobre a qualidade do traço — refletida em acurácia e d' — e não sobre a velocidade de sua recuperação. Esse padrão é consistente com a hipótese de que o benefício de individuação proporcionado pela profundidade se manifesta durante a fase de retenção, e não na fase de recuperação propriamente dita: o traço mais rico permanece mais acessível durante a priorização atencional, mas o tempo necessário para acessá-lo não é sistematicamente reduzido. A distinção entre essas duas formas de benefício — qualitativo (acurácia, d') versus quantitativo (TR) — ganhará clareza adicional no Experimento 2, onde a profundidade aplicada à retrodica produz efeito significativo sobre o TR mas não sobre d' em função do plano, invertendo exatamente o padrão observado aqui.

A ANOVA de medidas repetidas não revelou interação significativa entre Objeto e Planos no TR ($F[2, 48] = 1,294$; $p = ,284$; $\eta^2_p = 0,051$). Esse resultado indica que o impacto do plano de profundidade sobre a velocidade de resposta não diferiu de forma significativa entre ideogramas e polígonos no presente paradigma, e que a hipótese de um perfil temporal distinto entre as duas categorias de estímulos — eventualmente atribuível à recodificação verbal diferencial discutida na seção 4.4 — não encontra sustentação nos dados de TR do Experimento 1. As diferenças entre ideogramas e polígonos observadas em d' e em critério (seção 4.4) permanecem, portanto, a base empírica mais robusta para essa discussão, sem suporte adicional vindo do TR.

Sensibilidade e Critério

O fato de que apenas o plano P+1 produziu d' significativamente superior ao plano bidimensional ($t[24] = -3,261$; $p_{Holm} = ,010$), enquanto o plano P-1 apresentou apenas uma tendência não significativa na mesma direção ($t[24] = 2,313$; $p_{Holm} = ,059$), sem diferença significativa entre P+1 e P-1 ($t[24] = -0,764$; $p_{Holm} = ,453$), constitui um padrão parcialmente assimétrico que contrasta com a simetria observada em acurácia (subseção anterior). Essa assimetria é teoricamente relevante à luz da proposta de Reeves e Qian (2021), segundo a qual a disparidade cruzada — que posiciona o estímulo perceptualmente mais próximo do observador, no espaço peripessoal, e corresponde ao plano P+1 (Frente) do presente delineamento — teria prioridade evolutiva sobre a disparidade não cruzada (P-1, Trás) na alocação de recursos atencionais e mnemônicos, por sua relevância adaptativa para objetos em aproximação. O presente padrão de d' é compatível com essa hipótese: o benefício de sensibilidade apresentou significância estatística apenas na condição de disparidade cruzada, ao passo que a disparidade não cruzada produziu efeito na mesma direção, porém sem robustez estatística suficiente. Esse achado diverge do observado por Nemes et al. (2024), que documentaram dinâmicas temporais distintas entre disparidades cruzadas e não cruzadas mas não uma assimetria de magnitude comparável, e é parcialmente convergente com os padrões de benefício não simétrico entre disparidades reportados por H. Liu et al. (2025) em outras medidas de MOV.

Importa notar que essa assimetria é específica à sensibilidade discriminativa: a acurácia não revelou diferença significativa entre P-1 e P+1, com ambos superando significativamente P-0. Essa dissociação parcial entre as duas medidas — ainda que apontem na mesma direção geral de benefício da profundidade — reforça a relevância de investigações futuras sobre as condições que favorecem ou atenuam a assimetria entre disparidades cruzadas e não cruzadas na MOV.

Isso não invalida a interpretação de que a profundidade funciona, de modo geral, como âncora de individuação mnemônica: mesmo a disparidade não cruzada (P-1) apresentou tendência de benefício na mesma direção da disparidade cruzada, e ambas superaram numericamente o plano bidimensional. A diferença entre as duas parece ser de magnitude e robustez estatística, não de direção do efeito. Ainda assim, o fato de que apenas a disparidade cruzada atingiu significância convencional sugere que a direção da separação de profundidade em relação ao plano do monitor pode não ser inteiramente irrelevante para a sensibilidade discriminativa, ao contrário do que uma leitura baseada exclusivamente em acurácia sugeriria.

A ausência de variação significativa no critério (c) em qualquer condição do Experimento 1 permanece igualmente informativa: ela confirma que os efeitos observados em acurácia e d' não são artefatos de mudança de estratégia de resposta, mas refletem variações genuínas na qualidade do traço de memória — e, notavelmente, uma análise baseada exclusivamente em acurácia não teria revelado a assimetria entre disparidades agora identificada especificamente na sensibilidade discriminativa (Hautus et al., 2021).

4.3. Profundidade como propriedade da retrodica (Experimento 2)

Acurácia e TR

O Experimento 2 produziu um padrão de resultados que diverge do Experimento 1 em um aspecto central: o critério — estável em todas as condições do Experimento 1 — passa a variar em função da retrodica e do tipo de objeto, revelando um efeito que a presença de profundidade nos estímulos havia mascarado. Em contraste, o padrão de acurácia manteve-se mais próximo do observado no primeiro experimento: o benefício da retrodica válida — robusto e amplamente replicado na literatura (Gunseli et al., 2015) — permaneceu geral e não variou de forma significativa em função do plano de profundidade da retrodica (Retrodica $\times$ Plano: $F[1,617; 38,811] = 0,868$; $p = ,407$; $\eta^2_p = 0,035$; interação tripla Retrodica $\times$ Resposta

× Plano: $F[2, 48] = 1,377$; $p = ,262$; $\eta^2p = 0,054$). No Experimento 1, de forma semelhante, a retrodica também não produziu benefício ou custo de acurácia dependente do plano de profundidade. Diferentemente da acurácia, contudo, o tempo de reação no Experimento 2 revelou uma dependência significativa do plano — um padrão discutido em detalhe a seguir.

Essa dissociação entre acurácia e TR quanto à sensibilidade ao plano sugere que, quando a profundidade é transferida dos estímulos para a retrodica, seu efeito predominante recai sobre a velocidade de processamento da dica, e não sobre a qualidade do sinal de memória priorizado. Essa interpretação é coerente com o modelo de Wang et al. (2021), segundo o qual a atenção é capturada preferencialmente por descontinuidades no volume de profundidade — e uma retrodica tridimensional em um contexto bidimensional constitui exatamente esse tipo de descontinuidade saliente. Essa lógica de saliência atencional encontra fundamento empírico específico nos dados de L. Guo et al. (2025), que demonstraram que retrodicas com maior saliência perceptual — como retrodicas de cor em comparação com retrodicas espaciais convencionais — produzem benefícios mais rápidos e robustos precisamente porque sua identificação e conversão em priorização mnemônica exigem menos recursos e tempo de processamento. A profundidade estereoscópica aplicada à retrodica espacial no Experimento 2 pode ter operado por mecanismo análogo: ao tornar a seta perceptualmente mais distinta do fundo bidimensional, a profundidade pode ter reduzido o tempo e os recursos cognitivos necessários para que a dica fosse identificada, processada e convertida em uma operação eficaz de priorização sobre o traço de memória correspondente. Anderson (2020b) oferece um enquadramento adicional para esse mecanismo: a recuperação intencional eficaz depende da adoção de um conjunto cognitivo orientado para o acesso a traços episódicos específicos — o que o autor denomina *retrieval mode* —, e as propriedades perceptuais do ambiente de recuperação podem facilitar a entrada nesse estado. Uma retrodica

tridimensional em um contexto bidimensional constituiria, nessa perspectiva, um sinal perceptualmente distintivo que acelera a adoção desse conjunto cognitivo.

Convém notar, contudo, que esse benefício de velocidade provavelmente operou predominantemente pelo componente de redirecionamento atencional, e não necessariamente por uma intensificação da remoção dos itens não indicados. Fu et al. (2022) demonstraram que atenção e armazenamento são processos funcionalmente dissociáveis na MOV: o redirecionamento atencional — indexado pela potência alfa lateralizada — pode ocorrer de forma robusta sem que haja correspondente alteração no armazenamento mnemônico dos itens não indicados, indexada pela CDA. Essa dissociação é coerente com o fato de a acurácia não ter variado de forma significativa em função do plano da retrodica: o benefício observado concentrou-se na velocidade de acesso ao traço indicado, sem evidência de um ganho qualitativo correspondente na retenção dos itens não indicados.

O padrão de TR no Experimento 2 oferece evidência adicional para essa interpretação. O plano P-0 — no qual tanto os estímulos quanto a retrodica permaneciam bidimensionais, sem qualquer componente de profundidade — produziu TR significativamente mais lento do que os planos tridimensionais, nos quais a retrodica era apresentada em profundidade. Isso sugere que a tridimensionalidade da retrodica funciona como amplificador de saliência atencional: ao tornar a dica perceptualmente mais distinta, ela facilita o acesso à representação mnemônica correspondente, reduzindo a latência de resposta. Cumpre notar, contudo, que esse efeito do plano sobre o TR foi um efeito principal ($F[2, 48] = 6,167; p = ,004; \eta^2p = 0,204$), e não uma interação com a validade da retrodica: a interação Retrodica $\times$ Planos não apresentou significância ($F[1,605; 38,530] = 0,442; p = ,603; \eta^2p = 0,018$), o que significa que retrodicas neutras apresentadas em profundidade também foram respondidas mais rapidamente do que retrodicas neutras bidimensionais. Esse padrão sugere que, além do amplificador de saliência atencional discutido acima — que pressupõe a validade informativa

da dica —, pode haver uma contribuição de um componente de alerta (*alerting*) puramente sensorial, decorrente da própria tridimensionalidade da retrodica, independentemente de sua validade.

A distinção entre esses dois componentes não pode ser resolvida com os dados comportamentais disponíveis e é retomada como limitação na seção 4.6. Esse padrão é consistente com o papel do acesso antecipado (*retrieval head start*) na explicação dos efeitos de TR associados à retrodica, identificado por Hautekiet e Oberauer (2026) como o mecanismo mais robusto para esse tipo de medida. A ausência desse amplificador na condição controle — onde tanto dica quanto estímulos são bidimensionais — resulta em maior tempo de processamento mesmo quando a acurácia não é comprometida de forma equivalente. Essa dissociação é consistente com a ausência de interação significativa entre plano da retrodica e tipo de retrodica na sensibilidade (d') do Experimento 2: o benefício da dica tridimensional se manifestou de forma geral em acurácia e TR, sem a assimetria entre planos que seria esperada se a remoção diferencial dos itens não indicados fosse o mecanismo predominante.

O maior TR na condição controle pode refletir um custo duplo — a menor saliência atencional da dica bidimensional e a maior competição entre representações mnemônicas sem separação de profundidade —, ambos já discutidos no contexto do Experimento 1 (seção 4.2) e aqui reatualizados.

A interação tripla entre Retrodica, Objeto e Planos foi estatisticamente significativa. Sua origem está concentrada em uma única condição: a combinação de retrodica válida, estímulo ideograma e plano Frente produziu o tempo de reação mais rápido de todo o delineamento, diferindo de forma significativa apenas das condições mais lentas envolvendo retrodica neutra (Polígono/Trás e Ideograma/Controle). Esse padrão sugere que o benefício conjunto da validade da dica e da profundidade tridimensional favorável não se distribui uniformemente entre os tipos de estímulo: ele parece se concentrar nas condições em que a

retrodica válida já reduz a carga de busca (ideogramas) e a profundidade favorece a saliência perceptual (Frente), produzindo um efeito de "melhor caso" que se destaca estatisticamente do conjunto das demais 64 comparações, todas não significativas após a correção de Holm. Dada a natureza pontual desse efeito — restrito a duas das 66 comparações possíveis —, sua interpretação deve ser tratada com cautela, e futuros estudos com maior poder estatístico seriam necessários para determinar se esse padrão de melhor caso se replica.

Sensibilidade e Critério

No Experimento 2, ao contrário do Experimento 1, a variável Plano não foi o principal determinante da sensibilidade (d') — o efeito não atingiu significância ($F[2, 48] = 0,998$; $p = ,376$; $\eta^2p = 0,040$). Os fatores mais relevantes foram a Retrodica ($F[1, 24] = 28,798$; $p < ,001$; $\eta^2p = 0,545$) e o tipo de Objeto ($F[1, 24] = 7,609$; $p = ,011$; $\eta^2p = 0,241$). A retrodica válida produziu maior d' do que a neutra — resultado esperado e convergente com a literatura —, mas a diferença entre ideogramas e polígonos na sensibilidade foi um achado novo que merece interpretação própria, tratada na subseção seguinte.

A variação significativa do critério (c) em função do tipo de objeto — com ideogramas produzindo critério mais liberal e polígonos critério mais conservador — foi um dos dois resultados do Experimento 2 em que o critério variou de forma significativa, ao lado do efeito principal da Retrodica (discutido adiante). O Experimento 1 não registrou esse tipo de variação em nenhum dos fatores investigados. A interpretação do efeito de Objeto é abordada em conjunto com a discussão sobre as diferenças entre as categorias de estímulos, a seguir. O fato de essa variação ter sido observada apenas no Experimento 2 — onde os estímulos permaneceram bidimensionais — sugere que a tridimensionalidade dos estímulos no Experimento 1 pode ter nivelado as diferenças de critério entre as categorias, ao fornecer

uma âncora de codificação comum que reduziu a variabilidade individual na estratégia de resposta.

É relevante notar que Pertzov et al. (2013), em paradigma de retrodica com diferentes intervalos de retenção, não observaram variação de critério em função das condições experimentais — um padrão que se replicou no Experimento 1 do presente estudo, mas não no Experimento 2. A variação de critério associada ao tipo de objeto, especificamente, não parece decorrer do mecanismo de retrodica em si, mas das diferenças entre categorias de estímulos que emergem quando a profundidade não está presente nos itens a serem memorizados — achado que reforça a hipótese de que a tridimensionalidade dos estímulos nivela diferenças estratégicas individuais na fase decisória.

Diferentemente do Experimento 1, o critério (c) também foi modulado pela retrodica no Experimento 2: o efeito principal da Retrodica foi significativo ($F[1, 24] = 13,241$; $p = ,001$; $\eta^2p = 0,356$), com critério significativamente mais conservador na retrodica neutra ($M = 0,2533$; $DP = 0,4411$) do que na válida ($M = 0,1077$; $DP = 0,3703$). Isso indica que, quando a profundidade é aplicada à própria dica — e não aos estímulos-alvo —, seu efeito deixa de se restringir à sensibilidade discriminatória: a retrodica tridimensional no Experimento 2 tanto ampliou o d' quanto deslocou o critério para um padrão mais liberal. A dissociação funcional entre d' e c prevista pela TDS (Hautus et al., 2021) mostra-se, portanto, específica ao Experimento 1, no qual a retrodica influenciou a sensibilidade sem alterar o critério; no Experimento 2, os dois parâmetros se movem conjuntamente sob a validade da dica.

4.4. Ideogramas vs. polígonos — complexidade e recodificação verbal

As diferenças de desempenho entre ideogramas e polígonos constituem um dos fios interpretativos mais delicados do presente estudo, precisamente porque duas hipóteses

concorrentes — ambas teoricamente sustentadas — produzem previsões parcialmente sobrepostas para os dados observados.

A primeira hipótese é a de complexidade configuracional diferencial, ancorada nas contribuições de Alvarez e Cavanagh (2004): ideogramas e polígonos, embora pareados em número de traços e vértices constitutivos, podem diferir em sua complexidade informacional efetiva para a MOV. A complexidade de um estímulo visual não é determinada exclusivamente pelo número de elementos, mas pela forma como esses elementos se organizam — sua conectividade, simetria, e grau de redundância configuracional. Se ideogramas apresentam maior regularidade estrutural do que polígonos irregulares, eles podem ser codificados de forma mais eficiente no esboço visuoespacial, resultando em traços de memória mais distintos e em maior sensibilidade discriminatória. Essa hipótese é consistente com o resultado de maior d' para ideogramas no Experimento 2 ($M = 1,60$ vs. $M = 1,35$ para polígonos), bem como com o maior sucesso nas respostas "igual" de ideogramas em comparação com polígonos nesse mesmo experimento.

A segunda hipótese é a da recodificação verbal diferencial, derivada do modelo multicomponente de Baddeley et al. (2020) e das evidências de Brandimonte et al. (1992): ideogramas, por sua semelhança formal com sistemas de escrita, podem evocar processos de nomeação espontânea com maior frequência do que polígonos irregulares, recrutando a alça fonológica como suporte mnemônico adicional. Nesse caso, a vantagem dos ideogramas não refletiria uma diferença de complexidade configuracional objetiva, mas uma diferença na extensão em que o sistema recruta recursos de um subsistema auxiliar. Essa hipótese é consistente com a diferença de critério observada no Experimento 2: participantes adotaram critério mais liberal para ideogramas — maior propensão a responder "igual" — o que pode refletir maior confiança subjetiva na representação mnemônica, possivelmente sustentada por um rótulo verbal que ancora a memória visual.

Além da diferença entre categorias, a comparação interexperimentos revela um segundo padrão relevante: os critérios médios do Experimento 2 foram consistentemente mais conservadores (mais próximos de zero) do que os do Experimento 1 em todas as condições. Essa diferença global de posicionamento decisório entre os experimentos pode refletir a ausência de profundidade nos estímulos do Experimento 2: quando os estímulos são tridimensionais (Experimento 1), a riqueza perceptual da cena pode induzir maior confiança na representação mnemônica, resultando em critério mais liberal — maior disposição para responder "igual" mesmo com evidência moderada. Quando os estímulos são bidimensionais (Experimento 2), a percepção de menor distintividade dos traços pode ter levado os participantes a adotar postura mais cautelosa. Essa hipótese é consistente com a ideia de que o critério reflete não apenas estratégia de resposta, mas a confiança subjetiva do participante na qualidade de seus traços de memória — e que traços enriquecidos por dimensões adicionais de codificação (como a profundidade) parecem aumentar essa confiança de forma mensurável.

Os dados disponíveis não permitem dissociar empiricamente essas duas hipóteses. Para fazê-lo, seria necessário, no mínimo, um estudo de normatização de nomeabilidade dos estímulos — no qual participantes independentes tentassem nomear cada ideograma e polígono, permitindo quantificar a consistência e a facilidade de nomeação de cada categoria — e, idealmente, uma condição de supressão articulatória que impedisse a recodificação verbal durante a tarefa de memorização. A ausência dessas medidas constitui uma limitação do presente estudo, discutida na subseção correspondente. Não obstante, o padrão diferencial entre os dois experimentos oferece evidência indireta relevante para avaliar as duas hipóteses. No Experimento 1 — onde a profundidade estava presente nos estímulos —, as diferenças de sensibilidade (d') entre ideogramas e polígonos foram mínimas e não atingiram significância, sugerindo que a âncora tridimensional nivelou as diferenças entre categorias. De fato, a

tendência observada no Experimento 1 ($p = 0,072$) é compatível com a mesma direção do efeito que emerge de forma significativa no Experimento 2 ($p = 0,013$) — sugerindo que a diferença entre categorias não foi criada pela ausência de profundidade, mas apenas revelada por ela. A profundidade nos estímulos do Experimento 1 pode ter suprimido essa diferença ao fornecer uma âncora de codificação tão robusta que tornou a estratégia de recodificação verbal menos determinante para o desempenho — um argumento parcial que estudos futuros com maior poder amostral poderiam testar diretamente.

No Experimento 2 — sem profundidade nos estímulos —, a vantagem dos ideogramas em d' emergiu de forma significativa ($M = 1,60$ vs. $M = 1,35$; $p = ,011$). Esse padrão é mais compatível com a hipótese de recodificação verbal do que com a de complexidade configuracional pura: se a diferença entre as categorias fosse exclusivamente estrutural — uma função da organização geométrica dos traços ou vértices —, ela deveria persistir independentemente da presença de profundidade nos estímulos, pois a complexidade configuracional dos estímulos não varia entre os dois experimentos. A interpretação alternativa é que a profundidade nos estímulos forneceu uma âncora de codificação adicional que tornou a estratégia de recodificação verbal menos determinante para o desempenho — e que, sem essa âncora no Experimento 2, a diferença estratégica entre as categorias emergiu. Essa interpretação permanece especulativa na ausência de medida direta de nomeabilidade, mas constitui uma hipótese testável para investigações futuras.

O que os dados permitem afirmar com maior segurança é que as duas categorias de estímulos se comportam de forma qualitativamente distinta em várias condições experimentais — e que essa distinção é sistematicamente modulada pela presença ou ausência de profundidade nos estímulos e nas retrodicas. No Experimento 1, ideogramas e polígonos produziram padrões de desempenho relativamente similares em acurácia e d' , sugerindo que a profundidade nos estímulos pode ter funcionado como um fator de nivelamento —

fornecendo uma âncora de codificação comum que reduziu a influência das características bidimensionais diferenciais entre as categorias. No Experimento 2, sem essa âncora nos estímulos, as diferenças entre as categorias emergiram de forma mais pronunciada, especialmente em d' e critério — o que sugere que as características bidimensionais intrínsecas dos estímulos se tornam mais determinantes quando a profundidade não está disponível como dimensão de codificação primária.

Um padrão adicional merece destaque: no Experimento 1, a resposta "igual" de polígonos constituiu a condição de menor acurácia geral — sugerindo que traços visuais sem âncora tridimensional e sem suporte verbal são os mais vulneráveis ao decaimento. No Experimento 2, essa vulnerabilidade permaneceu concentrada exclusivamente na resposta "igual" de polígonos ($M = 65,03\%$), significativamente inferior à mesma resposta com ideogramas ($M = 73,42\%$; Seção 3.2.1). A vantagem dos ideogramas, contudo, não se estende à resposta "diferente": ideogramas e polígonos são detectados como "diferentes" com acurácia virtualmente idêntica ($81,52\%$ vs. $81,50\%$). Esse padrão mais simples — uma vantagem específica dos ideogramas restrita à resposta "igual", sem contrapartida vantajosa dos polígonos na resposta "diferente" — permanece compatível com a hipótese de recodificação verbal diferencial: ideogramas, ao recrutar suporte fonológico, teriam seus traços de identidade melhor preservados, favorecendo especificamente o reconhecimento de itens repetidos. Esse argumento permanece especulativo na ausência de medidas de nomeabilidade, mas gera uma previsão testável específica: em condição de supressão articulatória, a vantagem de ideogramas na resposta "igual" deveria ser eliminada ou atenuada.

4.5. O debate objeto vs. espaço à luz dos dois experimentos

Retomando a questão anunciada na introdução — se a profundidade, enquanto propriedade espacial, beneficia ou prejudica a memória para objetos —, os resultados dos dois

experimentos, tomados em conjunto, oferecem uma contribuição específica ao debate entre memória baseada no objeto e memória baseada no espaço (Bleckley et al., 2015; Galera et al., 2016; Shen et al., 2013): a resposta não é unitária, mas dependente do contexto — especificamente, do ponto da cadeia cognitiva em que as informações de profundidade são introduzidas.

Quando a profundidade é uma propriedade do próprio objeto a ser memorizado (Experimento 1), ela age como um enriquecedor do traço de memória — aumentando a sensibilidade e, em condições específicas, a acurácia —, o que é consistente com uma visão de que informações espaciais integradas ao objeto fortalecem sua representação mnemônica. Isso se alinha com a posição de Shen et al. (2013), que argumenta em favor da robustez da codificação baseada no objeto: a profundidade, nesse caso, seria uma característica adicional do objeto, não uma dimensão espacial independente.

Quando a profundidade é uma propriedade da dica atencional (Experimento 2), o padrão é diferente: a tridimensionalidade da retrodica beneficia o desempenho independentemente de corresponder ou não ao plano dos estímulos, funcionando como um sinal de saliência atencional — o custo, visível principalmente no TR, concentra-se justamente na condição oposta, em que tanto estímulo quanto dica carecem de qualquer componente de profundidade (P-0). Isso é consistente com a posição de Bleckley et al. (2015), que enfatiza o papel das diferenças individuais e contextuais na primazia da codificação por objeto ou por espaço: a ausência de qualquer pista espacial adicional — seja no objeto, seja na dica — cria exatamente o tipo de ambiguidade objeto-espaço que essa linha de pesquisa prevê como fonte de variabilidade de desempenho.

Esse conjunto de resultados ilumina um mecanismo específico pelo qual espaço e objeto não se opõem, mas se articulam: a profundidade, ao ampliar o andaime mnemônico disponível para individuação (B. Liu et al., 2026), torna cada objeto mais acessível à

priorização atencional — sem substituir suas características como unidade de armazenamento. Em conjunto, esses resultados sugerem que o debate objeto vs. espaço não tem uma resposta universal, mas uma resposta dependente do contexto — especificamente, do ponto da cadeia cognitiva em que as informações espaciais são introduzidas. Essa conclusão é coerente com a visão de modelos de recursos flexíveis (Alvarez & Cavanagh, 2004; Bays et al., 2009), segundo os quais o sistema aloca recursos de forma oportunista e adaptativa em função das características da tarefa — e é incompatível com modelos que postulam uma primazia fixa e universal de um sistema sobre o outro.

Essa leitura é compatível com a concepção original de arquivo de objeto proposta por Kahneman et al. (1992), segundo a qual o sistema perceptual mantém representações episódicas temporárias individuadas primariamente por coordenadas espaçotemporais. No modelo desses autores, a eficácia com que um objeto pode ser selecionado e recuperado depende criticamente de quão nitidamente ele foi individuado em seu arquivo — e essa individuação é governada por continuidade espaçotemporal, não por similaridade de conteúdo. Transposto para o presente estudo, esse princípio sugere que a profundidade estereoscópica operou, nos planos tridimensionais do Experimento 1, precisamente como um amplificador de individuação: ao acrescentar uma coordenada espaçotemporal adicional ao arquivo de objeto de cada estímulo, ela tornou cada representação mais distinta das demais e, portanto, mais acessível ao processo de priorização atencional desencadeado pela retrodica. No Experimento 2, a mesma lógica sugere uma consequência complementar: uma retrodica tridimensional que aponta para estímulos cujos arquivos de objeto não contêm coordenada de profundidade codificada não pode acessar esses arquivos por correspondência de plano — ela pode apenas aumentar o peso atencional geral da operação de busca, sem fornecer ao sistema uma pista espaçotemporal adicional que coincida com o conteúdo do arquivo. Isso é consistente com o padrão observado: o benefício da retrodica tridimensional no Experimento

2 manifestou-se de forma geral (em acurácia e TR), sem a especificidade por plano que seria esperada caso houvesse correspondência entre a coordenada da dica e a coordenada dos arquivos mnemônicos.

Essa leitura oferece também uma explicação unificada para o desempenho mais baixo observado na condição controle em ambos os experimentos: no Experimento 1, a ausência de profundidade nos estímulos limitou os arquivos de objeto a coordenadas exclusivamente planares para individuação, aumentando a sobreposição entre representações adjacentes — o que se reflete no efeito principal do Plano sobre a acurácia e a sensibilidade (d'), sem que a retrodica module esse padrão de forma significativa. No Experimento 2, por sua vez, é a ausência de profundidade tanto nos estímulos quanto na retrodica que caracteriza a condição de pior desempenho, consistente com a leitura de que a profundidade — onde quer que seja introduzida na cadeia cognitiva — fornece uma coordenada adicional de individuação que os arquivos de objeto, de outro modo, não possuiriam.

4.6. Limitações

O presente estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados e no planejamento de investigações futuras.

Poder amostral. Conforme reportado na seção de método, a análise de poder *post hoc* indicou poder de 76% para o fator "Plano" e de 67% para os fatores com dois níveis, considerando tamanho de efeito médio ($f = 0,25$). Esses valores indicam poder moderado, o que significa que efeitos de tamanho pequeno podem não ter sido detectados — especialmente nas interações de ordem superior, onde o poder efetivo é ainda menor. Os resultados nulos de algumas comparações *post hoc* devem, portanto, ser interpretados com cautela: a ausência de significância não equivale à ausência de efeito, e estudos futuros com amostras maiores poderão revelar padrões que o presente estudo não teve poder suficiente para detectar. Um

exemplo concreto dessa limitação aparece nas interações Objeto $\times$ Planos ($F[2, 48] = 2,424$; $p = ,099$; $\eta^2p = 0,092$) e Retrodica $\times$ Objeto $\times$ Planos ($F[2, 48] = 2,188$; $p = ,123$; $\eta^2p = 0,084$) do critério (c) no Experimento 1, ambas com valores de p relativamente baixos e tamanhos de efeito médios que, sob maior poder amostral, poderiam se revelar confiáveis.

Estereoagnosia não triada. Nenhum protocolo formal de triagem para estereoagnosia foi aplicado antes da coleta. A prevalência estimada de aproximadamente 7% em adultos abaixo dos 60 anos (Chopin et al., 2019) implica que, em uma amostra de 25 participantes, até dois indivíduos podem não ter percebido a profundidade estereoscópica com intensidade suficiente para que ela exercesse efeito sobre a codificação mnemônica. Essa variabilidade não controlada pode ter atenuado os efeitos de profundidade observados — ou, inversamente, introduzido ruído que dificultou a detecção de diferenças mais sutis entre as condições.

Técnica de anáglifo. A estereopsia foi manipulada por meio de anáglifos — sobreposição de imagens com filtragem monocular por lentes coloridas —, que é uma técnica de custo acessível e amplamente utilizada em pesquisa experimental, mas que apresenta limitações em relação a sistemas estereoscópicos mais sofisticados. Em particular, a filtragem por cor pode introduzir diferenças de luminância e contraste entre os olhos que não estão presentes em condições naturais de visão binocular, potencialmente confundindo efeitos de profundidade com efeitos de processamento monocular diferencial. Além disso, anáglifos são incompatíveis com estímulos coloridos — o que justificou o uso de estímulos em preto sobre fundo amarelo no presente estudo, mas limita a generalização dos achados para contextos com estímulos policromáticos. Cabe notar, adicionalmente, que o presente delineamento não permite distinguir entre dois mecanismos potencialmente responsáveis pelo benefício da profundidade: o enriquecimento do traço de memória individual de cada estímulo e a redução da interferência entre estímulos pela separação de profundidade (Chunharas et al., 2019; Xu & Nakayama, 2007). Como todos os estímulos de um dado bloco estão sempre no mesmo plano

entre si, o design atual não oferece a variação necessária para dissociar esses dois mecanismos — uma limitação que estudos futuros com arranjos de profundidade múltipla poderiam contemplar.

Confusão entre alerta sensorial e saliência atencional na retrodica tridimensional.

Conforme discutido na seção 4.3, o efeito do plano sobre o TR no Experimento 2 foi um efeito principal, não moderado pela validade da retrodica — isto é, mesmo retrodicas neutras em profundidade produziram respostas mais rápidas do que retrodicas neutras bidimensionais. Isso implica que o presente delineamento não permite dissociar um efeito de alerta sensorial de baixo nível, decorrente da mera saliência perceptual da tridimensionalidade, de um efeito genuíno de amplificação da seleção atencional pela retrodica válida. Estudos futuros que comparem sistematicamente retrodicas neutras e válidas em profundidade, controlando a saliência perceptual bruta entre as duas condições, poderão dissociar essas duas contribuições.

Nomeabilidade não testada. Como discutido na subseção anterior, as diferenças de desempenho entre ideogramas e polígonos podem refletir diferenças de complexidade configuracional, de nomeabilidade, ou de ambas — e os dados disponíveis não permitem dissociar essas hipóteses. A ausência de um teste formal de nomeabilidade dos estímulos representa uma limitação interpretativa que afeta especificamente as análises que envolvem a comparação entre categorias de estímulos.

Ausência de medida de profundidade perceptual individual. A disparidade binocular aplicada foi padronizada para todos os participantes com base em uma distância interpupilar média de 63 mm. Variações individuais na distância interpupilar — que podem ser substanciais na população geral — implicam que a profundidade percebida pode ter variado entre participantes mesmo com a mesma disparidade física aplicada. O apoio de queixo controlou a distância ao monitor, mas não a distância interpupilar individual, o que introduz uma fonte adicional de variabilidade não controlada.

Ausência de medidas neurofisiológicas. A limitação anterior refere-se à dissociação entre mecanismos de codificação; esta refere-se à dissociação entre atenção e armazenamento durante a manutenção. O presente estudo baseou-se exclusivamente em medidas comportamentais — acurácia, tempo de reação, d' e c —, o que impede determinar se os padrões observados refletem alterações no armazenamento mnemônico, no redirecionamento atencional, ou em ambos, e em que proporção. Fu et al. (2022) demonstraram que esses processos são funcionalmente dissociáveis e produzem marcadores neurais distintos — potência alfa lateralizada para a atenção, CDA para o armazenamento —, sendo que condições experimentais aparentemente similares no plano comportamental podem corresponder a mecanismos completamente distintos no plano neural. R. Guo et al. (2024) acrescentaram que a distinção entre remoção efetiva dos itens não indicados e sua manutenção em estado passivo — distinção que é central para a interpretação do custo observado na condição controle do Experimento 1 — exige esse nível de resolução metodológica para ser estabelecida de forma inequívoca. As interpretações propostas na discussão do presente trabalho são consistentes com os dados comportamentais disponíveis e ancoradas na literatura pertinente, mas permanecem inferenciais na ausência de evidência eletrofisiológica direta. Estudos futuros que combinem o paradigma de profundidade estereoscópica com retrodica com medidas de EEG — especificamente CDA e potência alfa lateralizada — poderão testar diretamente se a profundidade modula o armazenamento dos itens não indicados, o redirecionamento atencional, ou ambos de forma independente. Uma limitação metodológica adicional diz respeito à ausência de medidas diretas de interferência entre itens durante a fase de recuperação. O presente estudo mensura o custo comportamental final — a queda de acurácia — mas não permite determinar se esse custo reflete especificamente esquecimento induzido pela recuperação, nos termos descritos por Anderson (2020a), ou outras formas de interferência entre representações coplanares. A inclusão de um paradigma de prática de

recuperação com sondagem independente dos itens não indicados — procedimento que permite distinguir se o custo se generaliza a pistas independentes, evidenciando assim inibição genuína, ou se permanece vinculado às pistas originais, sugerindo bloqueio associativo — representaria uma direção metodológica relevante para investigações futuras.

Ausência de medida implícita de andaime espacial. Uma última limitação diz respeito à ausência de uma medida implícita do "andaime espacial" utilizado pelos participantes durante a seleção mnemônica. B. Liu et al. (2026) demonstraram que vieses no comportamento ocular fixacional durante a retrodica constituem um marcador sensível e implícito do código espacial efetivamente em uso na MOV — permitindo, por exemplo, distinguir quando a distância foi incorporada ao andaime mnemônico e quando foi abstraída, sem requerer dos participantes qualquer julgamento explícito sobre a posição dos itens memorizados. A ausência de rastreamento ocular no presente estudo impede avaliar se, nos planos tridimensionais, a profundidade foi efetivamente incorporada ao andaime espacial das representações mnemônicas ou se os benefícios observados emergiram por outros mecanismos — como aumento de saliência perceptual durante a codificação, independentemente de seu papel como dimensão de individuação durante a retenção.

4.7. Implicações e direções futuras

Os achados do presente estudo têm implicações tanto para a pesquisa básica em MOV quanto para o design de ambientes e interfaces que dependem de memória visual em contextos tridimensionais.

No plano teórico, os resultados sugerem que a profundidade estereoscópica não é um fator neutro para a MOV — ela modula ativamente a qualidade dos traços de memória quando presente nos estímulos, e modula a eficácia dos mecanismos de priorização atencional quando presente nas dicas. Essa dupla função implica que modelos de MOV que tratam a

profundidade como uma dimensão adicional equivalente às dimensões planares podem estar subestimando a especificidade dos mecanismos envolvidos. A distinção entre profundidade como propriedade do objeto e profundidade como propriedade do contexto atencional pode ser um eixo organizador produtivo para futuras investigações.

No plano metodológico, os resultados reforçam a relevância da *TDS* como ferramenta analítica em estudos de MOV: a dissociação entre d' e c observada no Experimento 1 — onde o plano de profundidade produziu variação significativa na sensibilidade discriminatória sem qualquer deslocamento significativo do critério de resposta — seria invisível em análises baseadas exclusivamente em acurácia bruta. Estudos futuros que não utilizem a *TDS* podem estar sistematicamente confundindo efeitos de sensibilidade com efeitos de viés de resposta.

No plano aplicado, os resultados sugerem que interfaces e ambientes que dependem de memória visual em contextos tridimensionais — como o trânsito, sistemas de visualização médica, cockpits de aeronaves ou ambientes de realidade virtual — podem se beneficiar do uso estratégico de profundidade estereoscópica para organizar informações de alta demanda mnemônica. A separação de itens críticos no eixo de profundidade pode reduzir a interferência entre representações e aumentar a eficácia de sinais atencionais — efeito análogo ao observado nos planos tridimensionais do Experimento 1 e na saliência das retrodicas tridimensionais do Experimento 2.

Seis direções de investigação futura emergem diretamente das limitações e achados do presente estudo. Primeira, a replicação com triagem formal para estereoagnosia e com medida individual de distância interpupilar permitiria controlar as fontes de variabilidade individual não controladas no presente estudo.

Segunda, a condução de um estudo de normatização de nomeabilidade dos estímulos — utilizando os mesmos ideogramas e polígonos com uma amostra independente —

permitiria dissociar empiricamente as hipóteses de complexidade configuracional e recodificação verbal.

Terceira, a replicação em paradigmas de realidade virtual com tecnologia de campo de luz ou varifocal, que mitiga o conflito vergência-acomodação (H. Liu et al., 2025), permitiria aumentar a validade ecológica dos achados e investigar se os padrões observados se generalizam para ambientes de profundidade mais naturais.

Quarta, a manipulação sistemática da distância interpupilar como variável independente — ou sua medição e uso como covariável — permitiria quantificar a influência dessa fonte de variabilidade sobre os efeitos de profundidade observados.

Quinta, a replicação do presente paradigma com rastreamento ocular permitiria avaliar, por meio de vieses fixacionais durante a seleção mnemônica, se a profundidade estereoscópica é efetivamente incorporada ao andaime espacial da MOV como dimensão de individuação — e em quais condições é abstraída como redundante, à semelhança do que B. Liu et al. (2026) demonstraram para a distância em *displays* planares. Esse desenho permitiria, adicionalmente, investigar se o custo observado na condição controle do Experimento 1 se reflete em padrões distintos de comportamento ocular durante a retenção, fornecendo evidência indireta sobre a precisão do andaime mnemônico em condições de ausência total de profundidade.

Sexta, a replicação do presente paradigma com a inclusão de sondagens independentes para os itens não indicados pela retrodica — procedimento que permite distinguir entre inibição genuína e bloqueio associativo, conforme descrito por Anderson (2020a) — permitiria determinar se o custo observado na condição controle do Experimento 1 constitui esquecimento induzido pela recuperação, no sentido técnico do termo, ou outra forma de interferência. Especificamente, se o custo se generalizasse a pistas de recuperação independentes do contexto de codificação original, isso constituiria evidência de supressão

inibitória; se permanecesse vinculado às pistas originais, apontaria para bloqueio associativo. Essa dissociação refinaria substancialmente a interpretação do mecanismo do custo da retrodica na condição controle.

5. Conclusão

Os dois experimentos revelam que a profundidade estereoscópica modula a MOV de formas qualitativamente distintas dependendo do ponto em que é introduzida na cadeia cognitiva. Quando presente nos estímulos a serem memorizados (Experimento 1), ela enriquece o traço de memória, aumenta a sensibilidade discriminatória e torna a priorização atencional mais eficaz — com o custo de que sua ausência na condição controle resulta não em linha de base neutra, mas em condição de maior interferência mnemônica. Quando presente na retrodica (Experimento 2), ela amplifica a saliência atencional da dica, aumentando sua eficácia de priorização independentemente do plano da retrodica — com o custo temporal de menor velocidade de resposta na única condição inteiramente bidimensional.

Esses achados oferecem uma resposta empírica ao debate entre memória baseada no objeto e memória baseada no espaço (Bleckley et al., 2015; Galera et al., 2016; Shen et al., 2013): a profundidade estereoscópica, embora seja por definição uma propriedade espacial, não compete com a memória para objetos — ela a potencializa quando integrada ao próprio objeto, e amplifica a eficácia da atenção sobre ele quando integrada à dica. A resposta ao dilema objeto vs. espaço, portanto, não é unitária: ela depende do ponto da cadeia processual em que as informações espaciais são introduzidas, e da função que desempenham nesse ponto — individuação mnemônica ou sinalização atencional. Essa conclusão é incompatível com modelos que postulam primazia fixa de um sistema sobre o outro, e é coerente com a visão de recursos flexíveis segundo a qual o sistema cognitivo aloca recursos de forma oportunista em

função das características específicas da tarefa (Alvarez & Cavanagh, 2004; Bays et al., 2009) — e, do ponto de vista do esquecimento funcional (Anderson, 2020a), os custos observados na condição controle não constituem uma anomalia, mas a manifestação comportamental esperada de um processo inibitório normal operando sob condições de individuação insuficiente. A profundidade estereoscópica foi funcionalmente relevante precisamente porque forneceu uma dimensão de individuação que as coordenadas planares não ofereciam.

As limitações metodológicas do presente estudo — detalhadas na seção 4.6 — delimitam o alcance dessas conclusões e apontam direções concretas para investigações futuras, em particular paradigmas que manipulem a profundidade de forma diferencial entre os estímulos de um mesmo arranjo e que utilizem tecnologias estereoscópicas de maior validade ecológica.

A memória operacional visual foi historicamente estudada em planos bidimensionais, e esse recorte gerou um corpus robusto — mas parcial. A profundidade não é um ornamento do ambiente visual: é uma dimensão funcional que o sistema cognitivo humano utiliza ativamente para organizar, individuar e recuperar informações. Compreender como esse uso se articula com os mecanismos atencionais e mnemônicos já descritos pela literatura é, simultaneamente, um desafio teórico e uma necessidade aplicada.

6. Referências

- Alvarez, G. A., & Cavanagh, P. (2004). The capacity of visual short-term memory is set both by visual information load and by number of objects. *Psychological Science*, 15(2), 106-111. <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2004.01502006.x>
- Anderson, M. C. (2020a). Incidental forgetting. In A. Baddeley, M. W. Eysenck, & M. C. Anderson (Eds.), *Memory* (3rd ed., pp. 277–313). Routledge.

- Anderson, M. C. (2020b). Retrieval. In A. Baddeley, M. W. Eysenck, & M. C. Anderson (Eds.), *Memory* (3rd ed., pp. 237–274). Routledge.
- Anthropic. (2026a). *Claude* (Versão Sonnet 4.6) [Modelo de linguagem grande]. <https://claude.ai>
- Anthropic. (2026b). *Claude* (Versão Sonnet 5) [Modelo de linguagem grande]. <https://claude.ai>
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189–208. [https://doi.org/10.1016/s0021-9924\(03\)00019-4](https://doi.org/10.1016/s0021-9924(03)00019-4)
- Baddeley, A., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2020). *Memory* (3rd ed.). Routledge.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). Academic Press.
- Bays, P. M., Catalao, R. F. G., & Husain, M. (2009). The precision of visual working memory is set by allocation of a shared resource. *Journal of Vision*, 9(10), Article 7. <https://doi.org/10.1167/9.10.7>
- Bleckley, M. K., Foster, J. L., & Engle, R. W. (2015). Working memory capacity accounts for the ability to switch between object-based and location-based allocation of visual attention. *Memory & Cognition*, 43(3), 379–388. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0485-z>
- Brady, T. F., & Alvarez, G. A. (2011). Hierarchical encoding in visual working memory: Ensemble statistics bias memory for individual items. *Psychological Science*, 22(3), 384–392. <https://doi.org/10.1177/0956797610397956>
- Brandimonte, M. A., Hitch, G. J., & Bishop, D. V. M. (1992). Verbal recoding of visual stimuli impairs mental image transformations. *Memory & Cognition*, 20(4), 449–455. <https://doi.org/10.3758/BF03210929>

- Chopin, A., Bavelier, D., & Levi, D. M. (2019). The prevalence and diagnosis of 'stereoblindness' in adults less than 60 years of age: A best evidence synthesis. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 39(2), 66–85. <https://doi.org/10.1111/opo.12607>
- Chunharas, C., Rademaker, R. L., Sprague, T. C., & Brady, T. F. (2019). Separating memoranda in depth increases visual working memory performance. *Journal of Vision*, 19(1), Article 4. <https://doi.org/10.1167/19.1.4>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Cowan, N. (2010). The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? *Current Directions in Psychological Science*, 19(1), 51-57. <https://doi.org/10.1177/0963721409359277>
- Fallon, S. J., Zokaei, N., & Husain, M. (2016). Causes and consequences of limitations in visual working memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1369(1), 40–54. <https://doi.org/10.1111/nyas.12992>
- Fang, W., Wang, K., Zhang, K., & Qian, J. (2023). Spatial attention based on 2D location and relative depth order modulates visual working memory in a 3D environment. *British Journal of Psychology*, 114(1), 305–324. <https://doi.org/10.1111/bjop.12599>
- Fu, X., Ye, C., Hu, Z., Li, Z., Liang, T., & Liu, Q. (2022). The impact of retro-cue validity on working memory representation: Evidence from electroencephalograms. *Biological Psychology*, 170, Article 108320. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2022.108320>
- Galera, C. A., Guimarães, L. S., Rossini, J. C., & Santana, J. J. R. A. de (2016). A recuperação da informação visual baseada na localização e nas características visuais dos objetos. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 21, 228–238. <https://doi.org/10.5935/1678-4669.20160022>

- Gunseli, E., van Moorselaar, D., Meeter, M., & Olivers, C. N. (2015). The reliability of retro-cues determines the fate of noncued visual working memory representations. *Psychonomic bulletin & review*, 22(5), 1334–1341. <https://doi.org/10.3758/s13423-014-0796-x>
- Guo, L., Nie, D., Liu, P., Zhang, L., & Ye, C. (2025). Color first, space next, orientation last: A temporal comparison of retro-cue effects in visual working memory. *Memory & Cognition*, 54, 935–958. <https://doi.org/10.3758/s13421-025-01789-8>
- Guo, R., Wang, J., Fu, K., & Liu, Q. (2024). Exploring retro-cue effects on visual working memory: insights from double-cue paradigm. *Frontiers in Neuroscience*, 17, Article 1338075. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1338075>
- Hautekiet, C., & Oberauer, K. (2026). Revisiting the retro-cue benefit: Why does focusing attention result in improved memory performance? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1037/xhp0001428>
- Hautus, M. J., Macmillan, N. A., & Creelman, C. D. (2021). *Detection theory: A user's guide* (3rd ed.). Routledge.
- He, C., Gunalp, P., Meyerhoff, H. S., Rathbun, Z., Stieff, M., Franconeri, S. L., & Hegarty, M. (2022). Visual working memory for connected 3D objects: Effects of stimulus complexity, dimensionality and connectivity. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 7(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s41235-022-00367-9>
- Kahneman, D., Treisman, A., & Gibbs, B. J. (1992). The reviewing of object files: Object-specific integration of information. *Cognitive Psychology*, 24(2), 175–219. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90007-O](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90007-O)

- Li, Z., Tong, M., Chen, S., & Qian, J. (2021). Effect of attentional selection on working memory for depth in a retro-cueing paradigm. *Memory & cognition*, 49(4), 747–757. <https://doi.org/10.3758/s13421-020-01123-4>
- Liu, B., Alexopoulou, Z.-S., Kong, S., Zonneveld, A., & Ede, F. van. (2026). Sparse spatial scaffolding for visual working memory. *Journal of Neuroscience*, 46(17). <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0318-25.2026>
- Liu, H., Laeng, B., & Czajkowski, N. O. (2025). Visual short-term memory is modulated by 3D depth in stereopsis. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 87, 2265–2274. <https://doi.org/10.3758/s13414-025-03052-3>
- Liu, Q., Guo, L., Nie, D., Fu, K., & Ye, C. (2024). Comparing retro-cue benefit mechanisms in visual working memory: completely valid vs. highly valid retro-cues. *BMC Psychology*, 12, Article 639. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-02145-2>
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390(6657), 279–281. <https://doi.org/10.1038/36846>
- Nemes, V. Á., Radó, J., Fülöp, D., Mikó-Baráth, E., Hamvas, I., Jandó, G., & Buzás, P. (2024). Visual short-term memory for crossed and uncrossed binocular disparities. *PLoS ONE*, 19(10), e0312202. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312202>
- Pertsov, Y., Bays, P. M., Joseph, S., & Husain, M. (2013). Rapid forgetting prevented by retrospective attention cues. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(5), 1224–1231. <https://doi.org/10.1037/a0030947>
- Phillips, W. A. (1974). On the distinction between sensory storage and short-term visual memory. *Perception & Psychophysics*, 16, 283–290. <https://doi.org/10.3758/BF03203943>

- Qian, J., Li, Z., Zhang, K., & Lei, Q. (2020). Relation matters: relative depth order is stored in working memory for depth. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27(2), 341-349. <https://doi.org/10.3758/s13423-019-01705-7>
- Qian, J., & Zhang, K. (2019). Working memory for stereoscopic depth is limited and imprecise-Evidence from a change detection task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 26(5), 1657-1665. <https://doi.org/10.3758/s13423-019-01640-7>
- Reeves, A., & Qian, J. (2021). The short-term retention of depth. *Vision*, 5(4), 59. <https://doi.org/10.3390/vision5040059>
- Sampaio, R. C., Sabbatini, M., & Limongi, R. (2024). *Diretrizes para o uso ético e responsável da inteligência artificial generativa: Um guia prático para pesquisadores*. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação.
- Sarno, D. M., & Neider, M. B. (2022). The depth of executive function: Depth information aids executive function under challenging task conditions. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 84, 2060–2073. <https://doi.org/10.3758/s13414-022-02504-4>
- Schurgin, M. W. (2018). Visual memory, the long and the short of it: A review of visual working memory and long-term memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 80(5), 1035–1056. <https://doi.org/10.3758/s13414-018-1522-y>
- Sengupta, R. (2025). Modeling visual working memory using recurrent on-center off-surround neural network with distance dependent inhibition. *Scientific Reports*, 15, Article 23000. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-06919-5>
- Shen, M., Huang, X., & Gao, Z. (2013). Object-based attention underlies the representation of individual items in visual working memory. *Acta Psychologica*, 143(1), 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.01.003>

- Souza, A. S., & Oberauer, K. (2016). In search of the focus of attention in working memory: 13 years of the retro-cue effect. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 78(7), 1839–1860. <https://doi.org/10.3758/s13414-016-1108-5>
- Wang, K., Jiang, Z., Huang, S., & Qian, J. (2021). Increasing perceptual separateness affects working memory for depth: Re-allocation of attention from boundaries to the fixated center. *Journal of Vision*, 21(7), Article 8. <https://doi.org/10.1167/jov.21.7.8>
- Whitney, D., & Yamanashi Leib, A. (2018). Ensemble perception. *Annual Review of Psychology*, 69(1), 105–129. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044232>
- Xu, Y., & Nakayama, K. (2007). Visual short-term memory benefit for objects on different 3-D surfaces. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(4), 653–662. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.4.653>
- Zhang, K., Gao, D., & Qian, J. (2021). Overestimation and contraction biases of depth information stored in working memory depend on spatial configuration. *British Journal of Psychology*, 112(1), 230–246. <https://doi.org/10.1111/bjop.12456>
- Zhang, K., & Qian, J. (2022). The role of ensemble average differs in working memory for depth and planar information. *Journal of Vision*, 22(6), 4, 1–16. <https://doi.org/10.1167/jov.22.6.4>
- Zhang, W., & Luck, S. J. (2008). Discrete fixed-resolution representations in visual working memory. *Nature*, 453(7192), 233–235. <https://doi.org/10.1038/nature06860>

7. Apêndices

Apêndice A: Ideogramas utilizados

世	丙	且	𠂇	乏	仙	仞	令	仔	兄
充	冬	功	匆	北	占	去	右	叭	可
只	叱	古	史	四	囚	外	央	巨	布
弁	必	戊	旦	札	汀	汁	汙	玄	瓜
用	甲	由	申	田	白	皮	皿	目	石
穴	肉	汙	氏	扌	扌	仞	庀	男	夯
圣	冉	仝	交	亦	亦	伐	价	伊	休
件	企	任	伏	光	全	共	刑	在	圭
尖	州	年	并	庄	式	忖	戎	戍	戍
扞	扛	收	朴	朱	汗	江	灰	竹	米
羊	羊	耳	行	衣	迂	仵	伙	伙	仵
划	圳	圩	扞	扞	汰	汙	犴	玎	芳

Apêndice B: Polígonos utilizados