

 <p>ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DA VIDA</p>	<p>PSICO</p> <p>Psico, Porto Alegre, v. 55, n. 1, p. 1-13, jan.-dez. 2024 e-ISSN: 1980-8623 ISSN-L: 0103-5371</p>
<p>http://dx.doi.org/10.15448/1980-8623.2024.1.41317</p>	

SEÇÃO: ARTIGOS

Memória explícita para padrões familiares tridimensionais hápticos: uma revisão sistemática

Explicit memory for haptics three-dimensional familiar patterns: a systematic review

Memoria explícita para patrones tridimensionales familiares hápticos: una revisión sistemática

Maria José Nunes

Gadelha¹

orcid.org/0000-0001-5420-6766

nunesgadelha@hotmail.com

Cyntia Diógenes

Ferreira²

orcid.org/0000-0001-8593-8177

cyntiadiogenes@gmail.com

Bernardino Fernández-

Calvo³

orcid.org/0000-0001-8080-5578

bfcalvo@usal.es

Recebido em: 14 jul. 2021.

Aprovado em: 14 jan. 2023.

Publicado em: 21 out. 2024.

Resumo: O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática de literatura a partir da análise de pesquisas que avaliaram a memória explícita por meio de estímulos tridimensionais familiares hápticos. Foram consultadas as bases de dados PsycINFO, PubMed e Web of Science, utilizando os termos “*haptic*” e “*memory*”, durante o mês de maio de 2021. Foram encontrados 459 artigos, dos quais foram selecionados sete artigos publicados entre 2013 e 2021, com base nos critérios de inclusão/exclusão. De acordo com os resultados, mesmo que as pesquisas que envolvem tarefas de recordação livre tenham aumentado, totalizando três dos sete artigos encontrados, os estudos com tarefas de reconhecimento ainda prevalecem. Além disso, identificou-se que as pesquisas que utilizam padrões familiares tridimensionais hápticos apresentam variabilidade quanto às categorias estabelecidas para os estímulos.

Palavras-chave: memória explícita, memória háptica, objetos tridimensionais, revisão sistemática

Abstract: The main goal of this study was to conduct a systematic literature review from the analysis of research that assessed explicit memory of three-dimensional haptic familiar stimuli. PsycINFO, PubMed, and Web of Science databases were consulted using the terms “*haptic*” and “*memory*”, during the month of May 2021. A total of 459 studies were found, then submitted to analysis and evaluated based on the inclusion/exclusion criteria, and 7 papers published between 2013 and 2021 were selected. Research involving free recall tasks was found to have increased, totaling three of the 7 papers found, but studies with recognition tasks still prevail. In addition, it was identified that research using three-dimensional haptic familiar patterns presents variability regarding the categories established for the stimuli.

Keywords: explicit memory, haptic memory, three-dimensional objects, systematic review

Resumen: El objetivo de este estudio fue realizar una revisión sistemática de la literatura basada en el análisis de investigaciones que evaluaron la memoria explícita a través de estímulos hápticos familiares tridimensionales. Se examinaron las bases de datos PsycINFO, PubMed y *Web of Science*, utilizando los descriptores “*haptic*” y “*memory*”, durante el mes de mayo de 2021. Se encontraron 459 artículos, de los cuales se seleccionaron siete artículos publicados entre 2013 y 2021 con base a los criterios de inclusión/exclusión establecidos. Se encontró que, si bien las investigaciones que involucran tareas hápticas de recuerdo libre han incrementado, totalizando tres de los siete artículos encontrados, aún prevalecen los estudios con tareas hápticas de reconocimiento. Además, se identificó que los estudios que utilizan patrones familiares hápticos tridimensionales



Artigo está licenciado sob forma de uma licença
[Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Santa Cruz, RN, Brasil.

² Pesquisadora Autônoma, João Pessoa, PB, Brasil.

³ Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brasil; Universidade de Córdoba (UCO), Córdoba, Espanha.

muestran variabilidad en las categorías establecidas para los estímulos.

Palabras clave: memoria explícita, memoria háptica, objetos tridimensionales, revisión sistemática

O estudo da modalidade sensorial háptica começou a ser realizado a partir dos achados de Gibson (Gibson, 1962; Gibson, 1963) ao afirmar que percepções visuais e hápticas poderiam apresentar desempenhos semelhantes para o reconhecimento de objetos (Norman et al., 2004). A percepção háptica envolve a exploração ativa de objetos, utilizando entradas sensoriais a partir de informações motoras e proprioceptivas (cines-tésicas), bem como informações táteis (cutâneas), que auxiliam na aquisição de diversas características dos objetos, como peso, textura, rigidez, temperatura, pressão, dentre outras (Desmarais et al., 2017; Lederman & Klatzky, 1987; Martinovic et al., 2012; Sciutti et al., 2019).

O processamento de informações na modalidade háptica desempenha um papel fundamental na interação hábil e sensitiva com o meio, proporcionando a codificação dos estímulos de forma rápida e precisa (Klatzky et al., 1985; Lederman & Klatzky, 2009; Novak & Schwan, 2021). Através do toque ativo, as pessoas podem extrair informações espaciais importantes dos estímulos, como sua simetria ou assimetria. Desta forma, a percepção háptica ocupa papel importante na codificação de estímulos que são posteriormente armazenados na memória (Camponogara & Volcic, 2021).

Existe uma variabilidade de estímulos utilizados nas pesquisas que avaliaram o desempenho da memória a partir de entradas táteis (Craddock & Lawson, 2008; Easton et al., 1997), incluindo objetos tridimensionais familiares (Pensky et al., 2008; Ballesteros et al., 1999), estímulos bidimensionais (Overvliet et al., 2013), estímulos com configuração natural (Norman et al., 2015), letras em braille (Cohen et al., 2011; Likova et al., 2016), linhas em alto-relevo (Ballesteros et al., 1997), faces (McGregor et al., 2010; Murty et al., 2020), dentre outros.

No entanto, Ballesteros et al. (1997) e Yasaka et al. (2019) apontam que a acurácia na detecção de estímulos e na representação da realidade

através do sistema háptico é maior quando se trata de objetos tridimensionais. Os resultados do estudo de Pensky et al. (2008) reforçam essa ideia, revelando que a memória háptica consegue manter grande parte da informação processada até uma semana depois do contato com estímulos tridimensionais.

Pesquisas envolvendo estímulos codificados a partir do sistema sensorial háptico foram realizadas em associação a diferentes aspectos da memória (Ballesteros et al., 2008; Ballesteros & Reales, 2004; Craddock & Lawson, 2008; Ferreira et al., 2019; Fujimichi et al., 2021; Giudice et al., 2017; Intraub et al., 2015; Kiphart et al., 1992; Morimoto, 2020; Overvliet & Krampe, 2018; Reales & Ballesteros, 1999; Stadlander et al., 1998). Alguns dos estudos avaliaram a memória implícita para o *priming* de reconhecimento em adultos (Ballesteros et al., 2008; Craddock & Lawson, 2008; Reales & Ballesteros, 1999) e em idosos com doença de Alzheimer (Ballesteros & Reales, 2004; Ballesteros et al., 2008), memória de trabalho em adultos (Fujimichi et al., 2021; Kiphart et al., 1992; Morimoto, 2020), memória espacial háptica em adultos e idosos (Giudice et al., 2017; Intraub et al., 2015), memória de curto prazo (Kiphart et al., 1992; Stadlander et al., 1998), de longo prazo (Ferreira et al., 2019), memória explícita em adultos e idosos (Gadelha et al., 2016) e em crianças (Overvliet & Krampe, 2018).

O conjunto de pesquisas elencadas evidencia que, apesar do estudo da memória háptica ter se ampliado nas últimas décadas, não existe um corpo teórico organizado que destaque quais sistemas de memória apresentam mais vantagens no armazenamento e recuperação de informações codificadas a partir do sistema háptico. Gadelha et al. (2013) realizaram uma revisão de estudos que avaliou a memória háptica a partir de um recorte de 10 anos (2002-2012) e identificaram que, mesmo com as evidências acerca da eficácia na utilização de objetos tridimensionais, ainda existe variação quanto aos tipos de estímulos estudados em pesquisas desta natureza. Além disso, no levantamento, mesmo tendo sido encontrados estudos que avaliaram a memória

explícita a partir de tarefas de reconhecimento, nenhuma das pesquisas descritas na revisão de Gadelha et al. (2013) empregaram tarefas de recordação livre para avaliação do sistema háptico.

Assim, considerando a importância dos estímulos tridimensionais no estudo da memória háptica e a baixa quantidade de estudos que avaliam o sistema háptico a partir de tarefas que envolvem processos ativos de procura e geração da informação, como é o caso das tarefas de recordação livre, esta revisão sistemática de literatura buscou identificar e analisar criticamente pesquisas que investigaram a modalidade háptica como forma de armazenamento de informações na memória episódica e explícita, a partir de estímulos tridimensionais familiares.

Método

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, baseada no modelo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses* (PRISMA), com o objetivo de identificar artigos publicados a partir da avaliação da memória explícita para objetos tridimensionais familiares por meio da modalidade háptica, considerando o período de tempo entre 2013 e 2021.

Para formular o objetivo e a pergunta da presente revisão foi utilizada a estratégia PICO (Bergin & Wraight, 2006). Dessa forma, a População (P) incluiu adultos e/ou idosos cognitivamente estáveis, a Intervenção (I) foi considerada como a presença da avaliação da memória háptica a partir de estímulos tridimensionais, a Comparação/controle (C) envolveu a avaliação da memória a partir de outros tipos de estímulos ou modalidade sensorial, como estímulos bidimensionais ou memória visual, por exemplo, e o Desfecho (O): desempenho da memória a partir das diferentes categorias de estímulos ou modalidades sensoriais. Obteve-se, assim, a seguinte pergunta: qual é o desempenho da memória háptica explícita e episódica de adultos e idosos cognitivamente estáveis a partir de estímulos tridimensionais?

Os termos de busca foram utilizados juntamente com um operador *booleano*, que resultou na combinação *"haptic"* e *"memory"*. A pesquisa

foi conduzida entre os meses de maio e junho de 2021 nas bases de dados PubMed, PsycINFO e Web of Science. Os tipos de objeto utilizados para avaliação da memória, bem como outras características das pesquisas incluídas nesta revisão, foram filtrados a partir dos critérios de inclusão listados a seguir: (a) pesquisas que utilizaram a condição háptica como uma das modalidades para avaliação da memória explícita; (b) estudos com procedimentos de evocação por recordação livre, recordação guiada, e/ou reconhecimento; (c) estudos que utilizaram estímulos tridimensionais familiares; (d) artigos que avaliaram participantes humanos adultos e/ou idosos cognitivamente estáveis; (e) pesquisas que utilizaram métodos comportamentais, psicofísicos, neurofisiológicos e/ou de neuroimagem; (f) artigos escritos em língua inglesa; e (g) pesquisas publicadas entre 2013 e 2021. As referências dos trabalhos encontrados na pesquisa inicial também foram revisadas para identificação de estudos pertinentes adicionais.

Resultados

A busca nas bases de dados identificou um total de 459 estudos, sendo selecionados sete artigos para análise final. Os dados obtidos mostram que as pesquisas sobre a memória háptica vêm aumentando nos últimos anos, principalmente quando comparados ao número de artigos encontrados na última revisão sistemática sobre essa temática, realizada por Gadelha et al. (2013). Isso porque, enquanto Gadelha et al. (2013) selecionaram seis artigos para a análise final, considerando um período de busca 10 anos, a revisão atual selecionou sete artigos, considerando um período de busca de oito anos. Portanto, a presente pesquisa recrutou um maior número de artigos em um intervalo de tempo menor. A Figura 1 mostra o processo de busca e seleção dos artigos incluídos na presente revisão.

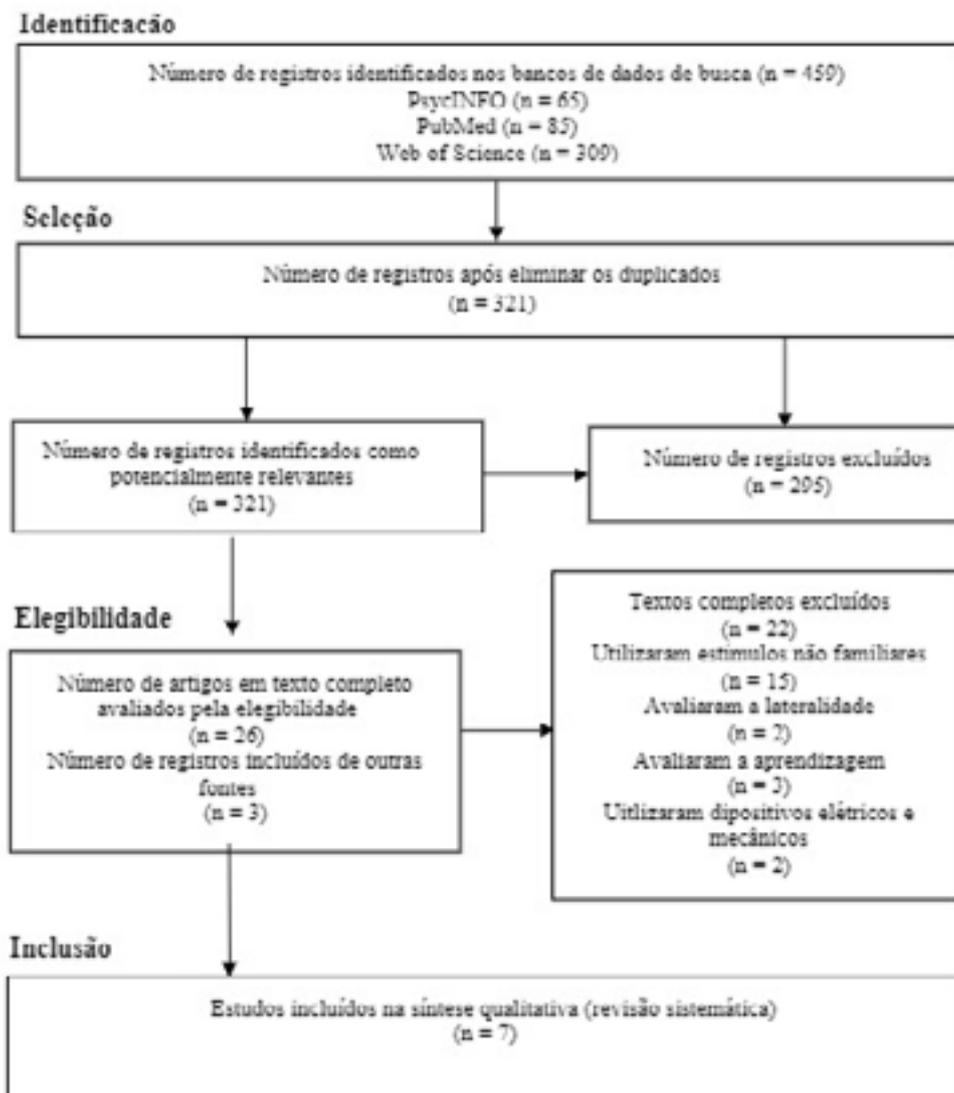


Figura 1. Seleção dos artigos de acordo com os critérios de inclusão/exclusão.

Na fase de identificação, a busca nas bases foi realizada com as combinações dos descritores mencionados anteriormente, aplicadas não apenas aos títulos e resumos, mas igualmente ao corpo dos textos. Em seguida, na fase de seleção, três autores desta revisão, de forma independente, analisaram os títulos e resumos de cada artigo, aplicando os critérios de exclusão e inclusão. Foram excluídos 295 artigos, pois se enquadravam nos critérios de exclusão, isto é, eram revisões sistemáticas, metanálises, ensaios teóricos, não utilizavam estímulos bidimensionais, os sujeitos da pesquisa eram crianças, adolescentes ou pacientes psiquiátricos. Assim, foram

selecionados 26 estudos de texto completo para a fase de elegibilidade, e mais três registros de estudos, encontrados a partir das referências citadas nestes 26 estudos iniciais, que também foram incluídos nesta fase, totalizando 29 registros selecionados. Estes foram analisados utilizando os critérios de seleção dos estudos através do método PRISMA e os casos de dúvidas ou divergências foram debatidos em conjunto pelos autores. Na quarta fase, foram incluídos sete artigos, os quais atendiam a todos os critérios de inclusão. Observando a Tabela 1, é possível fazer uma análise geral dos dados obtidos a partir dos estudos incluídos nesta revisão.

Tabela 1 – Principais dados dos estudos selecionados

Referências	Participantes	Tipo de memória	Método*	Instrumentos/ equipamentos/ materiais	Estímulos	Tipos de Evocação	Número de objetos	Contato na fase de estudo	Intervalo de tempo	Observações
Pasqualotto et al. (2013)	40 adultos jovens	Memória espacial Háptica com pistas visuais e sem pistas visuais	C	Venda, Plataforma giratória, Cortina opaca	Animais familiares 3D de madeira	Reconhecimento	15	60 s	Imediato	Incluiu uma avaliação dos objetos com rotação de 0° e 60° graus.
Intraub et al. (2015)	120 adultos jovens	Háptica e Visual	C	Venda, Isopor, Cortinas, Quadros de madeira	Cenas com objetos familiares 3D	Reconhecimento	7 cenas	30 s	5 minutos	Foram utilizadas cenas de objetos de acordo com categorias específicas.
Norman et al. (2015)	78 adultos jovens e 36 idosos	Háptica e Visual	C	Plataforma giratória, Computador	Pimentões naturais 3D de borracha	Reconhecimento	12	15 s	Imediato, 10 e 20 minutos	Os objetos apresentam sutis diferenças nas configurações de forma.
Gadelha et al. (2016)	36 adultos jovens e 36 idosos	Háptica e Visual	C	Caixa de madeira, Plataforma giratória	Objetos reais familiares 3D	Recordação e Reconhecimento	90	5 s	1, 10 e 20 minutos	Os grupos de participantes tiveram acesso a diferentes tipos de objetos.
Hutmacher e Kuhbandner (2018)	26 adultos jovens	Háptica	C	Venda	Objetos reais familiares 3D	Reconhecimento	168	10s	5 minutos e 1 semana	Incluiu uma condição com intenção de memorização e outra sem intenção de memorização.

Referências	Participantes	Tipo de memória	Método*	Instrumentos/ equipamentos/ materiais	Estímulos	Tipos de Evocação	Número de objetos	Contato na fase de estudo	Intervalo de tempo	Observações
Santaniello et al. (2018)	38 adultos jovens	Háptica	E	Venda	Objetos reais familiares 3D	Recordação e Reconhecimento	96	Ilimitado	Imediato	Incluiu um grupo com privação visual anterior de 2 horas e outro grupo sem privação visual anterior.
Ferreira et al. (2019)	78 idosos	Háptica e Visual	C	Caixa de madeira, Plataforma giratória	Objetos reais familiares 3D	Recordação Livre	12	5 s	1 hora, 1 dia e 1 semana	Todos os participantes tiveram acesso aos mesmos objetos

* Procedimentos de coleta de dados: C = Comportamental; E = Eletrofisiológico.

Desta forma, verificou-se que quatro estudos realizaram comparações diretas entre a modalidade háptica e a modalidade visual (Intraub et al., 2015; Norman et al., 2015; Gadelha et al., 2016; Ferreira et al., 2019), tendo sido identificada, no geral, grande variabilidade nos equipamentos utilizados para avaliação da memória. Em quatro dos estudos, utilizou-se uma venda, para bloqueio da visão, quando os estímulos foram explorados através da modalidade háptica (Pasqualotto et al., 2013; Intraub et al., 2015; Hutmacher & Kuhbandner, 2018; Santaniello et al., 2018), e uma plataforma giratória para apresentação dos estímulos visuais (Pasqualotto et al., 2013; Norman et al., 2015; Gadelha et al., 2016; Ferreira et al., 2019). Verificou-se também que a maior parte das pesquisas tinha em sua amostra, pelo menos um grupo composto por adultos, totalizando seis estudos (Pasqualotto et al., 2013; Intraub et al., 2015; Norman et al., 2015; Gadelha et al., 2016; Hutmacher & Kuhbandner, 2018; Santaniello et al., 2018).

Os métodos aplicados nos estudos encontrados foram predominantemente comportamentais, na qual apenas um estudo utilizou técnicas ele-

trofisiológicas (Santaniello et al., 2018). Quanto ao tipo de tarefa empregada na recuperação das informações, três estudos utilizaram, pelo menos uma condição com tarefas de recordação livre (Gadelha et al., 2016; Santaniello et al., 2018; Ferreira et al., 2019), tendo o restante envolvido tarefas de reconhecimento. Identificou-se ampla variabilidade em relação ao tempo de exploração na fase de estudo e intervalos de tempo entre a fase de estudo e a fase de teste, sendo que pelo menos três estudos incluíram em seus intervalos a condição imediata (Pasqualotto et al., 2013; Norman et al., 2015; Santaniello et al., 2018).

O risco de viés foi avaliado por meio da ferramenta de avaliação crítica (critical appraisal tools) do *Joanna Briggs Institute (JBI)*, que leva em consideração a qualidade metodológica dos estudos. Todos os estudos empregaram o método experimental e o instrumento específico para estudos desta natureza. Dois juizes independentes realizaram a avaliação, e foi calculado o coeficiente Kappa para avaliar o grau de concordância dos juizes para cada um dos itens do instrumento, tendo sido todos os índices superiores a 0,6,

valor considerado como ponto de corte para esse tipo de medida, conforme Cohen (1960). No geral, a análise do risco de viés demonstrou que a maioria dos estudos incluídos (61,1%) apresenta baixo risco de viés, 30,8% têm risco moderado e apenas 7,7% apresentam alto risco. Quanto ao viés de publicação, os autores de todos os artigos declararam não ter conflitos de interesses.

Discussão

O estudo de diferentes modalidades sensoriais na aquisição e armazenamento de informações tem ganhado destaque, principalmente nos últimos anos. Pesquisas anteriores, que avaliaram a memória, utilizaram estímulos apresentados visualmente sem considerar outro tipo de estímulo como parâmetro de comparação, além disso, generalizaram seus resultados independentemente da via de processamento sensorial (Bartlett et al., 1989; Harwood & Naylor, 1969; Park & Puglisi, 1985; Winograd et al., 1982; Park et al., 1986; Rybarczyk et al., 1987). Esse formato de pesquisa, no entanto, ampliou a necessidade da discussão sobre a influência de outras formas de aquisição da informação do ambiente pelas diferentes vias sensoriais.

A presente revisão mostrou uma variedade de pesquisas sobre a avaliação da memória háptica a partir de estímulos tridimensionais. Além disso, verificou-se que a ideia de independência do sistema háptico em relação ao sistema visual tem sido alvo de controvérsias entre alguns estudos. Isso estimulou a investigação da influência do contexto visual na representação de objetos codificados a partir do toque (Postma et al., 2007). Alguns estudos tentaram estimar como ocorre a integração multisensorial entre a visão e o tato (Pasqualotto et al., 2013; Honoré et al., 1989; Kennett et al., 2001).

Neste contexto, Pasqualotto et al. (2013), na primeira pesquisa descrita nesta revisão, realizaram um experimento avaliando erros no reconhecimento háptico. No estudo, 40 adultos jovens faziam a exploração de objetos em duas condições: na primeira condição eles tinham acesso às informações visuais do ambiente e,

na outra, os participantes eram vendados. Os autores utilizaram o termo informações visuais "não informativas" para os aspectos do contexto que não fossem diretamente relevantes para a tarefa tátil, nem possuíssem valor da natureza da estimulação tátil. Foram identificados menos erros no reconhecimento quando a exploração háptica foi auxiliada pela visão. Além disso, os autores indicaram que a utilização da informação visual durante a aquisição háptica contribui para a manutenção das informações por pelo menos uma semana. Corroborando com Pasqualotto et al. (2013), pesquisas anteriores indicaram que a disponibilidade de informações visuais durante a aquisição háptica traz benefícios à percepção tátil (Honoré et al., 1989; Kennett et al., 2001), visto que, apesar de serem "não informativas", tais informações visuais chegaram a reduzir o limiar tátil.

Além da diminuição nos erros de reconhecimento apresentada por Pasqualotto et al. (2013), Intraub et al. (2015), no segundo estudo analisado nesta revisão, identificaram que a modalidade háptica também apresentou menos erros de extensão de limites ao tratar da memória espacial. Na pesquisa, participaram 80 estudantes universitários, e os estímulos utilizados consistiam em sete cenas, compostas por objetos da mesma categoria (por exemplo, cenário de cozinha, cenário com ferramentas etc.), cada uma delimitada por uma moldura. Todos os participantes foram instruídos a olhar (ou tocar) toda a região da cena, até os limites, tentando lembrá-la com o máximo de detalhes possível. Em seguida, os autores solicitaram que os participantes realizassem uma tarefa de reconhecimento das cenas que haviam sido apresentadas anteriormente.

Comparando o desempenho dos participantes, tanto nas condições hápticas como visuais, verificou-se que os participantes da condição multimodal (háptica e visual) apresentaram menos erros de extensão de limites, ou seja, foram mais precisos na descrição dos cenários explorados, resultado semelhante ao encontrado para a condição unimodal háptica. Esses dados diferem daqueles encontrados para participantes

que usaram apenas a visão para exploração e reconhecimento dos estímulos, visto que entenderam a percepção, informando objetos que não estavam presentes no cenário de estudo. Segundo Intraub et al. (2015), mesmo sendo um erro adaptativo, considerando-se que possibilita a ampliação da percepção, o viés mais conservador pode ser importante para impedir que os participantes se lembrem falsamente de áreas muito extensas, lembrando apenas os objetos que realmente compunham os cenários.

O uso da modalidade háptica na aquisição de informações também beneficia idosos. Koenderink e Van Doorn (1982) e Norman et al. (2011) relatam que idosos são tão precisos quanto adultos jovens na percepção de objetos tridimensionais superficiais e em tarefas de discriminação de objetos tridimensionais naturais. A esse respeito, em um dos experimentos realizados no terceiro estudo descrito nesta revisão, Norman et al. (2015), compararam o desempenho de adultos e idosos para o reconhecimento háptico e visual de formas sólidas naturais imediatamente e após o intervalo de 20 minutos. Na fase de estudo da tarefa, eram apresentados 12 pimentões feitos de borracha líquida com a mesma cor e textura, mas com diferentes formas, que poderiam mudar em função da curvatura e sombreamento. Já na fase de teste, foram apresentados os 12 estímulos estudados, mais 12 estímulos novos com formas diferentes, em que a tarefa dos participantes era identificar os estímulos anteriormente estudados. Para a condição visual, foram encontradas diferenças significantes quando comparado o desempenho dos adultos e idosos para cada intervalo de tempo, separadamente. Dessa forma, foi verificado que o desempenho dos adultos jovens foi 78,8% e 46,6% maior que o dos idosos na condição de intervalo imediato e de 20 minutos, respectivamente. Já para a condição háptica, não foram detectadas diferenças significativas entre o reconhecimento dos adultos e idosos, para nenhum dos intervalos estudados. Dessa forma, apesar do desempenho global ter sido ligeiramente reduzido, a memória háptica dos idosos pareceu não apresentar alterações significativas

nas tarefas de reconhecimento.

O quarto estudo selecionado, o de Gadelha et al. (2016), também incluiu amostra de idosos, objetivando analisar o efeito da idade na retenção da informação processada na modalidade háptica após os intervalos de 1, 10 ou 20 minutos para tarefas de recordação livre e de reconhecimento em adultos e idosos. Foram utilizados 90 objetos tridimensionais reais retirados de diversas categorias, como material de escritório, de cozinha, objetos pessoais, objetos antigos, dentre outros. Os estímulos foram divididos em seis conjuntos e randomizados, de forma que cada participante tivesse acesso a conjuntos de estímulos diferentes. As análises apontaram inexistência de efeito de interação significativa entre as variáveis independentes idade e intervalos, indicando que as perdas de informação foram equivalentes ao longo das duas faixas etárias estudadas, corroborando com os achados de Norman et al. (2015). Gadelha et al. (2016) afirmam, portanto, que a memória háptica para padrões tridimensionais pode ter um desempenho semelhante ao da memória verbal e visual e que, a perda das informações processadas na modalidade háptica, tanto em adultos como em idosos, tende a se manter ao longo dos intervalos de tempo de 1, 10 ou 20 minutos, independentemente da tarefa de evocação. A ausência de efeito principal significativa para o fator intervalo de tempo ao longo de cada grupo etário, identificada separadamente para tarefas de recordação livre e reconhecimento, corrobora com esse pressuposto.

A diminuição nos erros de reconhecimento, apresentada por Pasqualotto et al. (2013), a acurácia na descrição dos cenários explorados através da modalidade háptica, encontrada no estudo de Intraub et al. (2015), a semelhança no reconhecimento de adultos e idosos, identificada por Norman et al. (2015) e a tendência à manutenção da qualidade da informação da memória háptica ao longo do tempo, demonstrada por Gadelha et al. (2016), revelam as vantagens da utilização do sistema háptico para avaliação da memória. Consoante essa ideia, o quinto estudo apresentado nesta revisão, de Hutmacher

e Kuhbandner (2018) confirmou a eficácia da modalidade háptica na precisão com que as informações são armazenadas, mesmo sem a intenção de memorizá-las.

Hutmacher e Kuhbandner (2018) mensuraram o desempenho de 69 estudantes de graduação, adultos jovens, para o reconhecimento háptico de 168 pares de categorias de objetos cotidianos distintos. Os participantes realizaram uma fase de estudo em que exploraram os objetos hápticamente, seguidos de uma fase de teste, realizada imediatamente ou uma semana depois da exploração, em que indicaram qual dos dois objetos da mesma categoria tinham sido tocados anteriormente. A pesquisa foi separada ainda em dois estudos, de acordo com a intencionalidade da memorização, sendo que no Experimento 1 houve instrução para memorização, enquanto no Experimento 2 não houve instrução. Hutmacher e Kuhbandner (2018) encontraram no Experimento 1 (N = 26), que a memória era quase perfeita quando testada imediatamente após a exploração, indicando 94% de precisão, e ainda alta quando testada após uma semana, encontrando 85% de fidedignidade. No Experimento 2 (N = 43), quando os participantes exploraram os objetos sem a intenção de memorizá-los, o desempenho da memória em um teste surpresa de uma semana ainda era alto (79%), mesmo quando avaliada com teste de memória visual (73%). Esses resultados indicam que representações detalhadas dos objetos na memória de longo prazo podem ser armazenadas de forma confiável pela percepção háptica.

Santaniello et al. (2018), constituindo o sexto estudo desta revisão, investigaram os efeitos da privação visual de curto prazo (por 2 horas) no reconhecimento háptico de objetos familiares, a partir de uma condição experimental (privada de visão) e de uma condição controle (não privada). Esse estudo integra uma corrente teórica que defende a convergência das vias neurais visuais e hápticas (Amedi et al., 2001), em condições de privação visual do ambiente. Santaniello et al. (2018) recrutaram 38 voluntários destros sem histórico de alterações neurológicas que foram

aleatoriamente designados para duas condições estudadas. Foram utilizados 72 objetos familiares tridimensionais. Os objetos foram divididos, aleatoriamente, em dois blocos de 36 estímulos. Cada objeto foi apresentado duas vezes durante a sessão experimental, a primeira como novo estímulo e a segunda como antigo. Foram registrados dados comportamentais e neurais, incluindo potenciais relacionados a eventos (ERPs) e induzidas oscilações relacionadas a eventos (EROs).

Os resultados do estudo de Santaniello et al. (2018) indicaram que a memória de reconhecimento háptico melhorou após curto prazo de privação. Os resultados revelaram que pessoas com privação visual foram mais ágeis do que os controles para explorar e reconhecer os novos objetos, o que sugere um acesso mais rápido à sua representação na memória de longo prazo. Os registros neurais mostraram uma ligeira reorganização neural do córtex visual em participantes com privação visual, sugerindo que a obstrução da visão pode resultar em melhor processamento de estímulos táteis e desempenho aprimorado na tarefa de memória háptica. Isso foi percebido através das reduções de ondas alfa no grupo que sofreu privação visual durante a tarefa háptica, que, segundo Klimesch et al. (2007), podem refletir em um aumento do recrutamento de recursos atencionais para lidar com tarefas requisitadas. De fato, essa redução é consistente com a diminuição do processamento inibitório e aumento do processamento cognitivo (Klimesch et al., 2007).

Por último, o estudo mais recente encontrado nesta revisão, de Ferreira et al. (2019), foi realizado a partir da avaliação da memória háptica de idosos. O objetivo de Ferreira et al. (2019) foi comparar a memória háptica e visual de 78 idosos cognitivamente saudáveis. Foram realizadas tarefas de recordação livre de acordo com seis condições experimentais de grupos independentes, considerando os intervalos de tempo para recordação, após a fase de estudo (uma hora, um dia ou uma semana) e a condição de como os objetos foram apresentados (háptica ou visual). Os estímulos utilizados no estudo foram 12 objetos tridimensionais familiares, explorados visualmen-

te ou hapticamente por 5 segundos durante a fase de estudo. Ferreira et al. (2019) verificaram que a acurácia das condições hápticas e visuais foi praticamente idêntica para as duas condições estudadas, com uma diferença de apenas 0,1%, corroborando com Ballesteros (2008), segundo a qual, a identificação e detecção de propriedades estruturais de objetos em três dimensões, pela percepção háptica, não depende da percepção visual, não sendo secundária e nem inferior a esta.

Considerações finais

Foi encontrado um número considerável de estudos que avaliaram a memória háptica utilizando padrões tridimensionais familiares como estímulos. Esses estudos sugerem que tais padrões são eficazes na avaliação da memória háptica, possivelmente por se assemelharem a estímulos da vida real e por auxiliarem na representação mais confiável dos atributos processados pela memória através do sistema háptico.

No entanto, apesar do aumento na quantidade de publicações sobre o tema, ele ainda é pouco explorado no contexto de estudos da memória que utilizaram tarefas de recordação livre envolvendo padrões familiares tridimensionais hápticos, principalmente quando comparados ao número de pesquisas encontradas em revisão sistemática anteriormente publicada (Gadelha et al., 2013). Dessa forma, sugere-se a realização de novas pesquisas para auxiliar na compreensão dos mecanismos envolvidos no processamento e armazenamento de informações a partir da memória háptica.

Foram encontrados resultados conflitantes quanto à contribuição da visão no armazenamento de informações pela memória háptica, por exemplo, ainda não se sabe se as informações são integradas ou processadas separadamente, nem o que isso representa em termos cognitivos. As pesquisas descobertas não conseguiram determinar com exatidão se a privação da visão ou se o aumento das informações do ambiente pode melhorar a memorização de estímulos. Mais pesquisas que investiguem a privação visual por mais tempo, ou até mesmo que incluam indivi-

duos cegos para analisar os diferentes efeitos sobre a memória háptica, incluindo benefícios ou tipos de erros que podem ser gerados, são necessárias.

Pesquisas futuras nas quais se investigue a memória háptica, a partir da aquisição de informações de cenários contextualizados, considerando uma dimensão mais ecológica, poderiam ampliar a variabilidade das categorias dos estímulos estudados. Estudos comparativos entre adultos e idosos também poderiam contribuir para avaliar o efeito da idade nos diferentes aspectos da memória háptica, incluindo diferentes tarefas de recuperação de informações, intervalos de tempo mais amplos entre a fase de estudo e a fase de teste, e os níveis de consciência em que a informação pode ser acessada.

Agradecimentos

Bernardino Fernández-Calvo foi receptor de um cargo de Pesquisador Distinguido Sênior (Programa Beatriz Galindo) no Departamento de Psicologia da Universidade de Córdoba, Espanha, [ref. BEAGAL18/00006].

Referências

- Amedi, A., Malach, R., Hendler, T., Peled, S., & Zohary, E. (2001). Visuo-haptic object-related activation in the ventral visual pathway. *Nature Neuroscience*, 4(3), 324-330. <https://doi.org/10.1038/85201>
- Ballesteros, S. (2008). Implicit and explicit memory effects in haptic perception. In M. Grunwald (Ed.), *Human haptic perception: basics and applications* (pp. 207-222). Birkhäuser Verlag.
- Ballesteros, S., Manga, D., & Reales, J. M. (1997). Haptic discrimination of bilateral symmetry in 2-dimensional and 3-dimensional unfamiliar displays. *Perception & Psychophysics*, 59(1), 37-50. <https://doi.org/10.3758/BF03206846>
- Ballesteros, S., Reales, J. M., & Manga, D. (1999). Memoria implícita y memoria explícita intramodal e intermodal: influencia de las modalidades elegidas y del tipo de estímulos. *Psicothema*, 11(4), 831-851. <http://www.psicothema.com/psicothema.asp?id=331>
- Ballesteros, S., & Reales, J. M. (2004). Intact haptic priming in normal aging and Alzheimer's disease: evidence for dissociable memory systems. *Neuropsychologia*, 42(8), 1063-1070. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.008>

- Ballesteros, S., Reales, J. M., Mayas, J., & Heller, M. A. (2008). Selective attention modulates visual and haptic repetition priming: effects in aging and alzheimer's disease. *Experimental Brain Research*, 189(4), 473-483. <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1441-6>
- Bartlett, J. C., Leslie, J. E., Tubbs, A., & Fulton, A. (1989). Aging and memory for pictures of faces. *Psychology and Aging*, 4(3), 276-283. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.4.3.276>
- Bergin S. M, Wraight, P. (2006). Silver based wound dressings and topical agents for treating diabetic foot ulcers. *Cochrane Database of Systematic Reviews 2006*, 1(CD005082), 1-18. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005082.pub2>
- Camponogara, I., & Volcic, R. (2021). Integration of haptics and vision in human multisensory grasping. *Córtex*, 135, 173-185. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2020.11.012>
- Cohen, H., Scherzer, P., Viau, R., Voss, P., & Lepore, F. (2011). Working memory for braille is shaped by experience. *Communicative & Integrative Biology*, 4(2), 227-229. <https://doi.org/10.4161/cib.4.2.14546>
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Craddock, M., & Lawson, R. (2008). Repetition priming and the haptic recognition of familiar and unfamiliar objects. *Perception & Psychophysics*, 70(7), 1350-1365. <https://doi.org/10.3758/PP.70.7.1350>
- Desmarais, G., Meade, M., Wells, T., & Nadeau, M. (2017). Visuo-haptic integration in object identification using novel objects. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 79, 2478-2498. <https://doi.org/10.3758/s13414-017-1382-x>
- Easton, R. D., Srinivas, K., & Greene, A. J. (1997). Do vision and haptics share common representations? Implicit and explicit memory within and between modalities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23(1), 153-163. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.23.1.153>
- Ferreira, C. D., Gadelha, M. J. N., Fonsêca, É. K. G. da, Silva, J. S. C. da, Torro, N., & Fernández-Calvo, B. (2019). Long-term memory of haptic and visual information in older adults. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, 28(1), 65-77. <https://doi.org/10.1080/13825585.2019.1710450>
- Fujimichi, M., Yamamoto, H., & Saiki, J. (2021). The effect of visual distractors on visual working memory for surface roughness in the human brain. *Neuroscience Letters*, 750, 135805. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2021.135805>
- Gadelha, M. J. N., Fernández-Calvo, B., Ferreira, C. D., Marques, A. A. J., & Santos, N. A. (2016). Forgetting haptic information: A comparative study between younger and older adults. *Psychology & Neuroscience*, 9(2), 230-239. <https://doi.org/10.1037/pne0000048>
- Gadelha, M., J. N., Silva, J. A., Andrade, M. J. O., Viana, D. N. M., Fernández-Calvo B., & Santos, N. A. (2013). Haptic memory and forgetting: A systematic review. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 18(1), 131-136. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2013000100021>
- Gibson, J. J. (1962). Observations on active touch. *Psychological Review*, 69, 477-491. <https://doi.org/10.1037/h0046962>
- Gibson, James J. (1963). The useful dimensions of sensitivity. *American Psychologist*, 18(1), 1-15. <https://doi.org/10.1037/h0046033>
- Giudice, N. A., Bennett, C. R., Klatzky, R. L., & Loomis, J. M. (2017). Spatial updating of haptic arrays across the life span. *Experimental Aging Research*, 43(3), 274-290. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2017.1298958>
- Harwood, E., & Naylor, G. F. K. (1969). Rates of information-transfer in elderly subjects. *Australian Journal of Psychology*, 21(2), 127-136. <https://doi.org/10.1080/00049536908257775>
- Honoré, J., Bourdeaud'hui, M., & Sparrow, L. (1989). Reduction of cutaneous reaction time by directing eyes towards the source of stimulation. *Neuropsychologia*, 27(3), 367-371. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(89\)90025-0](https://doi.org/10.1016/0028-3932(89)90025-0)
- Hutmacher, F., & Kuhbandner, C. (2018). Long-Term memory for haptically explored objects: fidelity, durability, incidental encoding, and cross-modal transfer. *Psychological Science*, 29(12), 2031-2038. <https://doi.org/10.1177/0956797618803644>
- Intraub, H., Morelli, F., & Gagnier, K. M. (2015). Visual, haptic and bimodal scene perception: evidence for a unitary representation. *Cognition*, 138, 132-147. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.01.010>
- Kennett, S., Taylor-Clarke, M., & Haggard, P. (2001). Noninformative vision improves the spatial resolution of touch in humans. *Current Biology*, 11(15), 1188-1191. [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(01\)00327-X](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(01)00327-X)
- Kiphart, Michael J., Hughes, J. L., Simmons, J. P., & Cross, H. A. (1992). Short-term haptic memory for complex objects. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 30(3), 212-214. <https://doi.org/10.3758/BF03330444>
- Klatzky, R. L., Lederman, S. J., & Metzger, V. A. (1985). Identifying objects by touch: an "expert system". *Perception & Psychophysics*, 37(4), 299-302. <https://doi.org/10.3758/BF03211351>
- Klimesch, W., Sauseng, P., & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: the inhibition-timing hypothesis. *Brain Research Reviews*, 53(1), 63-88. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2006.06.003>
- Koenderink, J. J., & Van Doorn, A. J. (1982). The shape of smooth objects and the way contours end. *Perception*, 11(2), 129-137. <https://doi.org/10.1068/p110129>
- Lederman, S. J., & Klatzky, R. L. (1987). Hand movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, 19(3), 342-368. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(87\)90008-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(87)90008-9)
- Lederman, S. J., & Klatzky, R. L. (2009). Haptic perception: a tutorial. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71(7), 1439-1459. <https://doi.org/10.3758/APP.71.7.1439>

- Likova, L. T., Tyler, C. W., Cacciamani, L., Mineff, K., & Nicholas, S. (2016). The cortical network for braille writing in the blind. *Society for Imaging Science and Technology*, 28, Article art00021. <https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2016.16.HVEI-095>
- Martinovic, J., Lawson, R., & Craddock, M. (2012). Time course of information processing in visual and haptic object classification. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(49), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00049>
- McGregor, T. A., Klatzky, R. L., Hamilton, C., & Lederman, S. J. (2010). Haptic classification of facial identity in 2D displays: configural versus feature-based processing. *IEEE Transactions on Haptics*, 3(1), 48-55. <https://doi.org/10.1109/TOH.2009.49>
- Morimoto, T. (2020). The nature of haptic working memory capacity and its relation to visual working memory. *Multisensory Research*, 33(8), 837-864. <https://doi.org/10.1163/22134808-bja10007>
- Murty, N. A. R., Teng, S., Beeler, D., Mynick, A., Oliva, A., & Kanwisher, N. (2020). Visual experience is not necessary for the development of face-selectivity in the lateral fusiform gyrus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(37), 23011-23020. <https://doi.org/10.1073/pnas.2004607117>
- Norman, J. F., Cheeseman, J. R., Adkins, O. C., Cox, A. G., Rogers, C. E., Dowell, C. J., Baxter, M. W., Norman, H. F., & Reyes, C. M. (2015). Aging and solid shape recognition: Vision and haptics. *Vision Research*, 115, 113-118. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2015.09.001>
- Norman, J. F., Kappers, A. M. L., Beers, A. M., Scott, A. K., Norman, H. F., & Koenderink, J. J. (2011). Aging and the haptic perception of 3D surface shape. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73(3), 908-918. <https://doi.org/10.3758/s13414-010-0053-y>
- Norman, J. F., Norman, H. F., Clayton, A. M., Lianekhammy, J., & Zielke, G. (2004). The visual and haptic perception of natural object shape. *Perception & Psychophysics*, 66(2), 342-351. <https://doi.org/10.3758/BF03194883>
- Novak, M., & Schwan, S. (2021). Does touching real objects affect learning? *Educational Psychology Review*, 33, 637-665. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09551-z>
- Overvliet, K. E., & Krampe, R. T. (2018). Haptic two-dimensional shape identification in children, adolescents, and young adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 166, 567-580. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.09.024>
- Overvliet, K. E., Wagemans, J., & Krampe, R. T. (2013). The effects of aging on haptic 2D shape recognition. *Psychology and Aging*, 28(4), 1057-1069. <https://doi.org/10.1037/a0033415>
- Park, D. C., & Puglisi, J. T. (1985). Older adults' memory for the color of pictures and words. *Journal of Gerontology*, 40(2), 198-204. <https://doi.org/10.1093/geronj/40.2.198>
- Park, D., Puglisi, J., & Smith, A. (1986). Memory for pictures: does an age-related decline exist? *Psychology and Aging*, 1(1), 11-17. <https://doi.org/10.1037//0882-7974.1.1.11>
- Pasqualotto, A., Finucane, C. M., & Newell, F. N. (2013). Ambient visual information confers a context-specific, long-term benefit on memory for haptic scenes. *Cognition*, 128(3), 363-379. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.04.011>
- Pensky, A. E. C., Johnson, K. A., Haag, S., & Homa, D. (2008). Delayed memory for visual—haptic exploration of familiar objects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(3), 574-580. <https://doi.org/10.3758/PBR.15.3.574>
- Postma, A., Zuidhoek, S., Noordzij, M. L., & Kappers, A. M. L. (2007). Differences between early-blind, late-blind, and blindfolded-sighted people in haptic spatial-configuration learning and resulting memory traces. *Perception*, 36(8), 1253-1265. <https://doi.org/10.1068/p5441>
- Reales, J. M., & Ballesteros, S. (1999). Implicit and explicit memory for visual and haptic objects: cross-modal priming depends on structural descriptions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(3), 644-663. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.25.3.644>
- Rybarczyk, B. D., Hart, R. P., & Harkins, S. W. (1987). Age and forgetting rate with pictorial stimuli. *Psychology and Aging*, 2(4), 404-406. <https://doi.org/10.1037//0882-7974.2.4.404>
- Santaniello, G., Sebastián, M., Carretié, L., Fernández-Folgueiras, U., & Hinojosa, J. A. (2018). Haptic recognition memory following short-term visual deprivation: Behavioral and neural correlates from ERPs and alpha band oscillations. *Biological Psychology*, 133, 18-29. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.01.008>
- Sciutti, A., Damonte, F., Alloisio, M., & Sandini, G. (2019). Visuo-haptic exploration for multimodal memory. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 13(15), 1-12. <https://doi.org/10.3389/fnint.2019.00015>
- Stadlander, L. M., Murdoch, L. D., & Heiser, S. M. (1998). Visual and haptic influences on memory: age differences in recall. *Experimental Aging Research*, 24(3), 257-272. <https://doi.org/10.1080/036107398244247>
- Winograd, E., Smith, A. D., & Simon, E. W. (1982). Aging and the picture superiority effect in recall. *Journal of Gerontology*, 37(1), 70-75. <https://doi.org/10.1093/geronj/37.1.70>
- Yasaka, K., Mori, T., Yamaguchi, M., & Kaba, H. (2019). Representations of microgeometric tactile information during object recognition. *Cognitive Processing*, 20, 19-30. <https://doi.org/10.1007/s10339-018-0892-3>

Maria José Nunes Gadelha

Doutora em Psicologia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Santa Cruz, RN, Brasil; mestre em Psicologia pela mesma instituição. Professora na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em Santa Cruz, RN, Brasil.

Cytia Diógenes Ferreira

Doutora em Neurociência Cognitiva e Comportamento pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em João Pessoa, PB, Brasil; mestre em Neurociência Cognitiva e Comportamento pela mesma instituição.

Bernardino Fernández-Calvo

Doutor em Psicologia Clínica e da Saúde pela Universidade de Salamanca (USAL), em Salamanca, Espanha. Professor na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em João Pessoa, PB, Brasil. Pesquisador Distinguido Sênior "Beatriz Galindo" na Universidade de Córdoba (UCO), em Córdoba, Espanha.

Endereço para correspondência

Bernardino Fernández-Calvo

Faculdade de Ciências da Educação e Psicologia da Universidade de Córdoba

Av. San Alberto Magno, s/n, 14071

Córdoba, Espanha

Os textos deste artigo foram revisados pela SK Revisões Acadêmicas e submetidos para validação do(s) autor(es) antes da publicação.