

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

TRANSTORNOS NEUROCOGNITIVOS E APRENDIZAGEM  
MOTORA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

Gisele Carla dos Santos Palma

São Paulo

2022

GISELE CARLA DOS SANTOS PALMA

Transtornos neurocognitivos e aprendizagem motora: uma revisão de escopo.

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de doutora em Ciências

Área de concentração: Estudos Biodinâmicos da Educação Física e Esporte

Orientador:

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Camila Torriani-Pasin

São Paulo

2022

Catálogo da Publicação  
Serviço de Biblioteca  
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Palma, Gisele Carla dos Santos  
Transtornos neurocognitivos e aprendizagem motora: uma revisão de  
escopo. / Gisele Carla dos Santos Palma. – São Paulo:  
[s.n.], 2022.  
p. 204

Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e  
Esporte da Universidade de São Paulo.  
Orientadora: Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin.

1. Aprendizagem motora 2. Comprometimento cognitivo 3.  
Déficit neurológico (Educação Física) I. Título.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Autor:** PALMA, Gisele Carla dos Santos

**Título:** Transtornos neurocognitivos e aprendizagem motora: uma revisão de escopo.

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção de título de Doutora em Ciências.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2022.

### Banca Examinadora

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

*In memoriam ao meu pai Ubyrajara Palma, por lutar  
e trabalhar pelo meu direito à educação.  
À minha mãe Laureci por ser tudo o que realmente  
importa.*

## **Agradecimentos**

Primeiramente a Nzambe (Deus) que me permitiu ter discernimento, força, coragem, saúde, energia e um bom mutuê (cabeça) pra seguir e prosseguir nesta jornada.

À minha família, meu alicerce, minha razão de persistência e as responsáveis pelo que fui, sou e serei daqui pra frente (Laureci e Luana).

À minha mulher, por estar do meu lado nos momentos em que mais precisei, e quando em um lapso não achei que esse momento seria possível (Kelly Janeo, te amo!).

Aos meus mais que amigos, irmãos que descobri/encontrei/conheci neste processo de mestrado/doutorado e que pretendo para sempre manter essa amizade (Giordano Bonuzzi e Tatiana Beline de Freitas).

Ao Laboratório de Comportamento Motor (LACOM) por serem os artesãos que possibilitaram moldar minha base científica e minhas características acadêmicas através de tantos exemplos de professores que eu quero ser!

A todos os companheiros de laboratório que me acompanharam nessa trajetória durante esses 9 anos e aos amigos que fiz no grupo de estudos e Pesquisa em Comportamento Motor aplicado à Neuroreabilitação (GEPENEURO) que também me ajudaram muito neste processo.

À Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin por mais uma vez estar ao meu lado e contribuir sendo a base para a minha formação, e por estes 14 anos de trabalho (IC+ TCC+ Mestrado + Doutorado).

À CAPES por possibilitar, apoiar e permitir esta pesquisa durante todo esse tempo. E a muita gente que me ajudou durante todos esses anos, que posso não escrever o nome, mas com certeza sei a importância da sua contribuição para que tudo isso fosse possível.

Muito obrigada a todos!

Nzambe a Kuatesa!

## Epígrafe

*“Não tenhamos pressa,  
mas não percamos TEMPO...”*

**José Saramago**

## RESUMO

**PALMA, G. C. S. Transtornos neurocognitivos e aprendizagem motora: uma revisão de escopo. 2022. 204 f. Tese (Doutorado em ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2022**

Os transtornos cognitivos podem prejudicar um ou vários processos de função cognitiva que são importantes durante a aprendizagem/reaprendizagem de habilidades motoras. A aprendizagem motora é essencialmente um processo guiado por mecanismos cognitivos-perceptuais e motores, desta forma, naturalmente pode ser impactada caso estes mecanismos estejam comprometidos. Os transtornos cognitivos têm características específicas de acordo com a condição de saúde e podem produzir comprometimentos distintos, de modo que a aprendizagem pode ser afetada em diversas formas. **Objetivo:** Realizar uma revisão de escopo para investigar o impacto do comprometimento cognitivo (déficits de atenção, memória, planejamento e funções executivas) na aprendizagem motora. **Material e métodos:** Realizamos uma busca nas bases de dados Pubmed, Medline e Embase a procura de estudos que avaliaram a influência da cognição na aprendizagem motora. Esta revisão foi dividida em três estudos com as seguintes condições de saúde: Doença de Alzheimer e Comprometimento cognitivo leve, Acidente Vascular Cerebral e Doença de Parkinson. O estudo seguiu as diretrizes do PRISMA-ScR (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews*) e foi registrado na OSF (Open Science Framework). **Resultados:** A busca inicial conjunta resultou em 9.436 publicações. Para o estudo AD e CCL foram elegíveis 15 estudos, no estudo de AVC 5 estudos e no estudo de DP 12 estudos. Nossos resultados incluíram publicações de nível baixo a alto risco de viés metodológico. Os delineamentos experimentais variaram entre as publicações incluídas, pois as abordagens encontradas eram diferentes e contemplavam: aprendizagem implícita, modelo clássico e adaptação motora, não sendo passíveis de comparação. Foram encontradas muitas avaliações cognitivas, e a cognição foi estratificada de diversas formas. De maneira geral, 2 avaliações foram as mais utilizadas: o Mini exame de estado mental e a Escala de memória de Wechsler. O impacto da cognição na aprendizagem foi relatado em todos os estudos incluídos e em todas as condições de saúde pesquisadas. Ainda, a gravidade do comprometimento cognitivo e características relacionadas a condição de saúde dos indivíduos com AVC e DP também influenciaram a aprendizagem de habilidades motoras. **Conclusão:** O comprometimento cognitivo afeta a aprendizagem motora. Além disso, a diversidade dos estudos é marcante e mostra o quanto ainda há possibilidades de pesquisa neste campo. Porém, é importante destacar o papel das características da condição de saúde e do comprometimento cognitivo para uma melhor análise da aprendizagem motora.

## ABSTRACT

**PALMA, G. C. S. Neurocognitive disorders and motor learning: a scoping review. 2022. 204 f. PhD. Thesis – School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, São Paulo. 2022**

Cognitive disorders can impair one or several processes of cognitive function that are important during learning/relearning of motor skills. Motor learning is essentially a process guided by cognitive-perceptual and motor mechanisms, so it can naturally be impacted if these mechanisms are compromised. Cognitive disorders have specific characteristics according to the health condition and can produce different impairments. Therefore, motor learning can be affected in different ways. **Aim:** To conduct a scoping review to investigate the impact of cognitive impairment (deficits in attention, memory, planning and executive functions) on motor learning. **Material and methods:** We searched the Pubmed, Medline and Embase databases looking for studies that evaluated the influence of cognition on motor learning. This review was divided into three studies in these health conditions: Alzheimer's Disease and Mild Cognitive Impairment, Stroke and Parkinson's Disease. The study followed PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews) guidelines and was registered in the OSF (Open Science Framework). **Results:** The initial joint search resulted in 9,436 publications. Fifteen studies were eligible for the AD and MCI study, 5 studies for the stroke study and 12 studies for the PD study. Our results included publications from low to high risk of methodological bias. The experimental designs varied among the publications included. Mainly, the approaches found were different and included: implicit learning, classic model and motor adaptation, not being subject to comparison. Many cognitive assessments were found, and cognition was stratified in several ways. In general, two assessments were the most used: the Mini Mental State Examination and the Wechsler Memory Scale. The impact of cognition on learning was reported across all included studies and across all health conditions surveyed. Furthermore, the severity of cognitive impairment and characteristics related to the health condition of individuals with stroke and PD also influenced the learning of motor skills. **Conclusion:** Cognitive impairment affects motor learning. In addition, the diversity of the studies is remarkable and shows how much there are still possibilities for research in this field. However, characteristics of the health condition and cognitive impairment play an important role to the analysis of motor learning.

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Definições dos constructos .....	33
Tabela 2 - Estratégia de busca: PubMed/MEDLINE .....	41
Tabela 3 - Características demográficas dos participantes nas publicações incluídas.....	45
Tabela 4 - Qualidade dos estudos incluídos com participantes com DA E CCL através a Escala de Newcastle-Ottawa (NOS).....	47
Tabela 5 - Número de publicações considerando o desenho da pesquisa, quantidade de prática, tarefa praticada, desfecho principal, funções cognitivas mensuradas utilizadas para inferir a aprendizagem motora de acordo com cada condição de saúde (Doença de Alzheimer e Déficit cognitivo leve). .....	51
Tabela 6 - Quadro de aprendizagem especificando o intervalo de retenção ou transferência e a capacidade de aprendizagem dos indivíduos com Doença de Alzheimer e indivíduos com Comprometimento Cognitivo Leve.....	56
Tabela 7 - Estratégia de busca para AVC: PubMed/MEDLINE .....	73
Tabela 8 - Características demográficas dos participantes e avaliações motoras usadas nas publicações incluídas.....	76
Tabela 9 - Qualidade dos estudos incluídos com participantes com AVC através a Escala de Newcastle-Ottawa (NOS) .....	80
Tabela 10 - Publicações considerando o desenho experimental usado para inferir o aprendizado motor, a quantidade de prática da tarefa relatada pelas publicações incluídas divididas em dias, blocos, tentativas, tarefa usada e medida de resultado.....	81
Tabela 11 - Publicações considerando o instrumento cognitivo de avaliação utilizado, a função cognitiva rotulada e o resultado cognitivo utilizado para inferir a aprendizagem.....	85
Tabela 12 - Estratégia de busca para DP: PubMed/MEDLINE .....	100
Tabela 13 - Características demográficas dos participantes com DP e avaliações motoras usadas nas publicações incluídas .....	105
Tabela 14 - Qualidade dos estudos incluídos com participantes com DP através a Escala de Newcastle-Ottawa (NOS) .....	110

Tabela 15 - Resultados sobre tipo de desenho, prática, intervalo de retenção, tarefa praticada e desfechos principais dos estudos incluídos.....	114
Tabela 16 – Publicações considerando a avaliação do instrumento cognitivo utilizado, a função cognitiva avaliada e o desfecho cognitivo utilizado para inferir a aprendizagem em indivíduos com DP.....	117
Tabela 17 -Informações adicionais coletadas dos estudos incluídos para as populações de DA e CCL.....	162
Tabela 18 - Informações adicionais coletadas dos estudos incluídos para a população de AVC. ....	181
Tabela 19 - Informações adicionais coletadas dos estudos incluídos para a população de DP.....	191

## Lista de Figuras

Figura 1 - Modelo conceitual expandido de performance motora (adaptado Schmidt & Wrisberg, 2001).....	8
Figura 2 - Classificação do Comprometimento Cognitivo Leve .....	19
Figura 3 – Fluxograma descrevendo o processo de seleção das publicações.	43
Figura 4 - Avaliações cognitivas utilizadas nas publicações incluídas. ....	59
Figura 5 - Fluxograma descrevendo o processo de seleção das publicações.	74
Figura 6 - Fluxograma descrevendo o processo de seleção das publicações. .....	102

## Sumário

1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 - Cognição: Conceituação e fenomenologia do constructo .....	3
2.2 – Cognição no encéfalo: onde moram as funções cognitivas.....	4
2.3 – Modelos teóricos que abarcam a cognição no processo de aprendizagem .....	6
3 – Transtornos neurocognitivos .....	12
3.1 – Doença de Alzheimer: influência do comprometimento cognitivo-motor no desempenho e na aprendizagem de habilidades motoras .....	13
3.2 – Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) e seu impacto no desempenho e na aprendizagem de habilidades motoras.....	17
3.3 – Comprometimento cognitivo no AVC e sua influência no desempenho e aprendizagem de habilidades motoras.....	21
3.4 - Doença de Parkinson para além da desordem de movimento: o comprometimento cognitivo na aprendizagem de habilidades motoras .....	26
3.5 – Justificativa do estudo .....	31
4 - MÉTODO .....	32
ESTUDO 1 – DOENÇA DE ALZHEIMER (DA) E COMPROMETIMENTO COGNITIVO LEVE (CCL).....	38
INTRODUÇÃO .....	38
Método .....	40
Estágio 1: identificar as questões de pesquisa.....	41
Estágio 2: Identificação de estudos relevantes .....	41
RESULTADOS .....	42
Discussão.....	60
Conclusão .....	68

ESTUDO 2 – ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL (AVC).....	70
INTRODUÇÃO .....	70
Método .....	72
RESULTADOS .....	75
Discussão.....	88
Conclusão .....	96
ESTUDO 3 – DOENÇA DE PARKINSON (DP).....	98
INTRODUÇÃO .....	98
Método .....	99
RESULTADOS .....	103
Discussão.....	121
5 - DISCUSSÃO GERAL DA TESE.....	127
6 - ESTUDOS FUTUROS.....	133
7 - CONCLUSÃO .....	134
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	135
MATERIAL SUPLEMENTAR.....	162

## 1 - INTRODUÇÃO

A aprendizagem motora é um conjunto de processos associados à prática ou experiência que leva a mudanças relativamente permanentes na capacidade de executar um movimento qualificado (SCHMIDT et al., 2019). Embora a terminologia inclua apenas a palavra “motor”, a cognição desempenha um papel muito importante nos mecanismos envolvidos na aprendizagem motora. Neste caso, a utilização do termo motor busca somente diferenciar o aprendizado motor de outros tipos de aprendizado, como o acadêmico e o de idiomas, por exemplo.

De fato, a aprendizagem motora é fortemente dependente de mecanismos cognitivos em todo o seu processo. Os mecanismos cognitivos durante a aquisição de habilidades estão presentes em pelo menos cinco estágios de processamento da informação: 1. seleção, redundância e interpretação da informação perceptiva (MAGILL; ANDERSON, 2017); 2. seleção de resposta (SCHMIDT et al., 2019); 3. programação de movimentos (WONG; HAITH; KRAKAUER, 2015); 4. interpretação e orientação de *feedback* (KRAKAUER et al., 2019); e 5. foco e manutenção da atenção no desempenho (WULF, 2007).

A alta participação da cognição durante o processo de aprendizagem motora é marcada por uma complexa interação de atividades neurais motoras, sensoriais e cognitivas (SADTLER et al., 2014). O processo de aprendizagem motora é dependente da tomada de decisão, resolução de problemas, metas direcionadas e demandas específicas da tarefa e/ou da habilidade motora a ser aprendida (KLEIM; JONES, 2008; PLAUTZ; MILLIKEN; NUDO, 2000).

Sendo a cognição essencial para a aprendizagem motora, indivíduos com transtornos cognitivos podem apresentar prejuízos durante esse processo (PALMA; CORRÊA; TORRIANI-PASIN, 2020; TORRIANI-PASIN et al., 2020). Os transtornos cognitivos podem ser definidos como uma categoria de transtornos de saúde mental que afetam o aprendizado, a memória, a percepção e a resolução de problemas, e incluem amnésia, demência e delírio (LIPOWSKI, 1983).

A capacidade cognitiva reduzida tem etiologias diversas e multifatoriais (ou seja, traumas, doenças, alterações dependentes da idade) e qualquer uma

delas pode induzir ao prejuízo em um ou mais mecanismos de apoio à aprendizagem motora. Nesse sentido, várias investigações sobre os efeitos de distúrbios cognitivos na aprendizagem motora vem sendo realizadas em uma variedade de populações adultas com condições de saúde tais como: sobreviventes de acidente vascular cerebral (AVC) (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; DIRNBERGER et al., 2010; SUBRAMANIAN et al., 2015), indivíduos com doença de Alzheimer (DA) (DICK et al., 2003; VAN HALTEREN-VAN TILBORG; SCHERDER; HULSTIJN, 2007) e com doença de Parkinson (DP) (HAALAND, 1997; HAALAND et al., 1997; OLSON; LOCKHART; LIEBERMAN, 2019).

No entanto, a maioria das pesquisas neste campo têm abordado os efeitos do transtorno cognitivo na aprendizagem motora em desenhos experimentais diversos, o que acaba por trazer mais complexidade a esse fenômeno. Até o momento, alguns estudos propuseram apenas avaliação do desempenho motor ao longo da prática. Isso fornece informações sobre a codificação, limitando a interpretação da consolidação e evocação, que são aspectos essenciais para inferências de aprendizagem motora.

Uma revisão de escopo nessa temática permitiria entender as lacunas existentes sobre este fenômeno, mapear o que existe até então e saber se a literatura realmente aponta uma relação entre a cognição e a aprendizagem motora.

Assim, o objetivo geral deste estudo foi realizar uma revisão abrangente da literatura para identificar e descrever o papel da cognição na aprendizagem motora. Além disso, os objetivos específicos da presente tese foram:

1. Descrever desenhos experimentais que buscaram investigar os efeitos do comprometimento da cognição na aprendizagem motora.
2. Descrever como os comprometimentos cognitivos foram avaliados em estudos de aprendizagem motora.
3. Avaliar a extensão do impacto dos comprometimentos cognitivos nos resultados dos estudos que investigaram a aprendizagem motora.

## **2 – REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 - Cognição: Conceituação e fenomenologia do constructo**

Cognição refere-se a todos os processos mentais através dos quais estímulos internos e externos são transformados, reduzidos, elaborados, armazenados, recuperados e utilizados (NEISSER, 1967) em função de um objetivo. Havia o mito de que a cognição era estímulo-resposta, ou seja, que somente reagia a estímulos externos, entretanto, há também a iniciação ativa de interações com o ambiente, através de ações voluntárias (JEANNEROD, 1997). Assim, estas ações voluntárias são mediadas por domínios cognitivos, sendo eles, a atenção, memória, funções executivas e percepção, os quais serão aprofundados a seguir, além disso, dentro destes domínios ainda existem alguns processos cognitivos agindo em conjunto (GAZZANIGA, 2009).

No que tange os grandes domínios, a atenção refere-se a um conjunto de processos que leva a priorização no processamento de informações (HELENE; XAVIER, 2003). A atenção é importante na aquisição de habilidades motoras tanto no processo de extrair do ambiente informações para a execução da habilidade, quanto para auxiliar a retenção das informações relevantes na memória de longa duração (LADEWIG, 2000). Na aquisição das habilidades estão envolvidos processos de: foco de atenção, a fim de observar os estímulos; atenção seletiva para selecionar a informação mais relevante para aquela situação e; a atenção sustentada para manter-se alerta para o aparecimento de novos estímulos relevantes ou na observação de aspectos importantes durante a execução da tarefa (GAZZANIGA, 2009). Além disso, os requisitos atencionais para execução de uma determinada habilidade diminuem à medida que a representação desta habilidade na memória é fortalecida (LADEWIG, 2000).

A memória é a persistência de uma habilidade de resposta adquirida (SCHMIDT, 1988). Os vários tipos de memória exercem papéis diferentes na aquisição de habilidades motoras. A memória operacional refere-se a processos de armazenamento e manipulação temporário de informações (BADDELEY, 1986). Assim, na memória operacional ficam armazenadas as informações para a prática de habilidades motoras e após o fortalecimento do plano motor para a

execução daquela habilidade (WONG; HAITH; KRAKAUER, 2015) este plano motor fica, na memória curto prazo até a sua consolidação indo para a memória de longo prazo (KRAKAUER; SHADMEHR, 2006).

Funções executivas são definidas como “aquelas capacidades que permitem o engajamento de uma pessoa com sucesso em um comportamento independente e produtivo” (LEZAK et al., 2012). As funções executivas estão envolvidas na cognição mais complexa, por exemplo, resolver problemas, usar as informações para modificar o comportamento, formular estratégia e sequenciar ações complexas (ELLIOTT, 2003).

Percepção é definida como o reconhecimento de objetos e do ambiente externo na mente (SCHEERER, 1984). Inclui, então, o reconhecimento de objetos em movimento e o espaço de movimento para possível planejamento efetivo de acordo com as dimensões e condições ambientais (SCHMIDT; LEE, 2011). Existe uma relação entre a percepção, cognição e controle motor (ação) que é bastante estudada, esta relação é intrincada a ponto de alterações perceptivas afetarem significativamente a cognição e, conseqüentemente, a ação motora efetiva (GENTSCH et al., 2016).

Em relação aos processos cognitivos, pode-se citar: iniciação, planejamento, ação intencional, automonitoramento, auto regulação e volição (STUSS, 2011). Estes processos cognitivos são construídos no encéfalo sob forma de redes, assim, não estão dispostos somente em uma área específica, apesar de terem uma área cortical predominante (DUERING et al., 2014). Tais redes, normalmente, correspondem a tratos na substância branca (redes anatômicas) constituindo uma ligação entre regiões cerebrais (HAGMANN et al., 2008; RUBINOV; SPORNS, 2010) e são fortalecidas com a vivência de experiências (redes funcionais) (DUERING et al., 2013).

Dada a definição de cognição, seus domínios e processos envolvidos, é evidente que ela está envolvida em praticamente tudo que o ser humano pode fazer (NEISSER, 1967), bem como seu comprometimento afeta praticamente tudo o que o ser humano faz, ou que pode vir a fazer.

## **2.2 – Cognição no encéfalo: onde moram as funções cognitivas.**

As interações cognitivo-motoras envolvem o planejamento e a produção da ação, uma consequência direta das memórias de informações necessárias para antecipar e interpretar os comportamentos, sendo que a resolução de problemas é dependente dessas interações (LEISMAN; BRAUN-BENJAMIN; MELILLO, 2014; SCHMAHMANN, 1996; SCHMAHMANN; CAPLAN, 2006). A cognição não reside em uma área específica do encéfalo, mas sim está dispersa em várias redes englobando todas as áreas e estruturas encefálicas (GANGLI; SHERMAN; WHITE, 2011; SERRIEN; IVRY; SWINNEN, 2007).

Tanto a função cognitiva quanto a motora são controladas por lobos frontais, cerebelo, núcleos da base que interagem entre si e com outras áreas com o objetivo de controlar a função executiva e a intencionalidade de movimentos que requerem antecipação e previsão do movimento de outras pessoas ou objetos (LEISMAN; MOUSTAFA; SHAFIR, 2016). A cognição na sua relação com o movimento está localizada nas áreas do cérebro responsáveis pelo controle do mesmo (LEISMAN; BRAUN-BENJAMIN; MELILLO, 2014). Os processos motores no cérebro são apoiados por vários centros de controle, com a área motora primária (LEISMAN; MOUSTAFA; SHAFIR, 2016).

Além de controlar os movimentos, o córtex pré-frontal possui duas características importantes a respeito da codificação<sup>1</sup> e evocação<sup>2</sup> das memórias: 1-trata da especificidade e a consistência do conteúdo a ser lembrado e, 2 - codifica apenas estímulos relevantes, isso faz com que ele seja resistente a estímulos distratores e a informações irrelevantes à tarefa (LARA; WALLIS, 2015).

O córtex parietal está relacionado ao ambiente e sua construção espacial (KING et al., 2017) e também tem recebido atribuições na tomada de decisão e planejamento da ação motora, especificamente o córtex parietal posterior está

---

<sup>1</sup> Codificação é o processo inicial da formação da memória, nele ocorre a retirada de informações do ambiente (visuais, semânticas, acústicas, cinestésicas, etc) e tradução em sinais para o sistema nervoso central (BADDELEY, 1986).

<sup>2</sup> Evocação é a capacidade de acessar informações armazenadas na memória no momento em que é necessário (MILLER; SPRINGER, 1973).

associado a movimentos pretendidos. Assim, o córtex parietal além de traçar um mapa espacial, guia a execução do movimento dentro do ambiente e na tomada de decisão em aspectos ambientais e da intencionalidade do movimento (ANDERSEN; CUI, 2009).

Os núcleos da base têm uma forte conexão com o córtex frontal e realizam funções cognitivas similares às do córtex frontal, principalmente no que diz respeito à atenção, funções executivas, memória operacional e modulação/controle cognitivo, com estruturas como: o estriado e núcleo denteado atuando fortemente neste último aspecto (LEISMAN; BRAUN-BENJAMIN; MELILLO, 2014).

O lobo temporal está associado à memória implícita tanto na formação quanto na evocação (DICKERSON et al., 2004; SQUIRE; ZOLA-MORGAN, 1991). A memória operacional, depende principalmente do córtex frontal, mas não exclusivamente, outras regiões como os núcleos da base por exemplo também atuam neste processo (FUNAHASHI, 2017; TEASELL et al., 2018; ZINN et al., 2007).

Estas mesmas áreas e estruturas cerebrais têm um papel primordial na aquisição de habilidades motoras (LUFT; BUITRAGO, 2005) e algumas teorias abarcam estes processos em formas distintas.

### **2.3 – Modelos teóricos que abarcam a cognição no processo de aprendizagem**

A aprendizagem motora é um conjunto de processos associados a prática ou a experiência que conduzem a mudanças relativamente permanentes (SCHMIDT; WRISBERG, 2001). Vários modelos teóricos existem para embasar o processo de aprendizagem e nestes modelos a cognição é tratada de diversas formas. Esta tese está baseada na abordagem clássico de aprendizagem motora e entende o papel da cognição na aquisição de habilidades pela ótica do modelo de processamento de informações.

O modelo de processamento de informações surgiu em 1948 quando Craik, psicólogo inglês, fez uma analogia entre o cérebro e o computador, para Craik ambos compartilhavam processos similares, no caso, receber informação,

processar e responder (CRAIK, 1948). Esse modelo, continua a influenciar até hoje as teorias cognitivistas de aprendizagem e controle motor (EDWARDS, 2010; TANI et al., 2004).

Outros modelos surgiram a partir deste, e objetivo principal destes modelos era analisar as atividades cognitivas não diretamente observáveis que precedem a ação, ao invés da própria ação em tempo real (KELSO, 1982). Estes modelos tentam examinar o papel dos sistemas de controle na detecção, atenção, transformação, retenção e transmissão da informação (MARTENIUK, 1976; STELMACH, 1982).

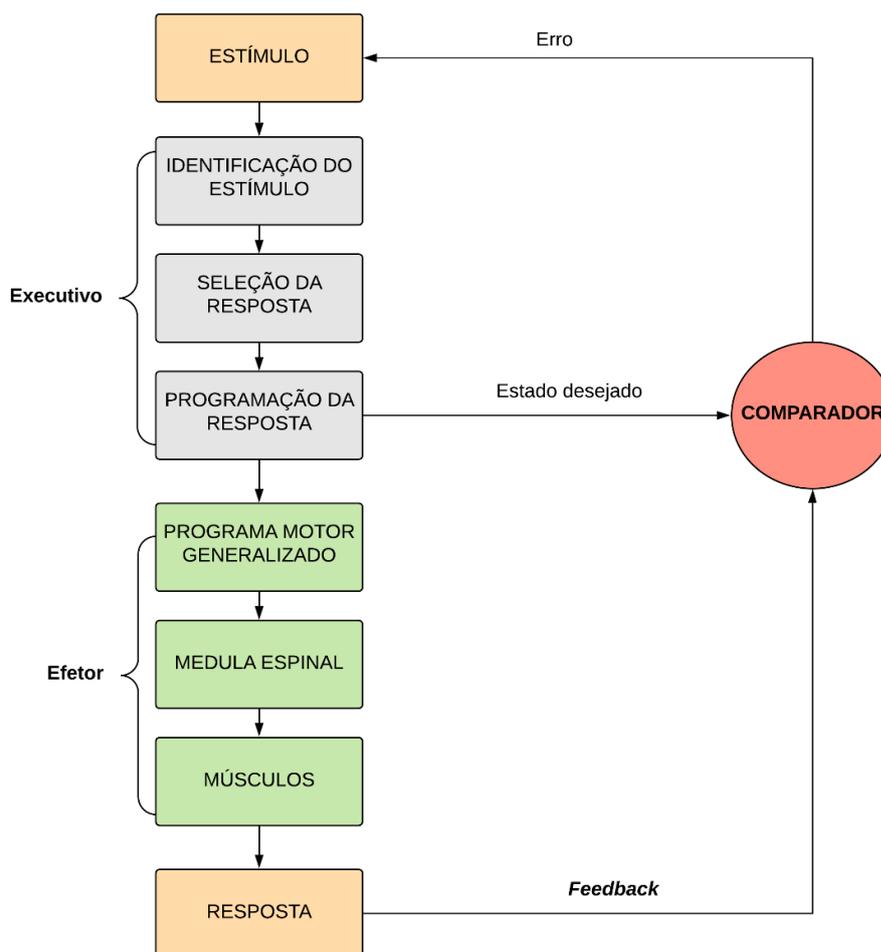
De maneira geral, todos os modelos desenvolvidos a partir dessa abordagem destacam que esse processo tem início a partir da entrada e codificação da informação. A informação é então processada, decodificada, transmitida e traduzida em movimentos musculares que representam ações (CORRÊA; BENDA; TANI, 2016). Há ênfase na percepção, tomada de decisão, capacidade para lidar com a informação e capacidade de reter informação, da mesma forma, essas teorias fornecem estrutura para avaliar as limitações neste processo (SINGER, 1980).

O modelo de processamento de informações é ilustrado através de operações que resultam em uma resposta, os estágios básicos a que essa literatura se refere são: mecanismos perceptivos, mecanismos decisórios e de programação da resposta. O início do processamento se dá a partir da detecção do estímulo, assim a informação entra no sistema e esta precisa identificar o estímulo e reconhecer a sua importância (mecanismo perceptivo), após esta etapa precisa decidir o que deve ser feito (mecanismo decisório), preparar e executar a resposta (programação da resposta) (MARTENIUK, 1976; STELMACH, 1982).

A partir destes estágios, a *teoria de circuito fechado* (ADAMS, 1971) e a *teoria de esquema* (SCHMIDT, 1975a) podem ser incorporadas dentro deste modelo conceitual. Este modelo conceitual é constituído de quatro componentes, o **Executivo** que determina as ações a serem realizadas, bem como as ações corretivas caso seja necessário; o **Efetor**, que executa as decisões determinadas, o **Feedback** que informa sobre o resultado do movimento e o **Comparador**, (Fig. 01) ou sistema de detecção de erros, que compara o estado

desejado (produto da programação da resposta) com o *feedback* da resposta e transmite qualquer diferença entre estes (erro) para o executivo para correção (SCHMIDT; WRISBERG, 2001).

**Figura 1** - Modelo conceitual expandido de performance motora (adaptado Schmidt & Wrisberg, 2001)



O primeiro estágio proposto no modelo de performance motora é o de Identificação do estímulo em que ocorre a percepção de um estímulo apresentado e, caso não tenha sido identificado tal estímulo, as informações sensoriais são primordiais nesta busca. Os processos cognitivos responsáveis envolvidos neste estágio são a percepção com a busca visual e identificação de estímulos no ambiente e sensoriais propriocepção para localizar estímulos no próprio corpo do indivíduo. Há, também, a atenção com a seleção de estímulos relevantes à tarefa, nos quais cada informação disponível é analisada por sua relevância na execução da tarefa (SCHMIDT, 1988).

Na aquisição de habilidades as informações ambientais podem ser relevantes para a aprendizagem, entretanto, não são todas as informações disponíveis que são relevantes. Por isso, é necessária a *seleção dos estímulos relevantes* a execução da habilidade e posteriormente para a aprendizagem (STELMACH, 1976). Para a aquisição de habilidades motoras, o mecanismo perceptivo reconhece as pistas e características do ambiente, entretanto, esta informação precisa ter significado, por isso ocorre sempre a comparação com eventos anteriores na memória (MARTENIUK, 1976; SINGER, 1980). A correta leitura do ambiente e das características da tarefa, determina o sucesso ou a falha do ato motor, ou seja, se o indivíduo não percebe corretamente o ambiente, o resultado do estímulo pode não ser satisfatório (STELMACH, 1982). O ambiente é repleto de informações, táteis, visuais, proprioceptivas na aquisição de habilidades, mas nem todas informações são úteis por isso, é necessária a *seleção dos estímulos relevantes* a execução da habilidade e para a aprendizagem (STELMACH, 1976).

O papel da atenção neste estágio é fundamental, pois se os processos mentais requerem atenção e a mesma é naturalmente limitada, logo oferece limitações ao sistema, e a sobrecarga atencional faz com que informações sejam perdidas e lentificam o sistema (STELMACH, 1982). Esta perda pode afetar ou até mesmo comprometer os estágios posteriores (EDWARDS, 2011) portanto, é papel da atenção seletiva determinar a informação relevante aquele contexto (SCHMIDT; WRISBERG, 2010).

O segundo estágio é o de Seleção da resposta no qual o sistema deve decidir se precisa ser dada uma resposta, e qual é essa resposta ao estímulo (SCHMIDT; LEE, 2011). Os processos cognitivos envolvidos neste estágio são relacionados às funções executivas, especificamente, a tomada de decisão. O crucial neste momento é a escolha do movimento a ser realizado dentro do contexto (HALLETT; GRAFMAN; SCHMAHMANN, 1996). Assim, um programa motor é selecionado para ser executado dentro das especificações necessárias (KLAVORA, 2009), e, em seguida, haverá um refinamento dos parâmetros de movimento.

O terceiro e último estágio antes da execução do movimento propriamente dita é o de Programação da resposta. Nesse estágio, um programa motor

generalizado é escolhido como resposta e o programa é, então, parametrizado de acordo com o contexto necessário (SCHMIDT; LEE, 2014). Este último estágio depende das funções executivas como base no planejamento e nas especificações dos parâmetros do programa. O planejamento se refere à ordem sequencial e temporal das operações necessárias ao desempenho eficiente da habilidade (MARTENIUK, 1976). Assim, toda a sequência de movimentos necessária para a execução da habilidade a ser aprendida é estabelecida com parâmetros específicos, quantidade de força necessária, direção do movimento, velocidade do movimento e amplitude do movimento (MARGOLIN; WING, 1983).

Neste último estágio, as especificações do programa motor escolhido ainda precisam ser transformadas em uma série de ações musculares. A execução do movimento inicialmente é baseada na memória de movimentos anteriores até que o movimento seja iniciado para que seja retroalimentado. Após a programação da resposta, ocorre o movimento planejado e a resposta propriamente dita (SCHMIDT; LEE, 2005).

Durante o movimento, o *feedback* produzido na execução da tarefa motora precisa ser processado, interpretado e comparado ao estado desejado determinado no plano motor (LEE; SWINNEN; SERRIEN, 1994; SCHMIDT; WRISBERG, 2001; SCHMIDT; LEE, 1999; SINGER, 1980) caso haja discrepância entre essas informações o movimento pode ser modificado, isso pode ocorrer durante a execução do movimento (*correção online*) (MUTHA; SAINBURG; HAALAND, 2011; SEIDLER, 2010) ou pode ser efetuada uma correção do movimento na próxima tentativa de resposta ao estímulo como movimentos balísticos, por exemplo (SCHMIDT; WRISBERG, 2001).

Após o movimento, há um processamento das informações produzidas pelo resultado do movimento (*feedback* extrínseco) e a consolidação da informação nos mecanismos de memória tanto em curto, quanto em longo prazo (MULDER, 1991). A resposta produzida (movimento realizado) pode ou não atingir a meta desejada e o problema por não atingir a meta pode estar relacionado a falha na identificação adequada do estímulo, na seleção da resposta apropriada àquela situação ou sobre o erro na programação da resposta (SCHMIDT; WRISBERG, 2010).

Os processos de execução e aprendizagem de habilidades motoras não dependem somente dos mecanismos de movimentos, mas também de reconhecimento de pistas, processamento de informações rápido e correto e da tomada de decisões apropriadas com referência ao ambiente em que se inserem, amplitude, velocidade, distância e outros parâmetros muito bem calculados (SCHMIDT; WRISBERG, 2001; SINGER, 1980). Considerando todos estes processos e domínios cognitivos que acontecem durante a aprendizagem, os mesmos são também junto com a tarefa praticados e melhorados, resultando em conjunto (cognição + movimento) em um movimento habilidoso (LEE; SWINNEN; SERRIEN, 1994).

A forma com que o modelo de Fitts & Posner (1967) cita o papel da cognição no processo de aquisição de habilidades é através da proposição de três estágios. O primeiro, denominado de estágio cognitivo, é caracterizado pela apresentação de uma grande quantidade de erros no desempenho no início da aquisição da habilidade. O desempenho é inconsistente e os aprendizes não são capazes de reconhecer o erro, nesta fase, há uma busca pelo conhecimento dos elementos fundamentais à execução da tarefa. O segundo estágio é nomeado de estágio associativo, e neste estágio o aprendiz começa a detectar seus erros e há uma melhora no desempenho da tarefa. No último estágio, denominado autônomo, o processamento de informações é bem menor e caso seja necessário, o aprendiz pode associar a execução de uma segunda tarefa. Esta fase é caracterizada pela consistência, tanto na detecção de erros quanto no desempenho estabilizando o comportamento.

Para o modelo de Adams (1971) a cognição é ressaltada em um dos estágios de aprendizagem (verbal-motor e motor). O estágio conhecido como verbal-motor consiste na reprodução verbal ou mental pelo aprendiz, das características inerentes à habilidade, a fim de melhorar o desempenho da mesma. Já no estágio motor, isso não acontece mais e o resultado é a melhora do desempenho. Na Teoria de circuito fechado, proposta por Adams a aprendizagem é resultado do processo de formação do traço perceptivo e do traço de memória. O traço perceptivo é formado através do uso das informações advindas do *feedback* que embasa o mecanismo de correção e mecanismo de detecção de erros do aprendiz. Já o traço de memória é a representação de

como a habilidade deve ser executada, assim o mecanismo de feedback alimenta o traço perceptivo e as mudanças ocorridas durante o desempenho seriam armazenadas no traço de memória.

O modelo de Schmidt (1975) já apresenta a ideia de memória (que ele denominou esquemas), que se refere como uma abstração do movimento que é armazenado. O esquema de reconhecimento é responsável pelo armazenamento de informações ambientais, sensoriais e avalia ao próprio movimento. Enquanto que o esquema de lembrança armazena as informações motoras (como força, amplitude de movimento e velocidade do movimento), bem como o resultado esperado da ação, e a partir disto há a formação dos parâmetros do Programa Motor Generalizado. Este programa contém um panorama geral de uma classe de movimentos similares, isto significa que o programa motor generalizado é adaptável, podendo produzir uma ampla gama de movimentos (SCHMIDT, 2003).

Através destas teorias o modelo clássico de aprendizagem caracteriza o papel da cognição na aquisição de habilidades, ressaltando a participação de estruturas do sistema nervoso central como parte dos mecanismos subjacentes a aprendizagem motora. Dessa forma, considerando o papel da cognição na aprendizagem motora, o comprometimento de um ou mais destes domínios ou processos cognitivos pode afetar os mecanismos subjacentes ao processo de aprendizagem motora. Por isso, é importante diagnosticar, avaliar e mensurar estes transtornos a fim de conhecer o real impacto deste transtorno na aprendizagem.

### **3 – Transtornos neurocognitivos**

Os transtornos neurocognitivos, através da classificação utilizada pelo Manual Diagnóstico e estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) (PSYCHIATRIC AMERICAN ASSOCIATION, 2014) são caracterizados por patologias, ou seguindo a nomenclatura da Classificação de Incapacidade Funcionalidade e Saúde (CIF) (BATTISTELLA; BRITO, 2001), condições de saúde que provocam comprometimento cognitivo, sejam estas leves ou graves. Nesta classificação, além do comprometimento cognitivo é importante que estas

condições de saúde não sejam congênicas e que tenha sido diagnosticada a causa primária da disfunção cognitiva.

Encontram-se nesta classificação a Doença de Alzheimer (DA), Comprometimento Cognitivo Leve (CCL), Comprometimento cognitivo vascular (CCV) e a Doença de Parkinson (DP), que são as condições de saúde abordadas na presente tese, entre outras. Os critérios de classificação dos transtornos neurocognitivos foram construídos a partir da definição dos domínios cognitivos e como o impacto nestes domínios prejudica as atividades de vida diária (AVD's) dos indivíduos afetados por elas.

A classificação leva em consideração o impacto nos seguintes domínios cognitivos: Atenção complexa (atenção sustentada, atenção dividida, atenção seletiva e velocidade de processamento); Função executiva (planejamento, tomada de decisão, memória de trabalho, correção de erros, inibição e flexibilidade mental); Aprendizagem e memória (memória de curto e longo prazo, semântica, autobiográfica e aprendizagem implícita); Linguagem (nomeação, fluência e receptiva); Percepto-motor (percepção visual, visuo construção, práxis e agnosia) e Cognição social (emoções e teoria da mente).

As definições operacionais referentes aos domínios cognitivos mais relevantes para a compreensão do fenômeno abordado pela presente tese foram definidas no Capítulo de Cognição. Seguindo a ordem dos estudos realizados a presente tese segue com subcapítulos específicos sobre cada condição de saúde abordada e sobre o impacto dessa condição na função cognitiva e na aprendizagem de habilidades motoras.

### **3.1 – Doença de Alzheimer: influência do comprometimento cognitivo-motor no desempenho e na aprendizagem de habilidades motoras**

A Doença de Alzheimer (DA) é um comprometimento neurodegenerativo que é caracterizado por um declínio cognitivo marcante (SCHELTENS et al., 2016). É considerada a principal causa de comprometimento cognitivo e reconhecida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como uma condição de saúde global e um problema público de saúde (LANE; HARDY; SCHOTT, 2018). Esta condição de saúde é mais conhecida mundialmente por provocar

comprometimento cognitivo, perda da memória e pela sua característica de deposição de amiloide- $\beta$ . Com o aumento previsto da população idosa mundial até 2050, estima-se que a população com DA triplique (PRINCE et al., 2014).

Há um crescente corpo de evidências que relata sintomas motores em indivíduos com DA, até previamente às manifestações cognitivas tão marcantes (ESLINGER; DAMASIO, 1986; KLUGER et al., 1997; OAKLEY et al., 2003). Pesquisas recentes relatam um padrão de ativação neural anormal nas regiões do córtex motor e nas regiões pré e pós-central (BARTOLI et al., 2017; GUERRA et al., 2011; HSIAO et al., 2013; PENNISI et al., 2002).

Os sintomas motores se desenvolvem durante o curso da doença e são em sua maioria de natureza hipocinética - rígida, sendo que o desempenho cognitivo e os sintomas motores são correlacionados (VÖGLEIN et al., 2019). Diferente dos sintomas clássicos do Parkinsonismo típico e atípico, os sintomas motores da DA são, por vezes, com predomínio de bradicinesia, rigidez, ou até ambos. Outros sintomas ainda estão presentes como: hipomimia, instabilidade postural, disartria, alterações da marcha e até distonias (LEVIN, 2019).

Entre os sintomas motores, a bradicinesia tem sido apontada entre 15-50% dos casos (SCARMEAS et al., 2005; TSOLAKI et al., 2016) condição que pode ser explicada pela degeneração do sistema colinérgico mediado por amiloides, porém poucos estudos relatam os comprometimentos motores que afetam indivíduos com DA quantitativamente (ROALF et al., 2018; SUZUMURA et al., 2018). O estudo de Bologna et al., (2020) relata que bradicinesia na DA é diferente na existente nos indivíduos com Doença de Parkinson, pois na DP há lentidão de movimento e diminuição da amplitude ou velocidade à medida que os movimentos são continuados, já na DA ocorre somente a lentidão inicial do movimento.

Devido a essa degeneração do sistema colinérgico principalmente na área frontal do encéfalo (SCHELTENS et al., 2016) e pelo depósito de amiloides em núcleos da base (VÖGLEIN et al., 2019) a literatura levanta a hipótese deste comprometimento afetar o planejamento motor, funções executivas e os processos preparatórios para o movimento de modo que os indivíduos com DA precisem reprogramar ou tomar decisões durante a execução dos movimentos (controle *online*) (BELLGROVE et al., 1997).

Dentro deste contexto a literatura tem buscado cada vez mais investigar a repercussão do comprometimento destas funções cognitivas no sistema motor através de tarefas clássicas usadas na Aprendizagem motora. O planejamento tem sido investigado em indivíduos com DA através do paradigma do tempo de reação, Gordon & Carson (1990) concluíram que o tempo de reação seriado é uma boa ferramenta para verificar déficits relacionados a tomada de decisão e alterações sensório motoras.

Algumas pesquisas concluíram que os indivíduos com DA apresentavam uma inabilidade na resposta (GUERRA et al., 2011), alterações na execução do movimento (GABRIELI et al., 1993), alterações na destreza manual (SUZUMURA et al., 2018), tempo de movimento maior, déficits no início do movimento, pouca variabilidade de movimento (BELLGROVE et al., 1997) e alterações do ritmo no movimento (BOLOGNA et al., 2020).

Além disso, a aprendizagem motora e suas teorias têm sido utilizadas para pesquisar sobre a capacidade de aprendizagem destes indivíduos que apresentam um grave impacto da cognição. Entretanto, o que a literatura confirma é a preservação da capacidade de aprender destes indivíduos (VAN HALTEREN-VAN TILBORG; SCHERDER; HULSTIJN, 2007).

Os estudos que buscaram saber sobre a aprendizagem implícita destes indivíduos, relatam que eles aprendem (GRAFMAN et al., 1990; KUZIS et al., 1999), mas em estudos que também analisaram a aprendizagem explícita eles não aprendem (POE; SEIFERT, 1997). Comparando as tarefas realizadas nos estudos, os indivíduos com DA aprenderam tarefas como: labirinto (KUZIS et al., 1999; SABLE et al., 1995; TAYLOR, 1998), rotor de perseguição (DEWEER et al., 1994; DICK et al., 1995; WILLINGHAM, 1997) tarefas de rastreamento (ROULEAU; SALMON; VRBANCIC, 2002) e tarefas de tempo de reação (KNOPMAN, 1991; WILLINGHAM, 1997).

Quando estes indivíduos foram testados em tarefas de precisão (KNOPMAN, 1991; WILLINGHAM, 1997), ou quando a severidade do comprometimento cognitivo foi comparada (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993) estes indivíduos não aprenderam. Nestes estudos, os indivíduos que não conseguiam realizar alguma parte das tarefas escolhidas foram excluídos das

análises (HIRONO et al., 1997; WILLINGHAM, 1997), o que torna mais difícil entender o impacto dos diferentes graus de comprometimento cognitivo.

O estudo de Deweer et colaboradores al., (1994) tinha como objetivo avaliar a memória e a aprendizagem explícita na DA, a hipótese era que quão menos estímulos ambientais associados à DA a aprendizagem não ocorresse. Para demonstrar o não-enriquecimento ambiental favorável para a memória os autores escolheram participantes com DA institucionalizados e o outro grupo de participantes ambulatoriais. Eles realizaram a tarefa do rotor de perseguição e fizeram um teste de retenção após 4 semanas. Contrariando as expectativas do estudo, ambos grupos de DA aprenderam a tarefa e os autores concluíram que os grupos tinham graus leves de comprometimento e que ainda não havia acúmulo de amiloides nos núcleos da base, o que segundo eles, não prejudicou a retenção.

A memória implícita também foi estudada por Ferraro, Balota & Connor (1993), que procuraram comparar indivíduos com DP, DA e indivíduos sem alteração neurológica. O grupo com DA desse estudo foi dividido pelo nível de comprometimento cognitivo através do *Clinical Dementia Rating (CDR)*, uma escala que gradua o nível de comprometimento em 5 níveis: 0 - Sem demência, 0.5 – demência questionável, 1 - demência leve, 2 - demência moderada e 3 – demência grave. Nesse estudo entraram os níveis demência questionável (que foi classificada como demência muito leve) e demência leve. A tarefa escolhida foi a Tarefa de tempo de reação seriada (SRT) e não houve diferenças no desempenho dos participantes neurologicamente saudáveis dos participantes com DA com demência muito leve. Já os participantes com DP e DA demência leve não aprenderam. Os autores fizeram uma correlação com os dados das outras avaliações neuropsicológicas dos participantes e encontraram associações entre as avaliações de atenção e percepto motor, além da diferença entre os níveis de comprometimento cognitivo. Os autores concluíram que a evolução da doença e problemas relacionados a atenção e ao domínio percepto-motor impactaram a aprendizagem dos participantes com DA demência leve e participantes com DP.

Os fatores que afetam a aprendizagem também foram estudados com participantes com DA. No estudo de Dick et al., (1995) as variáveis

independentes estudadas foram quantidade de prática (40, 80 e 120 tentativas) e intervalo de retenção (20 minutos, 2, 7 e 30 dias). Somente quantidade de prática foi estatisticamente significativa, a prática extra (80 e 120 tentativas) não induziu melhoras no desempenho dos participantes com DA. O nível de comprometimento cognitivo foi testado em uma ANOVA que comparou gravidade (determinada pelo Mini Exame de Estado Mental (MEEM) x quantidade de prática que não mostrou efeito. Uma análise de regressão com os dados do MEEM e com a porcentagem de mudança para cada bloco praticado foi realizada e o nível de predição foi muito baixo ( $r = .23$ ). Os autores concluíram que os participantes com DA leve e moderada foram capazes de aprender e reter o aprendido, que a quantidade de prática não foi um fator que afetou a aprendizagem. Ainda concluíram que o estado cognitivo geral mensurado pelo MEEM não afetou esse processo.

Assim, a literatura ainda apresenta escassez nos achados a respeito da preservação da capacidade de aprender destes indivíduos, principalmente no que se refere às variações do comprometimento cognitivo destes indivíduos. Somada a esta questão, ainda temos poucos achados sobre como estes indivíduos lidam com os fatores que afetam a aprendizagem, (instrução, *feedback*, autocontrole, motivação, metas, por exemplo) pois com o comprometimento de estruturas relacionadas ao *feedback*, estruturas relacionadas ao planejamento e execução de habilidades motoras, bem como com a deposição de amiloide- $\beta$  em estruturas relacionadas à memória é improvável conceber que o processo de aprendizagem ocorra de forma plena.

### **3.2 – Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) e seu impacto no desempenho e na aprendizagem de habilidades motoras**

O CCL não é sinônimo de DA e nem sempre progride para a demência, ele ocorre em um contínuo entre a cognição normal e a demência (SANFORD, 2017).

Um estudo observacional, realizado pela *American Psychiatric Association*, detectou 7 estágios globais de cognição através da *Global Deterioration Scale (GDS)*: GDS 1 – normal (déficit cognitivo não é nem sugerido, nem evidente em entrevista clínica); GDS 2– Esquecimento (apenas evidência

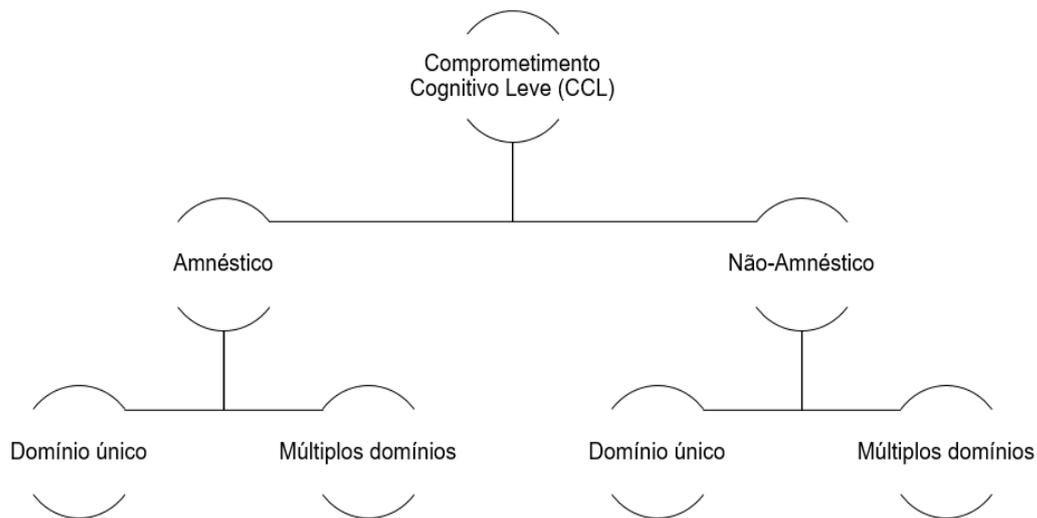
subjetiva de déficit cognitivo); GDS 3– Confusão precoce (déficit cognitivo sutil manifestado em entrevista clínica); GDS 4 – Confusão tardia (déficit proeminente apresentado em entrevista clínica); GDS 5– Demência precoce (déficit cognitivo suficiente para interferir na independência); GDS 6– Demência média (déficit cognitivo suficiente para interferir nas atividades básicas); GDS 7– (déficit cognitivo suficiente para interferir em todas as atividades) (APA, 1980).

O termo *Mild Cognitive Impairment* foi introduzido nos anos 1980 por Reisberg e colegas para caracterizar os sujeitos que estavam em um estágio intermediário de demência, a identificação desses sujeitos foi baseada na *Global Deterioration Scale (GDS)*, quando os critérios para o Estágio 3 foram preenchidos (REISBERG et al., 1988).

Petersen et al., (1999) desenvolveram ainda mais o conceito, propondo critérios baseados em um estudo observacional do envelhecimento. Esse desenvolvimento foi estimulado primeiro pela consciência clínica da existência de uma zona cinzenta de deficiência cognitiva que não foi capturada por nenhuma definição clínica e pela crescente consciência da demência como uma área importante da saúde pública. Além disso, foi reforçada pela necessidade clínica emergente de algo além do diagnóstico binário de presença ou ausência de demência, o que poderia permitir um diagnóstico precoce e prevenção secundária se novos tratamentos se provassem eficazes nos estágios iniciais.

Nesse sentido, o CCL refere-se ao comprometimento da cognição acima do que é considerado normal em relação a idade, mas não o suficiente para causar prejuízo em alguma AVD (PETERSEN et al., 1997). Geralmente, o comprometimento cognitivo está associado a redução da capacidade de aprender novas informações ou recordar informações armazenadas anteriormente (SANFORD, 2017).

Ainda, o CCL pode ser dividido em dois tipos: amnésico, em que o principal domínio comprometido é a memória, e o não-amnésico, no qual não há comprometimento da memória. Após esta divisão primária ainda a patologia apresenta mais duas variações: 1. Domínio único ou 2. Múltiplos domínios (CÂMARA, 2021) conforme figura 2.

**Figura 2** - Classificação do Comprometimento Cognitivo Leve (CCL)

O CCL pode afetar o controle motor e a aprendizagem motora dos indivíduos com esta condição (WU; CHAN; YAN, 2016). Estudos com avaliação cinemática concluíram que os indivíduos com CCL possuem limitações no controle motor fino, apresentando: lentidão, pouca variabilidade, pouca coordenação e menor consistência quando comparados aos seus pares (SCHRÖTER et al., 2003; YAN et al., 2008). Ainda, Lopez et al colaboradores, (2006) enfatizaram que existe diferenças de controle motor (velocidade de movimento e controle motor fino) entre os indivíduos com CCL amnésico e CCL não-amnésico, o que sugere que há diferenças relacionadas a severidade do comprometimento cognitivo e seu impacto no controle motor. Além destas diferenças, os mesmos autores citaram ainda diferenças no desempenho da memória verbal e não verbal, linguagem e funções visuoespaciais e visuoconstrução.

Com relação a aprendizagem motora, sob a ótica da aprendizagem implícita, na tarefa de tempo de reação seriada, pacientes com CCL e controles saudáveis demonstraram resultados semelhantes no aprendizado implícito de sequências (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; GOBEL et al., 2013; NEGASH et al., 2007; NEMETH et al., 2013).

No estudo de Gobel et al., (2013) a aprendizagem de indivíduos com DP foi comparada com a aprendizagem de indivíduos com CCL amnésico, que têm

memória explícita prejudicada. Embora sua memória explícita esteja prejudicada, os pacientes com CCL amnésico não apresentam déficits cognitivos generalizados que possam interferir na compreensão das instruções ou objetivos das tarefas praticadas. Idosos saudáveis e indivíduos com CCL exibiram níveis igualmente robustos de aprendizagem da sequência de repetição incorporada durante o desempenho da tarefa, já os indivíduos com Doença de Parkinson (DP) não aprenderam.

Já o estudo de Hong et al., (2020), tinha como interesse pesquisar o papel da velocidade de resposta na aprendizagem implícita, em indivíduos com CCL. O estudo contou com 21 idosos cognitivamente saudáveis e 21 indivíduos com diagnóstico de CCL, o grupo CCL exibiu um desempenho significativamente pior em todas as três medidas de resultados gerais (ou seja, tempo médio de reação, total de erros e total de erros de omissão) do que o grupo de controle de mesma idade. Além disso, os indivíduos com CCL tiveram um desempenho mais lento, independentemente do tipo de bloco (ou seja, aleatório versus repetido), enquanto suas taxas de erro foram consideravelmente maiores em blocos repetidos em comparação com blocos aleatórios.

Em tarefas mais realistas (baseadas em tarefas do dia-a-dia), os indivíduos com CCL aprenderam (LINGO VANGILDER et al., 2020; SCHAEFER; DIBBLE; DUFF, 2015; SCHAEFER; DUFF, 2017) e também demonstraram diferenças em relação ao nível de comprometimento e quando a função visuo espacial é mais afetada (LINGO VANGILDER et al., 2020; VANGILDER et al., 2018).

Lingo Vangilder e colaboradores, (2020) realizaram uma tarefa de alcance e avaliaram a transferência em uma tarefa de destreza manual (abrir botões) com o objetivo de determinar se os declínios relacionados à idade estavam associados a comprometimentos visuoespaciais na transferência de habilidades motoras. Vinte e um idosos com CCL foram incluídos no estudo e avaliados através da *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) para investigar o comprometimento visuo espacial. Os resultados do estudo corroboraram com a hipótese dos autores, os participantes com função visuo espacial mais alta foram capazes de transferir em comparação com indivíduos com função visuo espacial

mais baixa. Levantando questões sobre maiores níveis de comprometimento impactarem na transferência.

Estudos apontam que a aprendizagem implícita está comprometida em indivíduos idosos, em tarefas de tempo de reação seriada os indivíduos com CCL são prejudicados comparado ao idosos cognitivamente saudáveis de mesma faixa etária (REN et al., 2013; YAN, 2000; YAN; ABERNETHY; LI, 2010). Além disso, os problemas de atenção, funções executivas e distúrbios de processamento de informações estão relacionados ao desempenho inferior de indivíduos com CCL comparados aos indivíduos cognitivamente saudáveis (WU; CHAN; YAN, 2016).

### **3.3 – Comprometimento cognitivo no AVC e sua influência no desempenho e aprendizagem de habilidades motoras.**

O AVC é a segunda condição de saúde mais comum que causa comprometimentos cognitivos (DONOVAN et al., 2008) e uma das disfunções que mais contribuem para a incapacidade após o AVC (LEVINE et al., 2015). Mesmo assim, as desordens cognitivas causadas por um AVC são pouco investigadas na literatura vigente (ERKINJUNTTI; GAUTHIER, 2009).

Entretanto, nos últimos anos, houve um crescente interesse dos pesquisadores nessa temática, já que se trata de uma alteração presente em mais de 50% dos sobreviventes de AVC e ter implicações diretas sobre a incapacidade e qualidade de vida nesta população (MELLON et al., 2015).

O comprometimento cognitivo acomete cerca de um terço da população que sofre um AVC, sendo que estas disfunções podem acontecer em níveis diferentes, e não necessariamente de maneira equivalente em todos os processos (WAHLUND; ERKINJUNTTI; GAUTHIER, 2009), e esta característica torna o quadro cognitivo imprevisível.

O comprometimento cognitivo é, frequentemente, relacionado ao AVC na fase aguda, como um quadro temporário comum, (ZINN et al., 2007) mas nada relacionado a um possível aumento nas chances de declínio cognitivo a longo prazo em relação às chances antes do AVC (LEVINE et al., 2015). Abordaram essa questão por meio de um estudo longitudinal, prospectivo, com mais de 500 participantes, os quais foram acompanhados por meio de avaliações

cognitivas por 6 anos. Os autores constataram que o AVC está associado a não só um declínio agudo das funções cognitivas, mas também a um acelerado e persistente declínio ao longo dos 6 anos pesquisados.

O AVC hemorrágico está associado a déficits cognitivos em mais domínios, devido à maior probabilidade de atingir várias áreas do encéfalo e o fato de as áreas ligadas à cognição estarem dispersas, nesse sentido o aumento da magnitude da lesão pode comprometer mais funções (CUMMING; MARSHALL; LAZAR, 2013). Contrariamente, o AVC isquêmico está associado a déficits específicos, pontuais, dependendo da área atingida, é o tipo mais pesquisado nos casos de degeneração secundária após a lesão (DUERING et al., 2015; HENNERICI, 2009; PUY et al., 2017; SMITH et al., 2012). Já o AVC recorrente, além de estar também associado ao comprometimento cognitivo, está fortemente associado a comprometimentos mais graves e ao maior risco de demência (MELLON et al., 2015; SUN; TAN; YU, 2014).

Além do tipo de AVC, o volume da lesão e a área afetada são determinantes para as sequelas físicas e cognitivas. Assim, lesões extensas podem resultar em comprometimento de mais funções ou agravamento do comprometimento, ao passo que, lesões menores podem resultar em comprometimentos mais leves ou em menor número de funções impactadas dependendo da área afetada (TEASELL et al., 2014). As áreas responsáveis por alguma função cognitiva estão dispersas no encéfalo de modo que um evento vascular pode trazer sequelas cognitivas singulares, nomeando as atribuições de cada área, tem-se que o córtex pré-frontal como um gerenciador de processos cognitivos referentes à inibição de resposta, associação entre tarefas (alternância entre tarefas), a codificação e a evocação de memórias (FUSTER, 2000; TEASELL et al., 2018).

Os efeitos dos comprometimentos cognitivos após o AVC não foram estudados na literatura como variável independente, mas sim, através da manipulação de outros fatores que afetam a aprendizagem. Dessa forma, não houve preocupação sobre recrutamento, avaliação, caracterização e balanceamento nos grupos experimentais de participantes com alterações cognitivas, ou até mesmo sobre a separação de outros participantes que não apresentem problemas cognitivos. O interesse nos efeitos do comprometimento

cognitivo na aprendizagem surgiu sob consequência do resultado da manipulação do fator original do estudo. Cabe salientar, que devido ao quadro diversificado destes participantes é uma árdua tarefa tomar estas precauções anteriormente a coleta realizada.

Sobre os estudos realizados nesta temática (Dancause e colaboradores, (2002), o primeiro a tentar buscar relação sobre comprometimento cognitivo e aprendizagem, o mais citado e o estudo que mais influenciou estudos posteriores, teve como objetivo central estudar as estratégias de correção de erro baseado em um paradigma de adaptação na aprendizagem motora.

No entanto, a adaptação dos participantes com AVC ocorreu, não com a mesma quantidade de tentativas que os participantes sem lesão neurológica. Desta forma, os autores buscando esclarecer os seus achados fizeram uma análise de regressão com número de participantes reduzido (n não relatado pelos autores) dividindo sua amostra em três grupos com base na soma dos dados de caracterização da avaliação motora (Escala de Fugl-Meyer de membro superior) e da avaliação cognitiva (Teste Wisconsin para classificação de cartas e o teste da Torre de Londres). Com os dois critérios somados, os achados foram explicados em quase 100% com coeficiente de 1.

Os autores concluíram baseados na classificação sensoriomotora da Escala Fugl-Meyer que os indivíduos caracterizados como leves aprendem em curto prazo e são capazes de se adaptar com uma quantidade maior de tentativas comparado aos participantes sem lesão. Além disso, concluíram que os participantes classificados como graves, nesta mesma categoria, não aprendem nem tão pouco são capazes de se adaptar a modificações inseridas na tarefa.

Cabe ressaltar aqui que a amostra era composta de dez participantes e a análise foi realizada com número reduzido. Esta redução foi realizada com base no comprometimento motor em um primeiro momento (Escala de Fugl-Meyer de membro superior), após esta primeira redução foi realizado um novo corte com o comprometimento cognitivo (avaliação das funções executivas comparando o desempenho esperado com a média da população) quando o esperado seria o oposto se o objetivo principal fosse inferir sobre o comprometimento cognitivo. Da mesma forma, apenas três participantes com

déficits cognitivos graves foram incluídos. E, mesmo com estas limitações, este estudo foi base para que os pares afastassem dos estudos de aprendizagem os indivíduos nestas condições por anos, ainda mais se esse déficit fosse grave.

No estudo de (Cirstea e colaboradores, (2006) a variável manipulada foi o *feedback* extrínseco, o objetivo do estudo foi verificar o efeito de diferentes tipos de *feedback* em indivíduos após o AVC. Dessa forma, foi manipulado no estudo *feedback* extrínseco do tipo o conhecimento de resultados (CR) e o tipo conhecimento de performance (CP) em uma tarefa de apontamento, os participantes realizaram 10 sessões na fase de aquisição, e um teste de retenção após 30 dias. Os resultados mostraram que o grupo que recebeu *feedback* do tipo CP apresentou melhor desempenho quando comparado ao grupo que recebeu *feedback* do tipo CR.

Baseando-se nos dados da literatura sobre a influência dos processos cognitivos na melhor recuperação motora os autores realizaram um teste de regressão comparando os dados da retenção com avaliações sobre planejamento (Torre de Londres), flexibilidade mental (Teste Wisconsin para classificação de cartas) e memória verbal (Escala de memória de Wechsler). Os resultados foram positivos apenas para os participantes do grupo CP, sendo a melhora na velocidade e variabilidade do movimento relacionada a melhores habilidades de planejamento e menores déficits na flexibilidade mental e memória verbal. Em outras palavras, o uso do CP oferece mais ganhos para a aprendizagem desde que os indivíduos não tenham déficits cognitivos, reforçando a ideia de que ter um comprometimento cognitivo pode afetar a aprendizagem de habilidades motoras.

O estudo de (Dirnberger e colaboradores, (2010) usou a tarefa de tempo de reação seriada com o objetivo de verificar se indivíduos com AVC-cerebelar aprenderiam apesar do mecanismo principal de correção do movimento estar afetado. Esta hipótese foi testada inserindo uma interferência durante a prática. Os autores usaram o MEEM como rastreio para excluir indivíduos com comprometimento cognitivo, e de fato, não havia diferença nesta avaliação com os indivíduos do grupo controle (sem lesão neurológica).

Os resultados revelaram que os participantes do estudo que tiveram AVC melhoraram o desempenho com e sem interferência na prática, mas o

desempenho comparado aos indivíduos sem lesão foi inferior e após a interferência também não houve mudança no tempo de execução da sequência. Já para os participantes do grupo controle houve uma diminuição do tempo de execução após a interferência, levando a crer que a sequência treinada havia sido fortalecida após a interferência. Os autores realizaram um teste de correlação entre o desempenho motor e as avaliações cognitivas a fim de tentar relacionar o desempenho com variáveis cognitivas. Foi feita a correlação com os resultados das avaliações de funções executivas (Digit span e Teste Wisconsin para classificação de cartas) e não foram encontrados resultados significativos.

Com base nisso, contrariando os dois estudos citados anteriormente, os autores concluíram que não há relação dos processos cognitivos com a aquisição de habilidades motoras. Assim, afirmaram que o processo de aquisição de habilidades ocorria independentemente dos requisitos cognitivos. Em outras palavras, para os autores os processos cognitivos não eram importantes na aprendizagem de habilidades.

O estudo de Subramanian e colaboradores, (2015) foi construído com a mesma amostra e a mesma tarefa do estudo de Cirstea e colaboradores, (2006) e procurou investigar o oferecimento de *feedback* extrínseco (CP e CR) em diferentes ambientes (real e virtual) em busca de relações entre o desempenho na tarefa e do ambiente treinado com as avaliações cognitivas dos participantes. Os resultados apontaram melhora dos participantes em ambos os ambientes na cinemática (padrão de movimento das articulações de ombro, cotovelo, punho e velocidade de movimento). Os autores fizeram um teste de correlação entre as medidas neuropsicológicas e o desempenho (padrão de movimento de todas as articulações já citadas), foram agrupadas as medidas de avaliação cognitiva em dois grupos (grupo1: atenção e percepção visual; e grupo 2: memória e resolução de problemas), os dois grupos juntos explicavam 73% dos resultados dos dados e separados o grupo 1 estava relacionado a melhoras na velocidade e o grupo 2 a melhoras no movimento do ombro. Assim, os autores concluíram que o ambiente não influencia o oferecimento do *feedback*, mas que possíveis déficits cognitivos impactam na aquisição de habilidades, de forma que bons índices de memória, resolução de problemas, atenção e percepção visual auxiliam no melhor uso do *feedback* e na aprendizagem de habilidades.

Devido aos comprometimentos cognitivos não-homogêneos provocados pelo AVC aliados às características dessa condição de saúde que também impactam a aprendizagem como: lado da lesão, tamanho da lesão, tipo de lesão, gravidade do comprometimento motor o estudo da aprendizagem destes indivíduos precisa ser específico e assertivo no sentido de separar o valor de cada comprometimento para conhecer e seu impacto na aprendizagem.

### **3.4 - Doença de Parkinson para além da desordem de movimento: o comprometimento cognitivo na aprendizagem de habilidades motoras**

A Doença de Parkinson (DP) é primariamente definida como uma desordem de movimento com sintomas típicos de tremor, rigidez, bradicinesia e instabilidade postural e caracterizada patologicamente com a degeneração dos neurônios dopaminérgicos da substância negra dos núcleos da base e pela presença de corpos de Levi nos neurônios sobreviventes (AARSLAND et al., 2017).

Entretanto, a DP apresenta ainda uma repercussão multissistêmica que resulta em uma variedade de sintomas não-motores, os quais também impactam no quadro clínico do indivíduo, incluindo um acentuado declínio das funções cognitivas (LITVAN et al., 2012a).

O comprometimento da cognição na DP é caracterizado por uma perda gradual com início leve, sendo que o comprometimento cognitivo subjetivo (percebido e relatado pelo indivíduo ou familiar), não aparece nas avaliações e testes cognitivos rotineiramente aplicados nessa população. Este comprometimento se dá nas funções executivas, atenção, visuo espacial, mas também na memória e pode evoluir de um comprometimento cognitivo leve (CCL), a uma leve, moderada ou até uma grave demência relacionada a DP (SZETO et al., 2015).

A disfunção executiva é a mais comum (flexibilidade mental, alternância, planejamento eficiente de ações futuras e resolução de problemas) e a principal responsável pelas alterações visuoespaciais e pela dificuldade em tarefas que preconizem o planejamento e requisitos atencionais. Além disso o comprometimento da memória sugere que, embora novas informações sejam armazenadas, elas não são prontamente acessadas, apontando para uso

deturpado das informações armazenadas (BOSBOOM; STOFFERS; WOLTERS, 2004). Embora esteja associado a um risco aumentado de declínio cognitivo, o comprometimento cognitivo subjetivo não possui um método de detecção confiável e isso pode ser relacionado aos efeitos confusos dos sintomas motores e não-motores da DP (POLETTI et al., 2012).

O recomendado é o monitoramento frequente das funções cognitivas destes indivíduos, a *Movement Disorders Society (MDS)* recomenda três escalas para triagem da função cognitiva: *Montreal Cognitive Assessment (MoCA)*, *Escala de Avaliação de demência Second Edition (MDRS2)* e *Parkinson's Disease - Cognitive Rating Scale (PDCRS)*(AARSLAND et al., 2021).

Cerca de 25 a 30% dos indivíduos com DP desenvolvem comprometimento cognitivo leve (SVENNINGSSON et al., 2012), o desfecho deste quadro é incerto pois alguns pacientes evoluem rapidamente para a demência (AARSLAND et al., 2017), outros permanecem estáveis e alguns tem a remissão dos sintomas e voltam a cognição normal (PEDERSEN et al., 2013). Os estudos que acompanham os pacientes com DP a longo prazo reportam uma prevalência de DDP de 15-20% depois dos 5 anos de diagnóstico da DP, 46% depois dos 10 anos de diagnóstico (WILLIAMS-GRAY et al., 2009, 2013) e 60% até os 12 anos após o início dos sintomas motores (BUTER et al., 2008).

A literatura aponta os seguintes preditores, classificados em ordem decrescente de peso, ao desenvolvimento de comprometimento cognitivo ou demência: presença de alucinações, idade avançada, gravidade dos sintomas motores, presença de comprometimento da fala, idade avançada no início da DP, bradicinesia grave, estágio avançado de estadiamento da doença, comprometimento axial (por exemplo, características de instabilidade postural e dificuldade de marcha), baixo nível de escolaridade, presença de depressão e ser do sexo masculino (MARINUS et al., 2018).

O comprometimento ou declínio cognitivo na DP é um processo contínuo que afeta a maioria dos pacientes em algum momento do curso de tempo da doença (AARSLAND et al., 2017). Os acometimentos cognitivos na DP abrangem um espectro que varia do **CCL pós-DP (CCL-DP)** à **Demência pós-DP (DDP)** (MONASTERO et al., 2018). Na demência, os déficits cognitivos afetam de forma severa as atividades de vida diárias do indivíduo, atividades

profissionais e cuidados pessoais independente dos comprometimentos motores apresentados pelo indivíduo (EMRE et al., 2007; GOETZ; EMRE; DUBOIS, 2008).

Estes comprometimentos são reconhecidos pela *International Parkinson and Movement Disorders Society (MDS)*, que criou uma força tarefa em 2012 para melhor caracterizar este sintoma na DP (LITVAN et al., 2012). Da mesma forma que aconteceu na definição do comprometimento cognitivo vascular, citado no capítulo de AVC, aconteceu na DP, critérios funcionais foram criados, uma nova definição operacional foi feita e foram estabelecidas medidas para o melhor diagnóstico e diferenciação entre CCL- DP e DDP.

Os critérios estabelecidos por esta força tarefa denominada *Movement Disorder Society PD-MCI Task Force (MDS-TF)* são: **nível 1** – Esta categoria permite o diagnóstico de CCL-DP com base em uma avaliação cognitiva abreviada. Os requisitos para o nível I são: comprometimento em uma escala de habilidades cognitivas globais validada para uso em DP ou comprometimento em uma bateria limitada de testes neuropsicológicos (por exemplo, incluindo apenas um teste por domínio cognitivo ou aqueles que avaliam menos de cinco domínios cognitivos). Quando uma bateria limitada de testes neuropsicológicos é realizada, o comprometimento deve estar presente em pelo menos dois testes para diagnosticar CCL-DP pelos critérios de nível I. Para o diagnóstico de DDP, os domínios cognitivos relevantes são atenção e memória de trabalho, bem como funções executivas, de linguagem, de memória e visuoespaciais.

Os critérios estabelecidos no **nível 2** são: Esta categoria necessita de uma avaliação mais abrangente. Para o diagnóstico de CCL-DP por critérios de nível 2 e classificação, a força-tarefa recomenda testes neuropsicológicos que incluem pelo menos dois testes para cada um dos cinco domínios cognitivos. O comprometimento deve estar presente em pelo menos dois testes, dentro de um único domínio cognitivo ou em diferentes domínios cognitivos. O uso de dois testes em cada domínio cognitivo (mínimo de 10 testes) para a categoria nível 2 aborda todos os domínios cognitivos igualmente, o que pode aumentar a sensibilidade e permitir a classificação completa do CCL-DP.

O estudo de Wood e colaboradores, (2016) usou o critério da MDS-TF para avaliar a transição de CCL-DP para DDP, para isso acompanhou e avaliou

121 indivíduos com DP sem comprometimento cognitivo durante 4 anos. Após o acompanhamento os indivíduos foram separados em dois grupos: *Não conversão para DDP* e *Conversão para DDP* que diferiam por um critério matemático (eles eram 2 desvios padrões abaixo a norma para as avaliações cognitivas) e eram diferentes do grupo não conversão para DDP ( $p= 0,001$ ). Durante o acompanhamento 20% dos pacientes do Grupo conversão para DDP reverteram seus escores e voltaram para o grupo não conversão para DDP. Após avaliarem as diferenças e a quantidade de desvios padrões que os indivíduos diferiram nas avaliações dentro desse período os autores concluíram que o melhor critério a ser adotado para evolução de CCL-DP para DDP seria comprometimento em 2 déficits com 1.5 desvio padrão abaixo a norma em 2 avaliações para qualquer domínio otimiza o risco relativo para progressão por demência.

Os comprometimentos mais relatados na CCL-DP são déficits executivos relacionados ao planejamento, sequenciamento, flexibilidade cognitiva, resolução de problemas, disfunção na memória de trabalho (GOLDMAN; LITVAN, 2011; WILLIAMS-GRAY et al., 2007) e comprometimento na atenção, tanto na seletividade quanto na divisão (AARSLAND; BRØNNICK; FLADBY, 2011).

A redução da dopamina nos circuitos associativos e límbicos que conectam o corpo estriado às áreas pré-frontal e frontal é frequentemente considerada como a principal causa de deficiências de atenção e função executiva (COOLS et al., 2003, 2010). O estudo de Dujardin e colaboradores, (2013) revelou que a falha de atenção executiva na DP está associada à baixa capacidade de (i) focar na dimensão do estímulo relevante, (ii) resistir à interferência e (iii) alocar recursos atencionais para várias dimensões do estímulo.

A atenção é muito estudada na literatura com o uso de tarefas duplas e multitarefas, identificando que os indivíduos com DP têm o desempenho prejudicado (NIEUWBOER et al., 2009) devido a uma diminuição na velocidade de processamento de informações. O processamento de informações controlado requer maior demanda de atenção e é altamente dependente da carga atencional, o que dificulta dividir a atenção entre duas ou mais tarefas

(SHIFFRIN; SCHNEIDER, 1977). Além dos dados já conhecidos na literatura sobre os problemas relacionados a atenção na DP, o fato de apresentar outros sintomas como: a bradicinesia e a demência, pesquisadores associaram estes comprometimentos à dificuldade de aprender e reter informações na memória (HARRINGTON et al., 1990; HARRINGTON DL; HAALAND KY, 1991).

Os primeiros estudos desenvolvidos com indivíduos com DP, mesmo com modelos diferentes investigaram a aprendizagem implícita com tarefas de rastreamento (FRITH; BLOXHAM; CARPENTER, 1986), rotor de perseguição (BONDI; KASZNIAK, 1991) e relataram que a aprendizagem implícita não estava afetada em indivíduos com DP que não apresentaram comprometimento cognitivo. Já outros estudos relataram que indivíduos com DP sem comprometimento cognitivo, não eram capazes de aprender de forma implícita (COHEN; POURCHER, 2007; SMILEY-OYEN; WORRINGHAM; CROSS, 2003).

No estudo de Harrington e colaboradores, (1990) o objetivo foi verificar a aquisição de uma habilidade motora, comparar ao desempenho de um indivíduo controle e testar a memória declarativa dos indivíduos com DP. Contrariamente a outras condições de saúde, desde os primeiros estudos em indivíduos com DP havia uma preocupação com o comprometimento cognitivo, não só na seleção dos participantes dos estudos, mas também na avaliação e separação dos participantes que tinham alterações nas avaliações cognitivas.

O estudo de Harrington e colaboradores, (1990) destacou que os participantes foram caracterizados com CCL, e para verificar se houve um impacto do comprometimento cognitivo na aprendizagem do rotor de perseguição. Os autores fizeram uma análise de regressão com os dados das avaliações cognitivas, mas os resultados foram negativos para a associação destes déficits no comprometimento da aprendizagem de habilidades.

Na mesma linha, o estudo de Harrington & Haaland, (1991) tinha como objetivo verificar anormalidades na programação de movimento na aquisição de uma habilidade motora, e o comprometimento cognitivo também foi uma preocupação dos autores, que também caracterizaram os participantes com DP com CCL. Da mesma forma que o estudo citado anteriormente, os autores também fizeram uma análise de regressão buscando entender se o comprometimento cognitivo impactou no desempenho da habilidade de

sequenciamento desempenhada no experimento 1 e o resultado foi positivo, mas para o experimento 2 para o desfecho Tempo de reação o comprometimento visuo espacial não teve correlação com o desempenho da habilidade.

Além da preocupação com a aprendizagem em indivíduos com DP que apresentam comprometimento cognitivo, a questão do uso da Levodopa é um fator preocupante. Sabe-se que a Levodopa é o tratamento padrão ouro para o tratamento dos sintomas motores da DP, mas que em contrapartida poderia trazer um prejuízo as funções cognitivas (MARINELLI et al., 2017). Já para a aprendizagem a hipótese sobre o impacto da levodopa foi investigada por Paul e colaboradores, (2020) que concluiu que a levodopa não impactou negativamente na aprendizagem, contudo esta temática ainda carece de mais pesquisas.

### **3.5 – Justificativa do estudo**

O processo de aprendizagem motora é dependente de processos cognitivos como: a tomada de decisão, resolução de problemas, o planejamento, a atenção, a orientação, entre outras funções cognitivas que contribuem para o desempenho da tarefa e/ou da habilidade motora a ser aprendida (KANTAK; WINSTEIN, 2012; KLEIM; JONES, 2008; PLAUTZ; MILLIKEN; NUDO, 2000; WONG; HAITH; KRAKAUER, 2015).

Assim sendo, indivíduos com transtornos cognitivos podem apresentar prejuízos durante esse processo (PALMA; CORRÊA; TORRIANI-PASIN, 2020; TORRIANI-PASIN et al., 2020). Os transtornos cognitivos podem ter etiologias diversas e multifatoriais (ou seja, traumas, doenças, alterações dependentes da idade) e qualquer uma delas pode induzir prejuízo em um ou mais mecanismos de apoio à aprendizagem motora, com condições piores ou lentas para aquisição de habilidades motoras.

Nesse sentido, várias investigações sobre os efeitos de distúrbios cognitivos na aprendizagem motora vem sendo realizadas em uma variedade de populações adultas com condições de saúde como: sobreviventes de AVC (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; DIRNBERGER et al., 2010; SUBRAMANIAN et al., 2015), indivíduos com DA

(DICK et al., 2003; VAN HALTEREN-VAN TILBORG; SCHERDER; HULSTIJN, 2007) e indivíduos com DP (HAALAND, 1997; HAALAND et al., 1997; OLSON; LOCKHART; LIEBERMAN, 2019).

Entretanto, a maioria das pesquisas neste campo têm abordado os efeitos do transtorno cognitivo na aprendizagem motora de maneira em que a avaliação do desempenho motor ao longo da prática era o único dado, o que traz mais complexidade a um fenômeno que precisa da análise do processo para a verdadeira compreensão da aprendizagem. A observação do período de prática fornece informações somente sobre a codificação, limitando a interpretação da consolidação e evocação, que são aspectos essenciais para a inferência da aprendizagem motora.

Uma revisão de escopo nessa temática permite entender as lacunas existentes sobre este fenômeno, mapear o que existe até o momento e identificar possível relação entre a cognição e a aprendizagem motora.

#### **4 - MÉTODO**

Esta tese é uma revisão de escopo estruturada de acordo com o método para a realização de scoping reviews (Arksey & O'Malley, 2005).

Esse referencial metodológico é composto por seis etapas: 1) Identificação da questão de pesquisa; 2) Busca de estudos relevantes; 3) Seleção de estudos; 4) Mapeamento dos dados; 5) Coletar, resumir e relatar os resultados, e 6) Consultar as partes interessadas para informar ou validar os resultados do estudo. A etapa de consulta não foi realizada nesta revisão de escopo.

A revisão segue as diretrizes de relatórios PRISMA-ScR (Itens de relatório preferidos para revisões sistemáticas e extensão de meta-análises para revisões de escopo) (TRICCO et al., 2018).

##### ***Protocolo***

Esta revisão de escopo foi registrada no Open Science Framework e pode ser vista em (OSF - <https://osf.io/h4k7c/> ).

### **Estágio 1: identificar as questões de pesquisa**

As questões de pesquisa (QP) que foram abordadas nesta tese estão relacionadas à adultos/ idosos com doenças neurológicas da seguinte forma:

QP1: Quais delineamentos experimentais têm sido utilizados para avaliar a aprendizagem motora de indivíduos com comprometimento cognitivo decorrente de uma disfunção neurológica?

QP2: Como o comprometimento cognitivo foi avaliado nesses estudos de aprendizagem motora?

QP3: Qual o impacto do comprometimento cognitivo nos estágios de aprendizagem motora de indivíduos com comprometimento cognitivo decorrente de uma disfunção neurológica?

### **Definições operacionais**

Para este estudo adotamos as definições operacionais que constam na tabela 1 para cada constructo teórico presente nesta tese. Os termos Mesh da estratégia de busca estão listados na tabela 2.

**Tabela 1 - Definições dos constructos**

<b>Constructo</b>	<b>Definição</b>	<b>Referência</b>
<b><i>Aprendizagem Motora</i></b>	Aprendizagem motora é definida como uma série de processos associados a prática e experiência que levam a mudanças relativamente permanentes na capacidade de desempenhar uma habilidade motora.	(SCHMIDT et al., 2019)
<b><i>Comprometimento cognitivo</i></b>	Uma categoria de desordens mentais que afetam a aprendizagem, a memória, a percepção e a resolução de problemas, que pode ou não incluir amnésia, demência e delírio.	(LIPOWSKI, 1983)
<b><i>Doença de Alzheimer</i></b>	Doença cerebral degenerativa caracterizada pelo início insidioso de demência, que causa prejuízos de memória, julgamento, atenção e habilidades de resolução de problemas são	(ADAMS; VICTOR; ROPPER, 1998)

	seguidos por severa apraxia e uma perda global de habilidades cognitivas.	
<b>Comprometimento Cognitivo Leve</b>	Comprometimento cognitivo leve (MCI) é o termo usado para designar o transtorno entre as mudanças cognitivas da idade e os estágios iniciais da demência.	(PETERSEN, 2004)
<b>Acidente Vascular Cerebral</b>	O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é definido por uma interrupção do fluxo sanguíneo para o encéfalo, causado por uma obstrução ou um extravazamento de sangue privando o encéfalo de nutrientes e causando déficits neurológicos.	(DISORDERS; ORGANIZATION, 1989)
<b>Doença de Parkinson</b>	A doença de Parkinson (DP) é causada pela degeneração dos neurônios dopaminérgicos na substância negra dos gânglios da base, o que resulta em uma diminuição progressiva da produção de dopamina	(HAMANI & LOZANO, 2003)

## Estágio 2 : Identificação de estudos relevantes

### Informações sobre a busca

As bases de dados MEDLINE, EMBASE, e PubMed foram selecionadas para a busca, que foi realizada em Março de 2021. A estratégia de busca foi criada pelo autor (GCSP) e revisada por outro autor (CTP) com experiência na condução de revisões de escopo. Uma combinação de “*medical sub-headings (MeSH)*” e palavras-chave como “*Mild cognitive impairment*”, “*Alzheimer's Disease*”, “*Stroke*”, “*Parkinsons disease*” e “*motor learning*”, foram adaptadas de acordo com as configurações de cada base de dados e combinadas usando operadores booleanos para cada estudo da presente tese.

## Estágio 3. Seleção dos estudos

### Critérios de elegibilidade

#### 1. Critérios de inclusão:

- a. Estudos em indivíduos com disfunções neurológicas (CCL, DA, AVC ou DP) com um delineamento experimental incluindo minimamente

uma fase de aquisição (prática motora) e um teste de retenção ou de transferência;

- b. Estudos incluindo medidas de desfecho baseadas no desempenho motor (na fase de aquisição e teste de retenção ou teste de transferência);
- c. Estudos que tenham um controle dos dados de modo que os dados específicos da população de interesse sejam reportados separadamente;
- d. Estudos que a cognição foi avaliada através de um instrumento validado de acordo com as propriedades de medidas para cada população de interesse.

## 2. Critérios de exclusão:

- a. Estudos que incluíram somente medidas de desfecho relacionadas a neuroimagem (exame ou avaliação de atividade cerebral);
- b. Estudos com estimulação elétrica funcional/ estimulação elétrica transcraniana, intervenções com eletromiografia, ou outros desfechos (ex.: gasto energético, medidas relacionadas ao metabolismo), Estudos com hêminegligência;
- c. Estudos em animais;
- d. Estudos de casos, série de casos, revisões e metanálise.

### **Seleção de fontes de evidência**

Antes do processo de triagem oficial, um estudo piloto com dois revisores (GMGB, TBF) em um subconjunto de artigos (n = 10) foi realizado para testar as questões de triagem e os critérios de elegibilidade. A partir desse piloto, a primeira seleção foi feita pelo título e pela triagem do resumo de cada estudo. Os estudos que não atenderam aos critérios de elegibilidade com base no conteúdo de seus resumos foram excluídos. Se necessário, as versões de texto completo foram obtidas para determinar se os estudos atendiam aos critérios de elegibilidade. Em caso de incerteza, outro revisor (GCSP) cego aos comentários dos primeiros revisores revisou o estudo. Quaisquer discordâncias quanto à inclusão / exclusão foram discutidas de forma colaborativa até que os autores encontrassem um consenso.

### **Análise de risco de viés**

Depois de incluídos os estudos na revisão, dois revisores avaliaram independentemente o risco de viés dos estudos com a *Newcastle-Ottawa Scale* (NOS) (WELLS, GEORGE & SHEA, BEVERLEY & O'CONNELL, D & PETERSON, JE & WELCH, VIVIAN & LOSOS, M & TUGWELL, 2000). O NOS foi desenvolvido para avaliar a qualidade de estudos não randomizados com seu desenho, conteúdo e facilidade de uso direcionados à tarefa de incorporar as avaliações de qualidade na interpretação de resultados meta-analíticos. A NOS contém três partes: SELEÇÃO com quatro questões e um ponto para cada uma ('A Definição de Caso é Adequada?'; 'Representatividade dos Casos'; 'Seleção de Controles'; e 'Definição de Controles'), COMPARABILIDADE com uma questão mas com uma pontuação máxima de dois pontos para esta questão ('Comparabilidade de casos e controles com base no projeto ou análise), e EXPOSIÇÃO com três questões e um ponto para cada uma ('Determinação da exposição'; 'Mesmo método de determinação para casos e controles'; 'Taxa de não resposta'), totalizando nove pontos como a pontuação total da escala. Pontuações NOS mais altas refletem um risco menor de viés. Nesta revisão de escopo, foi usado o escore usado por (KAL et al., 2016)), que classificou os estudos com alto risco de viés (NOS: 0–4), moderado (NOS: 5–6) ou baixo risco de parcialidade (NOS: 7–9).

### **Estágio 4: Extração de dados**

Para esta revisão, todos os dados foram extraídos por dois autores da revisão (GMGB, TBF) previamente treinados e testado a plotagem em estudo piloto previamente realizado. As seguintes informações foram extraídas de cada reporte: descritores gerais do estudo (por exemplo, autor, ano de publicação, objetivo do estudo), Tamanho da amostra (se houvesse mais de um grupo, foi descrito cada grupo separadamente), Idade (anos, média e desvio padrão), População (por exemplo, acidente vascular cerebral, Parkinson), Avaliação do instrumento (nome - abreviação), Dados de avaliação: Construto avaliado (por

exemplo, memória de trabalho, atenção, planejamento, memória de longo prazo), Avaliação motora (nome, classificação, média e o desvio padrão), caracterização da amostra (leve, moderada, grave, demência), instrumento validado, tarefa motora: nome, resultados, pré-teste (número de tentativas), fase de aquisição (dias / blocos de prática / tentativas por bloco), Pós-teste (número de tentativas), Teste de retenção (Tempo de intervalo (hora ou dias) / número de tentativas), Teste de transferência (tempo de intervalo (hora ou dias / número de tentativas) tipo de estudo (grupos paralelos, grupo cruzado, RCT), dados da fase de aquisição (por exemplo: Média, desvio padrão), dados da Retenção (por exemplo: Média, desvio padrão), dados da Transferência (por exemplo: Média, desvio padrão), Dados covariáveis (por exemplo, R, R<sup>2</sup>, p).

Além destas informações os revisores ainda responderam a algumas perguntas sobre os estudos, tais como: A cognição foi varável independente no estudo? ('sim' ou 'não, era uma covariável'); O grupo com comprometimento cognitivo aprendeu? (sim ou não); quais grupos não aprenderam? O desempenho do grupo com comprometimento cognitivo foi diferente do grupo controle (caso tenha grupo controle) ou de outro grupo experimental? (sim ou não); A cognição mostrou ser uma variável de impacto no processo de aprendizagem? (sim ou não).

## ESTUDO 1 – DOENÇA DE ALZHEIMER (DA) E COMPROMETIMENTO COGNITIVO LEVE (CCL)

### INTRODUÇÃO

A aprendizagem motora é uma série de processos associados à prática ou experiência que levam a mudanças relativamente permanentes na capacidade do movimento qualificado (SCHMIDT et al., 2019). Essa ênfase “motora” na terminologia busca diferenciar o aprendizado motor de outros tipos de aprendizado (ou seja, aprendizado acadêmico e de linguagem). No entanto, a terminologia “aprendizagem motora” pode não revelar a complexidade e o processo complementar mediado pelos mecanismos motor-percepção-cognitivos.

Há uma complexa interação de atividades neurais motoras, sensoriais e cognitivas durante a aprendizagem motora, o que elucida a alta participação da cognição durante esse processo (SADTLER et al., 2014; SERRIEN; IVRY; SWINNEN, 2007). A tomada de decisão, a resolução de problemas e os objetivos da tarefa motora podem influenciar a neuroplasticidade e a reorganização cortical, apoiando assim o processo de aprendizagem motora (KLEIM; JONES, 2008; PLAUTZ; MILLIKEN; NUDO, 2000). Frequentemente, a percepção e a cognição são subestimadas no controle motor e nos processos de aprendizagem, sendo analisadas como componentes independentes dos aspectos motores (GENTSCH et al., 2016; MULDER, 1991).

Vários mecanismos cognitivos influenciam os processos de aquisição de habilidades, a considerar: 1. seleção, redundância e interpretação da informação sensorial (KLAVORA, 2009); 2. seleção de resposta (MAGILL; ANDERSON, 2017; SCHMIDT et al., 2019); 3. programação do movimento (WONG; HAITH; KRAKAUER, 2015); 4. interpretação e orientação de feedback (KRAKAUER et al., 2019); e 5. direção e manutenção da atenção antes, durante e após o desempenho motor (WULF, 2007). Essas condições não ocorrem separadamente, mas são integrados em um processo contínuo influenciado por outros aspectos, como características e dificuldade da tarefa, prática e complexidade (LEE; SWINNEN; SERRIEN, 1994).

Dado que os processos cognitivos têm um papel essencial na aprendizagem motora (LEE; SWINNEN; SERRIEN, 1994), alguns déficits cognitivos como prejuízos na memória, atenção e função executiva podem prejudicar a ocorrência da aprendizagem motora (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; LIN et al., 2007; PALMA; CORRÊA; TORRIANI-PASIN, 2020; SERRIEN; IVRY; SWINNEN, 2007; TORRIANI-PASIN et al., 2020). Portanto, comparar o processo de aprendizagem motora de pessoas neurotípicas e com déficit cognitivo é uma forma viável de abordar o papel do processo cognitivo na aprendizagem motora (GAZZANIGA, 2009).

No entanto, algumas populações clínicas com déficits cognitivos demonstram prejuízos substanciais na função motora (ou seja, acidente vascular cerebral e doença de Parkinson), que também influenciam o desempenho motor, o que não permite inferir a influência específica do déficit cognitivo na aprendizagem motora. Assim, nosso foco foi analisar a extensão da qualidade da pesquisa e as evidências do processo de aprendizagem motora no Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) e na Doença de Alzheimer (DA).

A DA causa degeneração do sistema colinérgico, principalmente na área frontal do cérebro (SCHELTENS et al., 2016) devido à deposição de amiloide nos gânglios da base (VÖGLEIN et al., 2019). Supõe-se que essa deficiência afete o planejamento motor, atenção, funções executivas e processos relacionados à criação da memória motora (codificação, consolidação e recuperação). Indivíduos com DA parecem ter diferentes estratégias de controle motor baseadas em um maior envolvimento do controle online, impossibilitando a programação de parâmetros motores em uma condição prospectiva (BELLGROVE et al., 1997). Por outro lado, indivíduos com CCL apresentam comprometimento das funções de memória durante o aprendizado ou atenção prejudicada na recordação, prejudicial ao processamento de informações e funções executivas, e distúrbios da habilidade perceptivo-motora e da expressão da linguagem (NEMETH et al., 2013).

Alguns estudos abordaram a influência das características de DA e CCL na aprendizagem motora. No entanto, alguns estudos demonstram desenhos experimentais inadequados (sem desenho de testes de retenção ou transferência (por exemplo JACOBS et al., 1999; LIBON et al., 1998), o que levou

a um equívoco sobre o aprendizado motor baseado apenas no desempenho motor. Apesar disso, há grande heterogeneidade nas avaliações clínicas para avaliar o transtorno cognitivo, gravidade do déficit cognitivo, quantidade de prática, tarefa a ser aprendida e tipo de aprendizado (implícito ou explícito) em estudos nesta área, o que leva a uma dificuldade em avaliar o efeito do déficit cognitivo na aprendizagem de habilidades motoras.

Portanto, dado o cenário incerto relacionado ao comprometimento cognitivo (CCL e DA) e aprendizagem motora e a heterogeneidade dos estudos (ou seja, desenho experimental, quantidade de prática, intervalo de retenção, avaliação cognitiva), esta revisão de escopo estava interessada em entender como os déficits cognitivos afetam a aprendizagem motora em indivíduos com DA e CCL. Os objetivos desta revisão de escopo foram:

1. Descrever desenhos experimentais e paradigmas que investigam os efeitos do comprometimento da cognição na aprendizagem motora (por exemplo, quantidade de prática, número de tentativas, retenção ou intervalo de transferência).

2. Descrever como os déficits cognitivos foram avaliados em estudos de aprendizagem motora (por exemplo, a avaliação usada, a função cognitiva medida).

3. Relacionar como os déficits cognitivos afetam os resultados do aprendizado motor (por exemplo, o método relacionado a cognição utilizado para inferir o aprendizado).

4. Relatar como a gravidade do comprometimento cognitivo (população com DA) foi incluída em estudos de aprendizagem motora (ou seja, indivíduo com demência, leve, moderado).

## **Método**

Este estudo é uma revisão de escopo estruturada de acordo com a metodologia para realização de *revisão de escopo* (ARKSEY; O'MALLEY, 2005) conforme relatado anteriormente.

A revisão segue as diretrizes de relatórios PRISMA-ScR (Itens de relatório preferidos para revisões sistemáticas e extensão de meta-análises para revisões de escopo) (TRICCO et al., 2018).

### **Estágio 1: identificar as questões de pesquisa**

As questões de pesquisa abordadas neste estudo foram:

1: Quais delineamentos experimentais têm sido usados para avaliar a aprendizagem motora de indivíduos com CCL ou DA?

2: Como o comprometimento cognitivo foi avaliado em estudos de aprendizagem motora em indivíduos com CCL ou DA?

3: Como foi descrito o impacto do comprometimento cognitivo nos desfechos relacionados a aprendizagem?

4: Como (e se) a gravidade do comprometimento cognitivo (indivíduos com DA) foi incluída nos estudos de aprendizagem motora?

### **Estágio 2: Identificação de estudos relevantes**

#### **Informações sobre a busca**

Uma combinação de “*medical sub-headings (MeSH)*” e palavras-chave como “*Mild cognitive impairment*”, “*Alzheimer's Disease*” e “*motor learning*”, foram adaptadas de acordo com as configurações de cada base de dados e combinadas usando operadores booleanos para o estudo 1 (tabela 2).

**Tabela 2 - Estratégia de busca: PubMed/MEDLINE**

<b>1</b>	("Learning"[Mesh] OR ("Psychomotor Performance"[Majr]) OR "Motor Skills"[Majr]) OR (motor learning [Title/Abstract]) OR (learn*[Title/Abstract]) OR (memor* [Title/Abstract]) OR (knowledge [Title/Abstract]) OR (acquisition [Title/Abstract]) OR (encoding [Title/Abstract]) OR (consolidation [Title/Abstract]) OR (retrieval [Title/Abstract]) OR (recall [Title/Abstract])
<b>2</b>	(Cognitive impairment [Title/Abstract]) OR (dementia [Title/Abstract]) OR (mild cognitive impairment [Title/Abstract]) OR (Alzheimer disease [Title/Abstract])

3	"Psychomotor Performance"[Mesh] OR "Motor skills"[Mesh] OR (task perform*[Title/Abstract]) OR (implicit [Title/Abstract])
4	(#1 AND #2 AND #3)

Os estágios 3 e 4 já foram apresentados no método da presente tese. Sendo assim os resultados para o estudo 1 serão apresentados a partir do fluxograma de entrada do estudo 1. Após será apresentada análise de viés e das análises relacionadas a cada QP.

## RESULTADOS

### Análise demográfica

No total, 15 estudos foram elegíveis para esta revisão de escopo, totalizando 603 participantes. Onze estudos incluíram participantes com DA (DEWEER et al., 1994; DICK et al., 1995, 1996, 2001, 2003; FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; HIRONO et al., 1997; KNOPMAN, 1991; SABE et al., 1995; SCHMITZ et al., 2014; WILLINGHAM, 1997) e 4 estudos incluíram MCI (LIU; CAO; YAN, 2013; NEMETH et al., 2013; NIERMEYER; SUCHY; ZIEMNIK, 2017; SCHAEFER; DUFF, 2017).

A Figura 3 descreve o processo de seleção dos estudos.

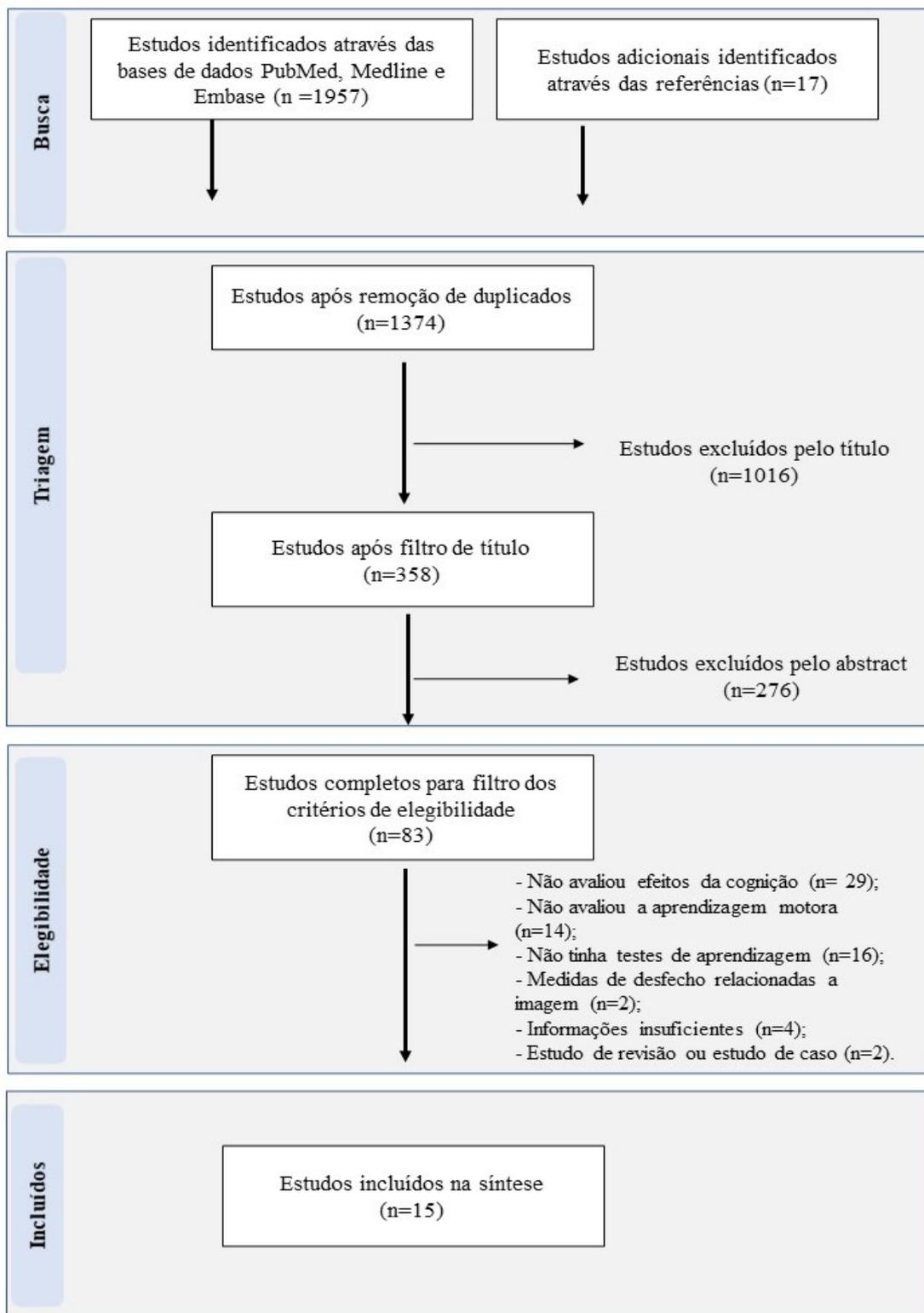


Figura 3 – Fluxograma descrevendo o processo de seleção das publicações.

Os dados demográficos e as características dos participantes são apresentados na Tabela 3. A gravidade do comprometimento cognitivo foi moderada em 9 estudos (DEWEER et al., 1994; DICK et al., 1995, 1996, 2001, 2003; KNOPMAN, 1991; SABE et al., 1995; SCHMITZ et al., 2014; WILLINGHAM, 1997) . As informações completas a respeito das publicações incluídas na revisão estão apresentadas no material suplementar (Tabela 17).

**Tabela 3** - Características demográficas dos participantes nas publicações incluídas.

AUTOR	AMOSTRA	IDADE – GRUPO (M/DV)	NÍVEL DE COMPROMETIMENTO
<b>ALZHEIMER DISEASE</b>			
Deweer, 1994	30	Grupo Controle: 73,4 (59-82); Grupo de Doença de Alzheimer 1: 80,2 (71-88); Grupo de Doença de Alzheimer 2: 73,6 (65-79)	Moderado
Dick, 1995	12	Grupo Controle (74,5 +/- 4,9), Grupo Doença de Alzheimer (75,2 +/- 4,8)	Moderado, Grave
Dick, 1996	23	Grupo de Doença de Alzheimer: (78,0/5,9); Idosos: (75,0/5,6)	Moderado
Dick, 2001	42	Experimento 1: Grupo de Doença de Alzheimer: (79,4/10,9); Grupo Controle: (72,6/12,0). Experimento 2: Grupo de Doença de Alzheimer: (79,9/9,2); Grupo Controle: (74,6/6,9). Experimento 3: Grupo de Doença de Alzheimer: (77,1/11,38); Grupo Controle: (76,2 /4,97).	Moderado
Dick, 2003	100	Prática por blocos: (75,4 / 6,6); Prática Constante (75,1/6,9); Prática Aleatório (74,4/9,3); sem treinamento (75,8 / 6,3)	Leve, moderado
Hirono, 1997	36	Grupo Controle (70,5+/-9), Grupo Doença de Alzheimer (70,3+/-9).	Leve
Knopman, 1991	11	Grupo Doença de Alzheimer: (72,8/6.); Grupo Controle: (69,4 / 6,4)	Moderado
Sabe, 1995	55	Grupo Doença de Alzheimer com depressão grave (72.5/6.8); Grupo Doença de Alzheimer sem depressão (74.2/7.4); Grupo Doença de Alzheimer Depressão leve (67.5/3.8); Grupo controle (69.3/ 8.2)	Moderado, Grave
Schmitz, 2014	14	Grupo Controle (78,8 / 6,4), Grupo Doença de Alzheimer (79,4 / 4,6)	Moderado

<b>Ferraro, 1993</b>	42	Grupo doença de Parkinson: 69 anos. Controle pareado por idade: 70 anos; demência muito leve: 73 anos; demência leve: 74 anos	Muito leve, Leve
<b>Willingham, 1997</b>	20	Grupo de Doença de Alzheimer (75 / 7,7); Grupo de Controle (74,9 / 5,5)	Moderado
<b>MILD COGNITIVE IMPAIRMENT</b>			
<b>Liu, Cao &amp; Yan, 2013</b>	57	Adulto (25,8 / 4,2), Idosos com comprometimento cognitivo leve (73,1 / 3,8)	Leve
<b>Nemeth, 2013</b>	17	Grupo comprometimento cognitivo leve (61,82 / 7,70); Grupo controle (57,82 / 8,47)	Leve
<b>Niermeyer, 2016</b>	90	Adulto (22,77 / 4,76), Idosos com comprometimento cognitivo leve (68,59 / 5,39)	Leve
<b>Schaefer, 2017</b>	54	Comprometimento cognitivo leve (75,8 / 5,9)	Leve
<b>TOTAL</b>	603		7 Leve 9 Moderado 2 Grave

**Legenda:** M (média), DV (desvio padrão).

## **Qualidade metodológica**

A análise de viés metodológico dos estudos incluídos está ilustrada na Tabela 4. Dos quinze estudos incluídos na revisão, oito tem alto risco de viés, seis tem risco moderado de viés e apenas um tem baixo risco de viés.

**Tabela 4 - Qualidade dos estudos incluídos com participantes com DA E CCL através a Escala de Newcastle-Ottawa (NOS)**

<b>Referência</b>	<b>Seleção</b>		<b>Comparabilidade</b>		<b>Exposição</b>		<b>Total</b>	<b>Risco de viés</b>		
	A definição de caso é adequada?	Representatividade e dos casos	Seleção de controles	Definição de controles	Comparabilidade de casos e controles com base no projeto ou análise	Apuração da exposição			Mesmo método de verificação para casos e controles?	Taxa de não resposta
<b>Deweert et al, 1994</b>	0	0	0	1	1	0	1	1	4	Alto
<b>Dick et al, 2001</b>	1	0	0	1	2	0	1	1	6	Moderado
<b>Knopman et al, 2014</b>	1	0	1	1	1	0	1	0	5	Moderado
<b>Ferraro et al, 1993</b>	1	0	0	1	0	0	1	1	4	Alto
<b>Dick et al, 1996</b>	1	0	0	1	1	0	1	1	5	Moderado
<b>Dick et al 2003</b>	1	0	0	1	1	0	1	0	4	Alto
<b>Nemeth et al 2013</b>	0	0	0	0	1	0	1	1	3	Alto
<b>Willingham et al 1997</b>	1	0	1	1	2	0	1	1	7	Baixo
<b>Sabe et al 1995</b>	1	0	1	1	1	0	1	1	6	Moderado
<b>Niermeyer et al. (2016)</b>	0	0	0	0	2	0	1	1	4	Alto
<b>Liu, Cao and Yan (2013)</b>	0	0	0	0	0	0	1	1	2	Alto

<b>Schmitz et al 2014</b>	1	0	0	1	1	0	1	0	4	Alto
<b>Dick et al (1995)</b>	1	0	0	1	1	0	1	1	5	Moderado
<b>Hirono et al (1997)</b>	1	0	0	1	2	0	1	1	6	Moderado
<b>Schaefer e Duff (2017)</b>	1	0	0	0	0	0	1	1	3	Alto

### **Desenho experimental**

A Tabela 5 apresenta os desenhos experimentais das publicações incluídas. Os desenhos experimentais utilizados para inferir a aprendizagem motora incluem publicações que utilizaram o paradigma de aprendizagem implícita na DA (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; KNOPMAN, 1991; SCHMITZ et al., 2014; WILLINGHAM, 1997), publicações que apresentam um desenho com pós-teste mais teste de retenção (DEWEER et al., 1994; DICK et al., 1995, 1996) e desenho composto apenas por um teste de retenção (DICK et al., 1995; HIRONO et al., 1997; SABE et al., 1995). A parte que relata o CCL na tabela mostra um número escasso de estudos sobre esse tema. Da mesma forma, apresenta menos estudos com indivíduos com CCL incluindo testes de retenção e transferência não tendo um desenho experimental mais frequente.

**Tabela 5** - Número de publicações considerando o desenho da pesquisa, quantidade de prática, tarefa praticada, desfecho principal, funções cognitivas mensuradas utilizadas para inferir a aprendizagem motora de acordo com cada condição de saúde (Doença de Alzheimer e Déficit cognitivo leve).

<b>Aprendizagem Motora</b>						
<b>Autor</b>	<b>Tipo de design de inferência de aprendizagem</b>	<b>Fase de aquisição (Dias/Blocos de Prática/Testes por Bloco)</b>	<b>Tarefa praticada</b>	<b>Desfecho principal</b>	<b>Funções cognitivas mensuradas</b>	<b>Desfecho cognitivo utilizado para inferir aprendizagem</b>
<b>Doença de Alzheimer</b>						
<b>Deweer, 1994</b>	Pós teste e teste de retenção	(1 dia/ 3 sessões/ 2 blocos/ 4 tentativas)	Tarefa do rotor de perseguição	Tempo no alvo	Memória Lógica, Memória Visual, Nomeação de Confrontação, Informação, Vocabulário, Símbolos de Dígitos, completar imagens	MEEM
<b>Dick, 1995</b>	Pós teste e teste de retenção	3 grupos (40 tentativas de 22 minutos de duração/80 tentativas/120)	Tarefa do rotor de perseguição	Tempo no alvo	Memória, função executiva.	MEEM

		tentativas) - 40 tentativas por dia)				
<b>Dick, 1996</b>	Pós teste e teste de retenção	(10 semanas/2 sessões de treino por semana/2 séries/32 tentativas)	Habilidade motora grossa	Tempo no alvo	Memória e concentração	-
<b>Dick, 2001</b>	Teste de transferência	Experimento 1: (2 dias/ 1 bloco/ 40 tentativas); Experimento 2:(4 dias/ 1 bloco/ 40 tentativas + 2 blocos/ 10 tentativas em velocidade diferente); Experimento 3: (3 dias/2 blocos/40 tentativas)	Tarefa do rotor de perseguição	Tempo no alvo	Memória, Atenção e atenção mantida	-
<b>Dick, 2003</b>	Teste de transferência	(1 dia/4 blocos/8 tentativas)	Tarefa do rotor de perseguição	Tempo no alvo	Memória	MEEM, BIMC
<b>Ferraro, 1993</b>	Comparação do bloco aleatório com bloco sequencial	(1 dia/10 blocos/100 tentativas)	Tarefa de tempo de reação serial	Precisão, tempo de reação	Memória, Orientação, resolução de problemas	-
<b>Hirono, 1997</b>	Teste de retenção	Experimento 3: (3 dias/ 3 blocos/ 1 tentativa por sessão de 20 minutos).	Teste de rastreamento coordenado bimanual	Tempo	Memória, Função Executiva	-

<b>Knopman, 1991</b>	Comparação do bloco aleatório com bloco sequencial	(Dia 1: 5 blocos/100 tentativas por bloco; Dia 2: 2 blocos/100 tentativas por bloco).	Tarefa de tempo de reação serial	Precisão, tempo de reação	Memória implícita, memória declarativa	-
<b>Sabe, 1995</b>	Teste de retenção	(1 dia/ 5 blocos/ 1 tentativa)	Tarefa de labirinto	Tempo	Memória Lógica, Memória Visual, Nomeação de Confrontação, Informação, Vocabulário, Símbolos de Dígitos, completar imagens	-
<b>Schmitz, 2014</b>	Comparação do bloco aleatório com bloco sequencial	10 tentativas de 6 elementos cada (4 tentativas com conhecimento explícito - sem erros ou com erros completos)	Tarefa de tempo de reação serial	Tempo de resposta, precisão, erro quadrático médio, tempo no alvo	Planejamento	Escala de Avaliação de demência
<b>Willingham, 1997</b>	Comparação do bloco aleatório com bloco sequencial	(1 dia/ 10 blocos/ 60 tentativas SRT tarefa); (1 dia/ 5 blocos/ 60 tentativas do ISRT); (1 dia/ 5 blocos/ 4 tentativas no rastreamento de perseguição)	Tarefa de tempo de reação serial, tarefa de tempo de resposta serial incompatível, tarefa de rotor de perseguição	Tempo de resposta, precisão, erro quadrático médio, tempo no alvo	Função executiva, inibição, flexibilidade, memória de trabalho	-

**Comprometimento Cognitivo leve**

<b>Liu, Cao and Yan, 2013</b>	Teste de transferência	(1 dia/12 blocos/3 tentativas)	Aparelho de deslizamento linear	Erro absoluto, erro variável	Estado de Cognição, Atenção Visual, Concentração, Atenção Dividida, Flexibilidade Mental	TMT-B
<b>Nemeth, 2013</b>	Teste de retenção e transferência	(1 dia/6 blocos/35 tentativas)	Tarefa de tempo de reação serial alternada	Tempo de reação, aprendizado específico de sequência, mudança de habilidade geral off-line	Memória implícita	-
<b>Niermeyer, 2016</b>	Comparação do bloco aleatório com bloco sequencial	(1 dia/ 4 blocos/ 2 a 5 sequências de movimentos)	Tarefa de sequência motora	Velocidade e precisão	Estado Cognitivo Geral, Função Executiva	Escala de Avaliação Clínica de demência
<b>Schaefer, 2017</b>	Teste de retenção	(1 dia/ 9 blocos/15 tentativas)	Tarefa motora do membro superior	Tempo	Cognição, Memória	<i>RBANS Delayed Memory Index (DMI)</i>

## **Tarefas de aprendizagem e resultados de aprendizagem.**

A tarefa mais utilizada foi a Serial Reaction Time Task (tarefa SRT), que foi encontrada em seis estudos (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; KNOPMAN, 1991; NEMETH et al., 2013; SCHAEFER; DUFF, 2017; SCHMITZ et al., 2014; WILLINGHAM, 1997) (Tabela 5).

As medidas de desfechos mais frequentemente (tabela 5) escolhida foi o Tempo, encontrado em 15 publicações (DEWEER et al., 1994; DICK et al., 1995, 1996, 2001, 2003; SCHMITZ et al., 2014; WILLINGHAM, 1997) seguido pela precisão em cinco estudos (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; KNOPMAN, 1991; NIERMEYER; SUCHY; ZIEMNIK, 2017; SCHAEFER; DUFF, 2017; SCHMITZ et al., 2014; WILLINGHAM, 1997).

### **Aquisição**

A quantidade de prática relatada nos estudos incluídos é apresentada na tabela 5. A maioria das publicações teve um dia de prática (DEWEER et al., 1994; DICK et al., 2003; FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; KNOPMAN, 1991; LIU; CAO; YAN, 2013; NEMETH et al., 2013; NIERMEYER; SUCHY; ZIEMNIK, 2017; SABLE et al., 1995; SCHAEFER; DUFF, 2017; WILLINGHAM, 1997), o número de blocos de treino foi entre 1 a 10 blocos, e o número de tentativas variou de 4 a 100 tentativas por bloco.

### **Retenção**

Para analisar o tempo de retenção, a Tabela 6 mostra quais grupos foram capazes de aprender associado ao grau de comprometimento cognitivo, de acordo com o tempo de retenção do teste realizado em cada estudo.



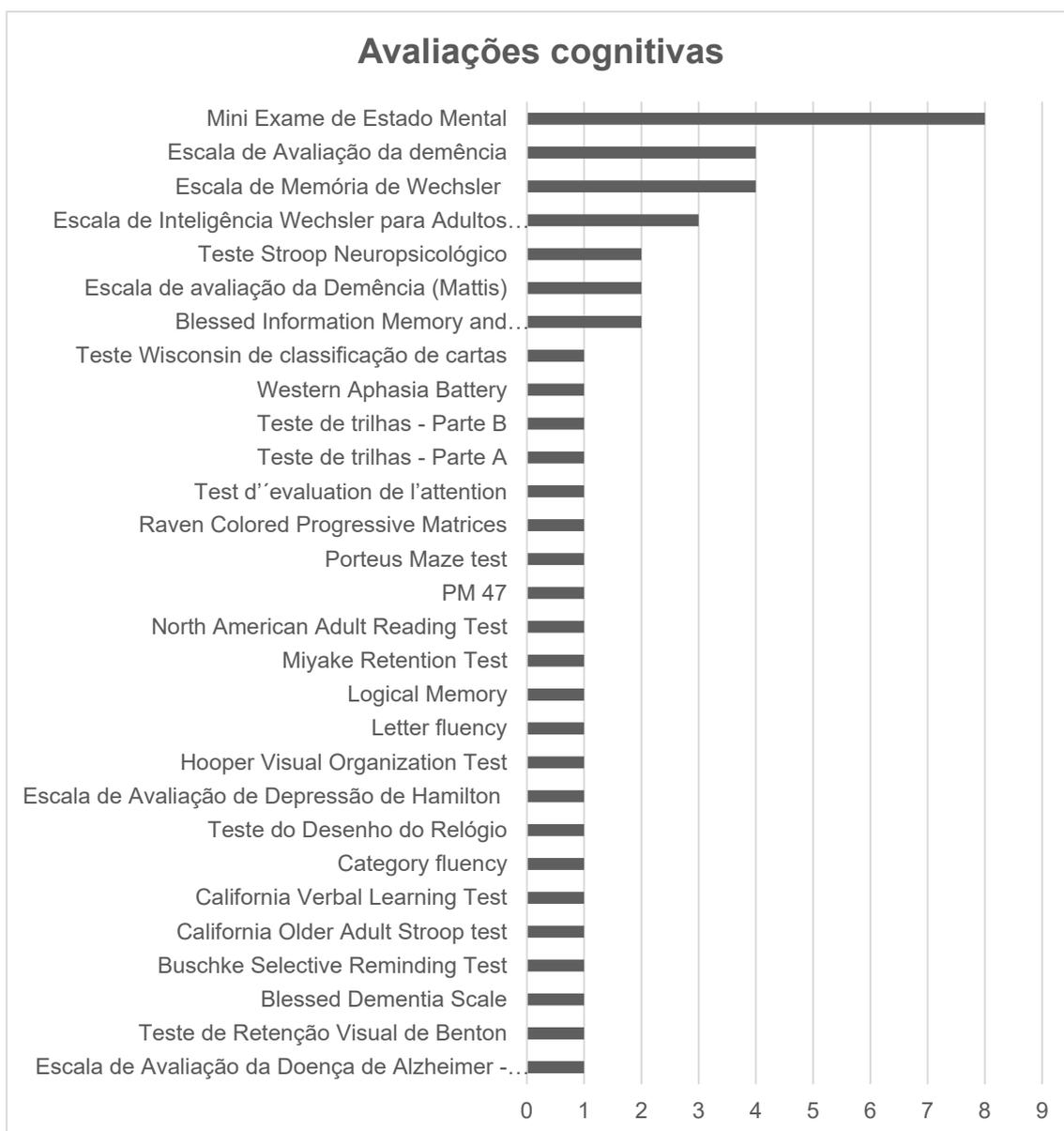
COMPROMETIMENTO COGNITIVO LEVE											
	(NEMETH et al., 2013) Leve						(SCHAEFER; DUFF, 2017) Leve			(NIERMEYER; SUCHY; ZIEMNIK, 2017) Leve	
	20- 30 minutos	24h	2 dias	3 dias	4 dias	7 dias	1 mês	30 minutos	24h	2 dias	
<b>Não aprendem</b>	DOENÇA DE ALZHEIMER										
				(HIRONO et al., 1997) Leve				(DICK et al., 2003) Leve / Moderado (BP)	(DICK et al., 2001) Leve / Moderado (Exp 2)	(FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993) Leve	
		(DICK et al., 1996) Moderado/ Grave (VP)					(DICK et al., 1996) Moderado/ Grave (VP)	(DICK et al., 1996) Moderado/ Grave (VP)	(DICK et al., 2003) Leve / Moderado (RP)		(WILLINGHAM, 1997) Leve
	COMPROMETIMENTO COGNITIVO LEVE										
								(LIU; CAO; YAN, 2013) Leve	(NEMETH et al., 2013) Leve		

Legenda: CP (Prática constante); PV (prática variável),PB (prática por blocos), PA (prática aleatória), Exp. (experimento), prática com 40 tentativas P1, prática com 80 tentativas P2, prática com 120 tentativas P3.

### **Avaliação cognitiva e desfecho cognitivo usado para inferir aprendizagem**

Diversas avaliações cognitivas foram encontradas nos estudos. O mais utilizado para avaliar o comprometimento cognitivo foi o Mini Exame de Estado Mental (em 8 publicações) (DEWEER et al., 1994; DICK et al., 1995, 1996, 2001, 2003; HIRONO et al., 1997; KNOPMAN, 1991; SABE et al., 1995), seguido pela Escala de Memória de Wechsler (DEWEER et al., 1994; HIRONO et al., 1997; KNOPMAN, 1991; WILLINGHAM, 1997) e Escala de Avaliação Clínica de demência utilizada em três estudos (DEWEER et al., 1994; DICK et al., 1996; SCHMITZ et al., 2014; WILLINGHAM, 1997). Além destas, encontramos 29 avaliações diferentes, conforme figura 4.

O desfecho cognitivo utilizado para inferir o impacto do comprometimento da cognição na aprendizagem motora foi MEEM (o mais utilizado), TMT-B, escala de classificação de demência). Os escores da avaliação cognitiva estão relacionados ao pior desempenho nos testes de aprendizagem ou na fase de aquisição, ver tabela 5.



**Figura 4** - Avaliações cognitivas utilizadas nas publicações incluídas.

### Funções cognitivas

Encontramos 21 funções cognitivas medidas por todos os estudos incluídos. As mais avaliadas foram: Memória em sete estudos e Função Executiva em quatro estudos. O terceiro motivo mais citado para a realização da avaliação cognitiva foi a identificação de demência (em quatro estudos). Todas as demais funções cognitivas avaliadas encontram-se na tabela 5.

### **Aprendizes e não aprendizes**

De maneira geral, seis estudos demonstraram que indivíduos com déficits cognitivos são capazes de aprender habilidades motoras (DEWEER et al., 1994; DICK et al., 1995, 2001; KNOPMAN, 1991; LIU; CAO; YAN, 2013; SCHMITZ et al., 2014), enquanto sete estudos os classificaram como não aprendizes (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; HIRONO et al., 1997; NEMETH et al., 2013; NIERMEYER; SUCHY; ZIEMNIK, 2017; SABE et al., 1995; SCHAEFER; DUFF, 2017; WILLINGHAM, 1997). Em dois estudos, os participantes aprenderam apenas uma condição praticada (DICK et al., 1996, 2003).

A maioria dos estudos incluiu mais de um grau de comprometimento cognitivo em seus grupos. Em quatro estudos, todos os níveis de comprometimento cognitivo aprenderam a habilidade motora. A Tabela 6 demonstra diferentes níveis de deficiência e habilidades de aprendizagem dentro do intervalo de retenção.

### **Discussão**

Este estudo identificou alta heterogeneidade dos estudos que investigam o efeito do comprometimento cognitivo (DA e CCL) na aprendizagem motora. A maioria dos estudos apresentou risco de viés metodológico alto e moderado. O principal ponto que diminuiu os escores dos estudos selecionados e o conseqüente aumento do risco de viés foi a seleção da amostra (ou seja, amostra auto selecionada, amostra por conveniência, falta de cálculo do tamanho da amostra) o que ao mesmo tempo não afetou a conclusão dos estudos.

Os estudos incorporados nesta revisão de escopo demonstraram maneiras distintas de avaliar o estado de cognição do participante, bem como notou-se uma heterogeneidade nos desenhos experimentais, avaliação os desfechos e tarefas motoras. No geral, os estudos na área de aprendizagem motora têm se concentrado principalmente em duas linhas: 1) investigar os mecanismos e processos ao longo da aquisição de habilidades motoras (DUTRA et al., 2021; TANI et al., 2010), e 2) explorar os fatores que influenciam o processo de aprendizagem motora (DUTRA et al., 2021; WULF; SHEA; LEWTHWAITE, 2010).

Esta revisão de escopo ilustra esses paradigmas mostrando estudos que buscaram investigar mecanismos e processos de aprendizagem motora (DICK et al., 1995; NEMETH et al., 2013; SCHAEFER; DUFF, 2017), e a influência dos déficits cognitivos na aprendizagem implícita (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; KNOPMAN, 1991; NIERMEYER; SUCHY; ZIEMNIK, 2017; SCHMITZ et al., 2014; WILLINGHAM, 1997). Além disso, os estudos sobre a investigação dos fatores de aprendizagem, como prática (ou seja, estrutura da prática, quantidade de prática)(DICK et al., 1995, 1996, 2003) e feedback (DICK et al., 2001; LIU; CAO; YAN, 2013).

No entanto, embora alguns estudos tenham indicado perspectivas diferentes dos déficits cognitivos na aprendizagem motora, novos estudos devem aprimorar as questões metodológicas para serem replicáveis e gerarem achados consistentes e replicáveis.

### ***Quais delineamentos experimentais têm sido usados para avaliar a aprendizagem motora de indivíduos com CCL ou DA?***

As características de desempenho ao longo do processo de aquisição de habilidades correspondem às fases de criação da memória motora (ROBERTSON, 2009). Em outras palavras, identificar a melhora e a consistência do desempenho por meio da prática está relacionado a uma fase de codificação efetiva. O intervalo de retenção corresponde à fase de consolidação, e a realização do teste de retenção ou transferência atrasada revela a recuperação da memória motora (KANTAK; WINSTEIN, 2012). A medida em que o aprendiz retém o desempenho motor durante o intervalo de retenção reflete a força da representação da habilidade adquirida na memória ao longo do tempo (SCHMIDT; LEE, 2011).

A aprendizagem motora é um construto inferido por meio de uma análise das mudanças no desempenho ao longo do processo de aquisição de habilidades. No entanto, o desempenho motor sofre influência de variáveis de desempenho, como motivação e fadiga (MAGILL; ANDERSON, 2017; SCHMIDT et al., 2019). Assim, de acordo com uma abordagem clássica da aprendizagem motora, é necessário considerar a inferência sobre o desempenho motor ao

longo de todo o processo (pré-teste, prática, pós-teste e teste de retenção ou transferência) para avaliar a aprendizagem motora. Garante que o produto inferido é derivado da criação da memória motora em vez das mudanças de desempenho motor de curta duração influenciadas por variáveis de desempenho (MAGILL; ANDERSON, 2017; SCHMIDT et al., 2019).

Apenas dez dos quinze estudos incluídos nesta revisão tiveram uma fase de aquisição seguida de um teste de retenção ou teste de transferência atrasada. Cinco estudos inferiram a aprendizagem motora com base nas características do desempenho motor durante a fase de aquisição (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; KNOPMAN, 1991; NEMETH et al., 2013; NIERMEYER; SUCHY; ZIEMNIK, 2017; WILLINGHAM, 1997).

Portanto, é altamente recomendável incluir o teste de retenção ou transferência atrasada em estudos futuros para evitar equívocos (KANTAK; WINSTEIN, 2012; MAGILL; ANDERSON, 2017; SCHMIDT et al., 2019). Especificamente, o tempo entre a prática e os exames de retenção ou transferência tardia também foi motivo de heterogeneidade nos estudos incluídos. Três estudos propuseram um teste de retenção com intervalo de 20 a 30 minutos após a fase de aquisição (DICK et al., 1995, 1996; SABLE et al., 1995), e 2 estudos executaram o teste de transferência no mesmo intervalo (DICK et al., 2003; LIU; CAO; YAN, 2013).

No entanto, tem sido sugerido que os testes de retenção e transferência poderiam ter melhor inferência da memória motora se fossem realizados após 24 horas, dada a influência do período pós-treino (especialmente durante o sono) na consolidação da memória motora (KANTAK; WINSTEIN, 2012). Se os testes de retenção e transferência forem realizados temporariamente próximos à prática, talvez a inferência não detecte o produto completo da fase de consolidação. Neste caso, não há tempo suficiente para dissipar a influência da variável de desempenho (efeito de aquecimento, fadiga, motivação, entre outros).

Outro aspecto metodológico foi a falta de estudos utilizando naturalísticas/atividades de vida diária (AVDs). Apenas dois estudos utilizaram habilidades motoras complexas (escrever em uma condição de espelho e uma habilidade motora complexa composta por transporte de feijão com colher de

plástico convencional). As tarefas laboratoriais podem fornecer uma demanda percepto motora específica relacionada a funções ou processos cerebrais particulares, o que permite a inferência sobre o papel funcional desses circuitos e redes neuronais durante o aprendizado de habilidades motoras (KRAKAUER et al., 2019). No entanto, restringem a extrapolação dos resultados da pesquisa para demandas de habilidades motoras da vida real, como as AVDs.

As habilidades motoras complexas apresentam mais demandas cognitivas relacionadas à seleção de metas e ações e à execução e supervisão das ações (HARTMANN et al., 2005; INGRAM; WOLPERT, 2011; SCHAEFER; HENGGE, 2016). Portanto, o aprendizado dessas habilidades motoras complexas por indivíduos com déficit cognitivo parece ser um aspecto crítico das investigações subsequentes nesse campo. Assim, mais estudos poderiam abordar o comprometimento cognitivo na aprendizagem de habilidades motoras complexas para fornecer evidências que apoiem a validade externa.

### ***Como o comprometimento cognitivo foi avaliado em estudos de aprendizagem motora em indivíduos com CCL ou DA?***

Os estudos usaram várias ferramentas de avaliação cognitiva para avaliar a cognição, caracterizar melhor a gravidade do comprometimento e avaliar construtos cognitivos relevantes para o aprendizado motor. Especificamente, ao determinar a gravidade do comprometimento cognitivo, é importante esclarecer se existe a possibilidade cognitiva de que os processos internos inerentes à aprendizagem motora ocorram (SCHMIDT et al., 2019). Em outras palavras, eles procuraram saber se indivíduos com DA ou MCI podem planejar, codificar, direcionar a atenção, selecionar os estímulos relevantes, programar o movimento e interpretar o feedback (HAITH; KRAKAUER, 2018; KRAKAUER et al., 2019; WONG; HAITH; KRAKAUER, 2015).

No entanto, ainda faltam recursos de caracterização do comprometimento cognitivo nesses estudos. Neste ponto, mesmo para DA e CCL, existem muitos instrumentos de avaliação cognitiva e para classificação da gravidade do comprometimento, e ainda assim, o mais utilizado nos estudos foi o Mini Exame de Estado Mental (MEEM) (FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH,

1975). O MEEM vem sendo criticado por pesquisadores da área há algum tempo (GLUHM et al., 2014) mas continua sendo a primeira escolha para avaliar a cognição. O MEEM tem sido questionado, especialmente para formas mais leves de comprometimento cognitivo (ISMAIL; RAJJI; SHULMAN, 2010) e para transtornos demenciais caracterizados por déficits de atenção executivos, visuoespaciais ou complexos (GLUHM et al., 2014; MICKES et al., 2010). A idade e a educação parecem contribuir para 12% da variância nas pontuações do MEEM (MITCHELL, 2009). Além disso, os efeitos teto que foram observados em amostras clínicas, ou seja, indivíduos com doença de Parkinson inicial (NAZEM et al., 2009) e idosos (TRZEPACZ et al., 2015) e estes resultados podem limitar sua aplicabilidade em populações em geral.

O segundo ponto diz respeito à dificuldade de compreensão da natureza da medida nesses instrumentos de avaliação da cognição. A variedade de maneiras de rastrear deficiências cognitivas faz com que os pesquisadores experimentem em seus estudos mais de uma avaliação para caracterizar repetidamente a mesma função cognitiva. Assim, a compreensão correta do significado dos achados da avaliação cognitiva para cada função cognitiva talvez possa reduzir a quantidade e a variedade de avaliações utilizadas para caracterizar os déficits cognitivos.

Ainda assim, tentar emparelhar a avaliação cognitiva com os requisitos cognitivos necessários para o desempenho da tarefa praticada também pode esclarecer quais avaliações podem ser melhor utilizadas de acordo com o interesse principal da fase de aprendizagem (por exemplo, planejamento motor (WONG; HAITH; KRAKAUER, 2015), foco de atenção (WULF; MCNEVIN; SHEA, 2001; WULF; SHEA; LEWTHWAITE, 2010). Esta revisão sugere que talvez com a criação de um instrumento de boa qualidade para a avaliação cognitiva relacionado aos requisitos que a aprendizagem motora necessita, que seja replicável e comparável a uma avaliação tradicional e uma divulgação eficiente para que a comunidade possa tomar conhecimento possa suprir essas questões. Nesse caso, o número de ferramentas usadas para caracterizar o comprometimento cognitivo diminuirá, resultando em mais medidas e menos erros sistemáticos.

***Como foi descrito o impacto do comprometimento cognitivo nos desfechos relacionados a aprendizagem?***

Como a aprendizagem motora é mediada pelo processo cognitivo, espera-se que indivíduos com déficits cognitivos graves tenham o processo de aprendizagem motora atenuado ou mesmo sejam incapazes de aprender habilidades motoras específicas. Assim, investigar o ponto de corte dos efeitos deletérios do comprometimento cognitivo na aprendizagem motora é um aspecto crítico a ser identificado. Para isso, sugere-se um desenho experimental composto por grupos com diferentes graus de comprometimento cognitivo para avaliar seu efeito na aprendizagem motora.

Dos 15 estudos incluídos nesta tese, apenas dois estudos tiveram grupos compostos por diferentes níveis de comprometimento cognitivo. Deweer et al., (1994) buscaram diferenças na gravidade através da premissa de que pessoas institucionalizadas tem quadro mais grave devido a baixa estimulação cognitiva e depressão, e por sua vez as pessoas que fazem acompanhamento domiciliar seriam mais estimuladas cognitivamente e teriam quadro menos grave. Os resultados deste estudo revelaram que indivíduos com Alzheimer institucionalizados (MEEM= 15,9) e ambulatorial (MEEM = 21,6) tiveram melhora semelhante no desempenho motor e retenção quando comparados a indivíduos não deficientes da mesma idade.

Já o estudo de Ferraro, Balota & Connor (1993), que de outra forma classificou a gravidade do comprometimento cognitivo, identificaram que indivíduos com demência leve tiveram pior retenção do que indivíduos com demência muito leve e o grupo controle, mostrando assim que pode existir variação até mesmo entre os casos leves.

Outros sete estudos incorporaram o estado cognitivo como covariável nas análises dos subgrupos posteriores. Eles concluíram que o nível cognitivo determinava diferenças na linha de base que diminuíam ao longo da fase de aquisição (DICK et al., 1996). O pior estado cognitivo prediz desempenho motor e aprendizado inferiores (DICK et al., 2003; LIU; CAO; YAN, 2013; NEMETH et al., 2013; NIERMEYER; SUCHY; ZIEMNIK, 2017) e, o pior escore de função executiva foi correlacionado com aprendizagem motora quando foi utilizada uma

estratégia explícita de aprendizagem motora, o que não ocorreu quando foram fornecidas condições implícitas (SCHMITZ et al., 2014).

Com todos esses achados juntos, fica claro que a influência do nível do comprometimento cognitivo ainda é desconhecida. Assim, ainda não podemos determinar qual gravidade do comprometimento cognitivo tem um impacto detectável na aquisição de habilidades motoras. Tratar o nível de comprometimento cognitivo como uma covariável pode criar equívocos, dado o poder de análise mais baixo. É possível cometer um erro sistemático de comparações múltiplas (sugerido a ser evitado por não causar este tipo de erro). Investigações adicionais precisam resolver esse problema empolgante com o desenho experimental mais apropriado.

A cognição é um construto guarda-chuva que se refere a vários processos mentais, como atenção, memória, percepção, função executiva e resolução de problemas. Outro aspecto abordado é o envolvimento de déficits nesses domínios específicos na aprendizagem motora. Até o momento, nenhum estudo investigou especificamente o impacto desses domínios na aprendizagem motora de indivíduos com deficiência cognitiva.

No entanto, alguns estudos demonstram que o estado cognitivo geral pode ser um fator preditivo para a aprendizagem motora (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; KNOPMAN, 1991; SCHMITZ et al., 2014). Caso contrário, déficits nos recursos de atenção foram associados ao comprometimento da aprendizagem motora e à incapacidade de usar o feedback (conhecimento do resultado) para melhorar o desempenho motor (LIU; CAO; YAN, 2013; NIERMEYER; SUCHY; ZIEMNIK, 2017) . Ao contrário, Schaefer & Duff (2017) identificaram que um pior índice de memória está associado a melhores efeitos da prática motora.

Finalmente, dependendo da quantidade de conhecimento verbal sobre a habilidade motora a ser aprendida oferecida pelo praticante, o processo de aprendizagem motora pode ser conduzido sem a consciência de fatos e regras (aprendizagem implícita) ou com o conhecimento deles (aprendizagem explícita) (KLEYNEN et al., 2014). Os estágios mediam o aprendizado explícito com alta carga cognitiva, recursos atencionais e demandas de memória de trabalho (KLEYNEN et al., 2014; MASTERS et al., 2008) o que sugere que o aprendizado

motor explícito pode estar comprometido na cognição de indivíduos com deficiência e que o aprendizado implícito pode ser uma estratégia alternativa para evitá-lo.

Três estudos investigaram essa perspectiva (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; SCHMITZ et al., 2014; WILLINGHAM, 1997). Eles demonstraram que a aprendizagem motora implícita é mantida em indivíduos com deficiência cognitiva; entretanto, o nível de comprometimento da cognição pode atenuá-lo (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993). Schmitz et al., (2014) demonstraram que estratégias para induzir a aprendizagem motora implícita podem beneficiar a aquisição de habilidades de indivíduos com cognição prejudicada, equiparando-a a indivíduos não deficientes; entretanto, os indivíduos com DA apresentaram pior aprendizagem motora do que os não deficientes quando foram fornecidas estratégias de aprendizagem motora explícita.

Outra sugestão para novos estudos poderia ser dada em relação às variáveis de interesse. Verificamos que todos os estudos buscam determinar o efeito dos déficits cognitivos na aprendizagem motora por meio do desempenho motor ao longo do experimento. Sugerimos que medidas complementares podem beneficiar a análise de como esses processos cognitivos mudaram ao longo da prática. Do ponto de vista comportamental, a análise do rastreamento ocular revela descobertas interessantes de direção atencional e processamento de informações durante o processo de aprendizagem motora (INGRAM; WOLPERT, 2011; STRAUCH et al., 2022). Além disso, o uso de paradigmas de dupla tarefa pode indicar não apenas se indivíduos com déficits cognitivos apresentam déficits na aprendizagem motora, mas também quanto seriam esses déficits, pois analisando o custo da dupla tarefa, poderíamos verificar o nível de automação das habilidades motoras, que está relacionado ao quanto o sujeito consegue avançar nas fases de aprendizagem motora (FITTS; POSNER, 1967; SCHAEFER; LANG, 2012).

Por fim, sugerimos que os seguintes estudos nesta área possam identificar achados mais relevantes utilizando a perspectiva das diferenças individuais ao invés da estratificação pré-intervenção em grupos (leve, moderado e grave). É possível que déficits cognitivos ainda flutuem dentro dos estratos de

classificação dos instrumentos de análise. Isso reduz a inferência da influência do déficit cognitivo na aprendizagem motora, uma vez que as nuances presentes em cada extrato (leve, moderado e grave) são perdidas. Dessa forma, a modelagem de trajetórias de diferentes níveis de déficits cognitivos durante os processos de aprendizagem motora por meio de uma regressão de efeitos mistos pode ser uma melhor estratégia para verificar se e como diferentes déficits cognitivos predizem e afetam a aprendizagem motora de indivíduos com DA e TCL (para uma revisão sobre diferenças individuais e aprendizagem motora ver (ANDERSON et al., 2021)).

### **Limitações**

Uma limitação desta revisão diz respeito ao risco de avaliação de viés. Até o momento, não há uma ferramenta validada disponível para avaliar o risco de viés em estudos que não sejam ensaios clínicos randomizados. No entanto, o uso de uma Newcastle-Ottawa Scale (NOS) modificada utilizada nesta revisão foi considerada a melhor alternativa.

### **Conclusão**

Em conclusão, o comprometimento cognitivo é um fator essencial que afeta a aprendizagem motora. A qualidade dos estudos apresentou um alto risco de viés. Os desenhos utilizados para investigar esse fenômeno foram diversos e heterogêneos. No entanto, eles precisavam de mais dias de prática e testes de aprendizado consistentes para serem mais precisos nas conclusões. A avaliação utilizada para identificar o comprometimento cognitivo precisa ser específica e replicável a outros estudos. O comprometimento cognitivo que impacta na aprendizagem motora não é claro e precisa ser melhor investigado. Por fim, a gravidade do comprometimento cognitivo pode ser uma condição essencial para a aprendizagem motora que requer um desenho específico a ser explorado.

**Questões remanescentes**

1. Se o comprometimento cognitivo em indivíduos com DA que apresentam um comprometimento homogêneo e característico mostrou ser um fator essencial a aprendizagem, como seria a aprendizagem em indivíduos que não apresentam uma sequela cognitiva homogênea?
2. Os indivíduos com DA apresentam pouco ou nenhum comprometimento motor. Será que indivíduos que apresentem uma condição de saúde com alteração motora associada ao comprometimento cognitivo teria um impacto na aprendizagem?
3. Indivíduos com AVC apresentam comprometimentos cognitivos não-homogêneos e comprometimentos motores associados. Desse modo, haveria diferença na aprendizagem de indivíduos com AVC?

## ESTUDO 2 – ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL (AVC)

### INTRODUÇÃO

O AVC é a segunda causa mais comum de comprometimento cognitivo em todo o mundo (DONOVAN et al., 2008). Distúrbios cognitivos causados por acidente vascular cerebral foram negligenciados por vários anos no campo de pesquisa em neuro reabilitação (ERKINJUNTTI; GAUTHIER, 2009). No entanto, é uma das disfunções que mais contribuem para o prognóstico e incapacidade pós-AVC (LEVINE et al., 2015). Déficits cognitivos estão presentes em mais de 50% dos sobreviventes de AVC e afetam diretamente a qualidade de vida após um AVC (MELLON et al., 2015).

O comprometimento cognitivo induzido por AVC pode prejudicar um ou vários processos de função cognitiva em uma condição não homogênea em diferentes pacientes (WAHLUND; ERKINJUNTTI; GAUTHIER, 2009). As condições clínicas após um acidente vascular cerebral são heterogêneas principalmente porque dependem da área danificada (SAGNIER et al., 2019), hemisfério afetado (BACCARO et al., 2019) e número e volume de eventos (TEASELL et al., 2018). Essa heterogeneidade é uma barreira para padronizar uma condição clínica típica nos desenhos experimentais. Os sobreviventes de AVC podem apresentar déficits cognitivos em um amplo espectro que podem trazer diversos prejuízos em processos mediados cognitivos de ordem superior, como aqueles envolvidos durante a (re)aprendizagem de habilidades motoras (LEI et al., 2016).

As demandas cognitivas para a aprendizagem motora referem-se aos processos mentais envolvidos na tomada de decisão (SHADMEHR; HUANG; AHMED, 2016; WOLPERT; LANDY, 2012), e reorganização por meio de feedback (LAM et al., 2016; VAN VLIET; WULF, 2006), incluindo antecipação, planejamento (WONG; HAITH; KRAKAUER, 2015), regulação e interpretação do desempenho motor (LIN et al., 2007; SCHMIDT et al., 2019). Há uma interação complexa de atividades neurais motoras, sensoriais e cognitivas durante a aprendizagem motora, incluindo alta participação na cognição (SADTLER et al.,

2014). A tomada de decisão, a resolução de problemas e os objetivos da tarefa motora podem influenciar a neuroplasticidade e a reorganização cortical, apoiando assim o processo de aprendizagem motora (KLEIM; JONES, 2008; PLAUTZ; MILLIKEN; NUDO, 2000). Curiosamente, esses processos estão envolvidos em condições dinâmicas e integradas na aquisição de habilidades motoras, uma vez que são influenciados e aprimorados pela prática (LEE; SWINNEN; SERRIEN, 1994).

Vários modelos de aprendizagem motora baseavam-se em uma perspectiva cognitiva (GANGLI; SHERMAN; WHITE, 2011; MARTENIUK, 1976; NEISSER, 1978; SERRIEN; IVRY; SWINNEN, 2007; WRIGHT; SHEA, 1994), demonstrando a não dissociabilidade entre a cognição e aprendizagem motora. No entanto, ao contrário, pesquisas neste campo na população de AVC não estudaram sistematicamente a influência do comprometimento cognitivo induzido por AVC nesse processo. A compreensão da influência das deficiências cognitivas na aprendizagem motora do acidente vascular cerebral pode facilitar a tradução dos princípios da aprendizagem motora em protocolos de neuro reabilitação de acordo com a especificidade cognitiva necessária para cada indivíduo (CUMMING; MARSHALL; LAZAR, 2013; LEVIN; DEMERS, 2020; PIRON et al., 2010).

Nosso objetivo foi revisar e analisar a literatura sobre o impacto do comprometimento cognitivo induzido por AVC na aprendizagem motora. Esta revisão de escopo pretendeu abordar:

1 – Como o comprometimento cognitivo induzido pelo AVC foi classificado (por exemplo, instrumentos de avaliação);

2 – Quais foram os desenhos experimentais mais comuns utilizados para entender as consequências do comprometimento cognitivo na aprendizagem motora pós-AVC (por exemplo, quantidade de prática, intervalo de retenção, tipo de estudo);

3 – Como o desempenho dos indivíduos com AVC com comprometimento cognitivo foi acessado ao longo do processo de aprendizagem motora (por exemplo, medidas de resultados);

4 – Como as características do AVC (por exemplo, local da lesão, gravidade do comprometimento motor) afetaram a aprendizagem motora.

## **Método**

Os procedimentos utilizados neste estudo foram os mesmos do Estudo 1.

### **Estágio 1: Identificando a pergunta de pesquisa**

As questões de pesquisa abordadas neste estudo foram:

- 1: Quais desenhos experimentais foram utilizados para avaliar a aprendizagem motora de indivíduos com comprometimento cognitivo após AVC?
- 2: Como o comprometimento cognitivo foi avaliado nesses estudos de aprendizagem motora?
- 3: Como foi descrito o impacto do comprometimento cognitivo nos resultados dos estudos de aprendizagem motora?
- 4: Quais características do AVC somadas ao comprometimento cognitivo afetam os estudos de aprendizagem motora?

### **Etapa 2: Identificando estudos relevantes**

#### **Fontes de informação**

As bases de dados MEDLINE, EMBASE e PubMed foram selecionadas para a busca sem restrição de data (a busca começou e terminou entre março e abril de 2021). Uma estratégia de busca específica foi criada por um autor (GCSP) e revisada por outro autor (CTP) com experiência na realização de revisões de escopo (material suplementar). Uma combinação de subtítulos médicos (MeSH) e palavras-chave sobre "AVC" e "aprendizagem motora" foi feita em cada banco de dados e combinada usando operadores booleanos (tabela 7).

**Tabela 7 - Estratégia de busca para AVC: PubMed/MEDLINE**

1	("Learning"[Mesh] OR ("Psychomotor Performance"[Majr] OR "Motor Skills"[Majr]) OR (motor learning [Title/Abstract]) OR (learn*[Title/Abstract])) OR (memor* [Title/Abstract])) OR (knowledge [Title/Abstract])) OR (acquisition [Title/Abstract]) OR (encoding [Title/Abstract])) OR (consolidation [Title/Abstract])) OR (retrieval [Title/Abstract])) OR (recall [Title/Abstract]))
2	(Stroke [Title/Abstract]) OR (cerebrovascular accident [Title/Abstract]) OR (ischemic stroke [Title/Abstract]) OR (hemorrhagic stroke [Title/Abstract]) OR (stroke hemiparesis [Title/Abstract]) OR (cerebrovascular disease [Title/Abstract])
3	"Psychomotor Performance"[Mesh] OR "Motor skills"[Mesh] OR (task perform*[Title/Abstract]) OR (implicit [Title/Abstract])
4	(#1 AND #2 AND #3)

**Etapa 3. Seleção de estudos****Critérios de inclusão:**

1. Estudos apenas na língua inglesa.
2. Estudos em adultos sobreviventes de AVC com um desenho experimental que incluísse uma fase de aquisição (prática motora), um teste de retenção ou um teste de transferência.
2. Estudos incluindo medidas de resultados com base no desempenho motor (fase de aquisição e teste de retenção ou transferência).
3. Estudos com grupo controle (adultos neurotípicos, idosos ou jovens).
4. Estudos que avaliaram a cognição com instrumentos validados de acordo com as medidas de propriedade para sobreviventes de AVC.
5. Comprometimento cognitivo não relacionado a outras condições de saúde (por exemplo, trauma, doenças crônico-degenerativas, etc.).

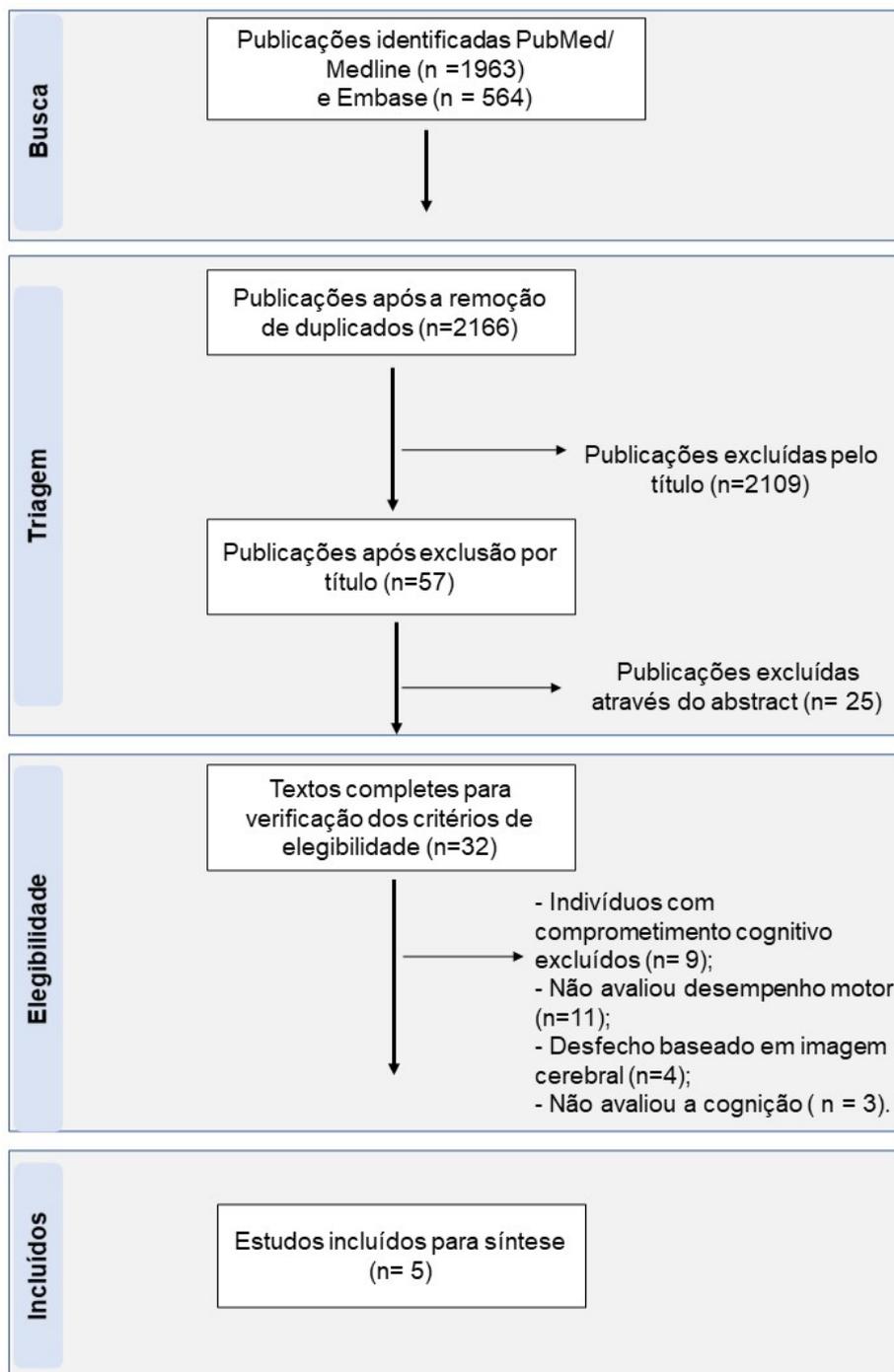
**Critérios de exclusão:**

1. Os estudos incluem apenas medidas de resultados com base em exames de neuroimagem ou resultados que não sejam motores (ou seja, gasto de energia, metabolismo, comunicação, negligência).
2. Estudos com estimulação elétrica funcional/estimulação transcraniana por corrente; intervenções controladas por eletromiografia;
3. Amostra não humana.
4. Estudos de caso, estudos de séries de casos, revisões ou estudos de meta-análises.

### **Seleção de fontes de evidência**

Os dois revisores que plotaram os dados (GMGB, TBF) já tinham experiência com estudos nessa área para indivíduos com AVC. Realizamos a primeira seleção por título e triagem de resumo de cada estudo com base nos critérios de elegibilidade. Foram excluídos os estudos que não atendiam aos critérios de elegibilidade quanto ao conteúdo de seus resumos. Se necessário, as versões em texto completo foram obtidas para determinar se os estudos atendiam aos critérios de elegibilidade ou não. Em caso de incerteza, outro revisor (GCSP), cego aos comentários dos primeiros revisores, analisou o estudo. Quaisquer discordâncias quanto à inclusão/exclusão foram discutidas de forma colaborativa até que os autores chegassem a um consenso. A Figura 1 descreve o processo de seleção dos estudos.

**Figura 5 - Fluxograma descrevendo o processo de seleção das publicações de AVC.**



## RESULTADOS

### Resultados da busca

A busca inicial resultou em 2.527 publicações. Para obter mais informações sobre o processo de seleção, consulte a Figura 5. Para características adicionais

e outras informações, consulte tabela completa no material suplementar (Tabela 18).

### **Análise demográfica**

Apenas cinco estudos foram elegíveis para esta revisão de escopo, totalizando 122 participantes neste estudo. Os dados demográficos e as características dos participantes são apresentados na Tabela 8. O hemisfério da lesão e o território lesado não foram relatados em todas as publicações. Aproximadamente 30 participantes apresentaram lesões no hemisfério esquerdo, 27 participantes no hemisfério direito e 4 em ambos os hemisférios.

Em relação ao território de lesão, as publicações incluíram pacientes com lesões corticais e subcorticais (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999) e lesões cerebelares (DIRNBERGER et al., 2010). A maioria dos participantes tinha um comprometimento físico leve, e apenas um estudo relatou comprometimento motor leve a grave (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002). O instrumento de avaliação motora mais utilizado nas publicações foi a escala de Fugl-Meyer com foco na função do braço e mão (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; SUBRAMANIAN et al., 2015).

**Tabela 8** - Características demográficas dos participantes e avaliações motoras usadas nas publicações incluídas.

Dados da patologia e avaliação física					
Referência	Amostra	Idade (media e desvio padrão)	Hemisfério lesado	Território lesado	Avaliação motora
<b>Cirstea et.al., 2006</b>	37 indivíduos com hemiparesia crônica. 14 sujeitos em cada grupo de intervenção (CR e CP) e 9 no grupo controle (C).	CR (55.7 (15.4); CP (59.1 (17.9); C (64.5 (14.1)	NR	CR (Cortical n= 6; Subcortical n= 3; Cortical + Subcortical n= 5); CP (Cortical n= 5; Subcortical n = 5; Cortical + Subcortical n= 4); C (Cortical n= 2; Subcortical n= 4; Cortical + Subcortical n=3)	Escala de Fugl-Meyer (parte de membro superior) [FM]; Índice Composto de Espasticidade (ICE) [CSI]; Teste de desempenho funcional dos membros superiores [TEMPA]
<b>Dancause et al 2002</b>	10 indivíduos hemiparéticos e 6 indivíduos neurologicamente intactos	AVC 47.1± (13.4); Controle 23.6±2.3	7 hemisfério esquerdo; 3 hemisfério direito	4 participantes com lesão cortical, 2 participantes com lesões subcortical/cortical/ e 4 participantes somente com lesão sub-cortical	Inventário Chedoke de atividades do braço e da mão; Índice Composto de Espasticidade (ICE) Escala de Fugl-Meyer (FM)

<b>Dirnberger et al. 2010 (experimento 1)</b>	11 participantes com isquemia cerebelar	AVC 46±15 [19–67]; Controle 45±14 [21–67]	Hemisfério esquerdo(n=3), hemisfério direito (n=4), ou ambos (n=4)	Cerebelo	Escala Cooperativa Internacional para Avaliação das Ataxias (ICARS)
<b>Dirnberger et al. 2010 (experimento 2)</b>	4 participantes com isquemia cerebelar e 4 participantes controles neurologicamente saudáveis	AVC 48±17 [29–70]; Controle 42±19 [21–70]	Hemisfério esquerdo (n=1), hemisfério direito (n=2), Ambos (n=1)	Cerebelo	Escala Cooperativa Internacional para Avaliação das Ataxias (ICARS)
<b>Winstein et. al., 1999</b>	40 participantes com AVC e 40 participantes neurologicamente saudáveis	AVC 57.1 (11.1); Controle 54.4 (12.0)	20 hemisfério direito / 20 hemisfério esquerdo	Território de circulação anterior	NR
<b>Subramanian et al 2015</b>	24 participantes com AVC crônico	Grupo ambiente físico 59.1 (11.6); Grupo ambiente virtual 63.6 (11.2)	NR	NR	Inventário Chedoke de atividades do braço e da mão; Índice Composto de Espasticidade (ICE) Escala de Fugl-Meyer (FM)

**Legenda:** NR (não relatado).

### **Qualidade metodológica**

A análise de viés metodológico dos estudos incluídos está ilustrada na Tabela 3. Dos cinco estudos incluídos na revisão, três têm risco moderado de viés e dois têm baixo risco de viés.

**Tabela 9** - Qualidade dos estudos incluídos com participantes com AVC através a Escala de Newcastle-Ottawa (NOS)

<i>Reference</i>	<b>Seleção</b>		<b>Comparabilidade</b>			<b>Exposição</b>		<b>Total</b>	<b>Risco de viés</b>	
	A definição de caso é adequada?	Representatividade dos casos	Seleção de controles	Definição de controles	Comparabilidade de casos e controles com base no projeto ou análise	Apuração da exposição	Mesmo método de verificação para casos e controles?			Taxa de não resposta
<i>Cirstea et al, 2006</i>	1	0	1	1	1	0	1	0	5	Moderado
<i>Dancause et al, 2002</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	6	Moderado
<i>Dirnberger et al, 2010</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	6	Moderado
<i>Subramanian et al, 2015</i>	1	0	1	1	2	1	1	1	7	Baixo
<i>Winstein et al, 1999</i>	1	0	1	1	2	1	1	1	8	Baixo

## **Desfechos em aprendizagem motora**

### **Desenho experimental**

O método de pesquisa de aprendizagem motora inclui uma publicação que utilizou a aprendizagem implícita (DIRNBERGER et al., 2010), uma publicação que utilizou a adaptação motora (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002), uma publicação baseada no modelo clássico com um desenho que utiliza pós - teste e teste de retenção para inferir aprendizagem (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006) desenho com teste de retenção foram encontrados em duas publicações (SUBRAMANIAN et al., 2015; WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999).

**Tabela 10** - Publicações considerando o desenho experimental usado para inferir o aprendizado motor, a quantidade de prática da tarefa relatada pelas publicações incluídas divididas em dias, blocos, tentativas, tarefa usada e medida de resultado.

<b>Desfechos relacionados a Aprendizagem motora</b>							
<b>Autor</b>	<b>Método de estudo de Aprendizagem motora</b>	<b>Tipo de inferência para a aprendizagem</b>	<b>Aquisição (Dias/ Blocos de Prática/ Tentativas por bloco)</b>	<b>Intervalo de retenção</b>	<b>Tarefa praticada</b>	<b>Membro efector da tarefa</b>	<b>Desfechos</b>
<b>Cirstea et.al., 2006</b>	Abordagem Clássica	Pós teste e teste de retenção	(10 dias/3 sessões por semana/75 tentativas)	1 mês	Tarefa de apontamento	Braço hemiparético	Tempo de movimento, segmentação, variabilidade de velocidade, precisão (erro absoluto)
<b>Dancause et. al., 2002</b>	Adaptação motora	Comparando o desempenho após a interferência	(1 dia, 15 blocos, 10 tentativas)	-	Posicionamento linear (flexão e extensão do cotovelo)	Braço hemiparético	Torque, velocidade e posição (ângulo)
<b>Dirnberger et al., 2010</b>	Aprendizagem implícita	Comparação do bloco sequencial com bloco aleatório	(1 dia, 51 blocos, 90 tentativas)	-	Tarefa de tempo de reação seriada	Ambos os membros	Tempo de reação, pontuação de erro
<b>Winstein et. al., 1999</b>	Abordagem Clássica	Teste de retenção	(1 dia, 2 blocos, 99 tentativas)	24h	Movimento coordenado discreto com o	Braço ipsilateral a lesão	Erro quadrático médio (RMSE), erro variável

					membro superior		
<b>Subramanian et. al., 2015</b>	Abordagem Clássica	Teste de retenção	(12 dias, 3 blocos, 24 tentativas)	3 meses	Tarefa de apontamento em ambiente físico (PE) ou em ambiente virtual (VE)	Braço hemiparético	Precisão, velocidade final

### **Tarefa praticada e desfechos principais**

Dois estudos utilizaram tarefas de apontamento (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; SUBRAMANIAN et al., 2015) com versões em ambiente físico e virtual. Um estudo usou uma tarefa de posicionamento linear (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002), outro estudo usou a tarefa de tempo de reação seriada (DIRNBERGER et al., 2010) o último estudo utilizou uma tarefa de coordenação discreta de membros (WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999).

A maior parte dos estudos basearam suas inferências em parâmetros cinemáticos (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; SUBRAMANIAN et al., 2015), já outros estudos utilizaram variáveis mais conhecidas nos estudos de aprendizagem motora clássicos como o tempo de reação e medidas de erro (DIRNBERGER et al., 2010; WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999) .

### **Aquisição**

A prática relatada nas publicações foi heterogênea (Tabela 10). Três publicações tiveram um dia de prática (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; DIRNBERGER et al., 2010; WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999), enquanto duas publicações ofereceram mais prática de 10 a 12 dias, respectivamente (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; SUBRAMANIAN et al., 2015). O número de blocos de treino variou entre 3 a 51 blocos, e o número de tentativas variou de 10 a 99 tentativas por bloco.

### **Intervalo de aprendizagem e aprendizes x não- aprendizes**

Com exceção dos desenhos de aprendizagem implícitos, que demonstraram consistência de acordo com o intervalo de retenção (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; DIRNBERGER et al., 2010), as publicações apresentaram intervalos durante 24 horas (WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999), um mês e três meses (SUBRAMANIAN et al., 2015).

Identificamos relatos sobre a capacidade de aprendizagem em alguns sobreviventes de AVC com deficiência cognitiva (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006 (grupo CP); DIRNBERGER et al., 2010 (experimento 1 e 2); WINSTEIN;

MERIAN; SULLIVAN, 1999), mas houve a existência de não-aprendizes com essas características (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002) (Tabela 10).

### **Desfechos cognitivos que influenciam a aprendizagem motora**

Os estudos avaliaram domínios cognitivos específicos (por exemplo, planejamento, funções executivas, memória, atenção), resultando em vários instrumentos de avaliação para os participantes. A figura complexa de Rey-Osterrieth foi usada em todos estudos e a Escala de Memória de Wechsler foi a segunda avaliação mais usada (3 estudos). Todas as avaliações cognitivas usadas para o rastreio cognitivo dos participantes e seu efeito ou associação na aprendizagem motora são citados na tabela 5.

### **Função cognitiva**

A função cognitiva foi avaliada em todas as publicações incluídas com base nos seguintes domínios: (1) Memória (SUBRAMANIAN et al., 2015; WINSTEIN; MERIAN; SULLIVAN, 1999), dividida em verbal, visuo espacial (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002), visuo construção e visuo percepção (SUBRAMANIAN et al., 2015) e memória de trabalho (DIRNBERGER et al., 2010); (2) Atenção (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; SUBRAMANIAN et al., 2015); (3) Flexibilidade mental (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006); (4) Planejamento e resolução de problemas (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; SUBRAMANIAN et al., 2015); (5) funções executivas (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; DIRNBERGER et al., 2010) (Tabela 11).

**Tabela 11** - Publicações considerando o instrumento cognitivo de avaliação utilizado, a função cognitiva rotulada e o resultado cognitivo utilizado para inferir a aprendizagem.

<b>Desfechos relacionados à cognição</b>			
<b>Autor</b>	<b>Instrumento de Avaliação Cognitiva</b>	<b>Função cognitiva avaliada</b>	<b>Desfecho relacionado a cognição para inferir aprendizagem</b>
<b>Cirstea et al., 2006</b>	(1) Memória (Escala de Memória de Wechsler; Teste de aprendizagem auditivo-verbal de Rey); (2) Memória visuo espacial (Figura Complexa de Rey-Osterrieth); (3) Atenção (Teste de cancelamento); (4) Flexibilidade mental (Teste Wisconsin de classificação de cartas; Teste Stroop Neuropsicológico); (5) Planejamento e resolução de problemas (Torre de Londres)	Memória, Memória visuo especial, Atenção, Flexibilidade mental, Planejamento e resolução de problemas	Escala de Memória de Wechsler; Teste de aprendizagem auditivo-verbal de Rey); Figura Complexa de Rey-Osterrieth); Teste de cancelamento; Teste Wisconsin de classificação de cartas; Teste Stroop Neuropsicológico
<b>Dancause et al., 2002</b>	(1) Memória verbal (Escala de Memória de Wechsler), Teste span de dígitos); (2) Memória visuo espacial (Figura Complexa de Rey-Osterrieth); (3) Atenção (Teste de cancelamento; Testes de trilhas A e B); (4) Função Executiva (Teste Wisconsin de classificação de cartas; Torre de Londres)	Memória verbal; Memória Visuo espacial; Atenção; Função Executiva	Escala de Memória de Wechsler, Figura Complexa de Rey-Osterrieth
<b>Dirnberger et al., 2010</b>	Mini Exame de Estado Mental, Teste span de dígitos, Teste Wisconsin de classificação de cartas, Teste de fluência verbal, Testes de trilhas	QI; Memória de trabalho e Função Executiva	Teste de fluência verbal
<b>Winstein et al., 1999</b>	Escala de Memória de Wechsler, Teste span de dígitos, Figura Complexa de Rey-Osterrieth	Memória	NR

<b>Subramanian et. al., 2015</b>	1) Atenção (Teste de Stroop); 2) Aprendizagem e memória (Teste de aprendizagem auditivo-verbal de Rey); 3) Planejamento e resolução de problemas (Torre de Londres) construção visual e percepção visual (Figura Complexa de Rey-Osterrieth)	Atenção, Aprendizagem e memória, Planejamento, resolução de problemas, visuo construção e visuo percepção	Teste de Stroop Figura Complexa de Rey-Osterrieth e Torre de Londres
----------------------------------	--	---	--

**Legenda:** QI (coeficiente de inteligência), NR (não relatado)

## **Discussão**

Esta revisão de escopo buscou compreender como os déficits cognitivos afetam a aprendizagem motora em sobreviventes de AVC. Exploramos os desenhos experimentais, os resultados da aprendizagem motora, a avaliação cognitiva e as implicações dos comprometimentos do AVC associados aos comprometimentos cognitivos que afetam a aprendizagem motora.

Não houve desenho experimental específico utilizado para avaliar a influência do comprometimento cognitivo na aprendizagem motora. Os desenhos experimentais baseados em aprendizagem implícita e teste de retenção foram os mais utilizados nos estudos incluídos. As características da prática foram heterogêneas entre os estudos. Encontramos estudos com 1 dia a 12 dias de prática e o intervalo de retenção variando de 24 horas a 3 meses. Os estudos utilizaram vários instrumentos de avaliação cognitiva para classificar os comprometimentos cognitivos nos participantes. No entanto, eles se concentraram em alguns domínios cognitivos (por exemplo, memória, atenção, planejamento e função executiva), limitando uma compreensão mais profunda de cada déficit de domínio cognitivo na aprendizagem motora. As medidas de resultados foram focadas em variáveis que indicam padrões de movimento e cinemática (por exemplo, tempo de movimento, variabilidade de segmentação, posição do ângulo dos braços, torque).

Não houve consenso sobre a influência do domínio cognitivo avaliado pelos estudos nos resultados da aprendizagem motora. Em geral, o baixo número de artigos incluídos nesta revisão de escopo fornece poucas informações sobre o impacto do comprometimento cognitivo na aprendizagem motora em sobreviventes de AVC. No entanto, verificamos uma tendência quanto ao efeito negativo do comprometimento cognitivo na aprendizagem motora, evidenciando a necessidade de mais estudos nessa área. Também oferecemos alguns aspectos a serem incorporados em estudos futuros para melhorar suas inferências e consistência dos achados.

## **Quais desenhos experimentais foram utilizados para avaliar a aprendizagem motora de indivíduos com comprometimento cognitivo após AVC?**

A aprendizagem motora é um fenômeno observado por meio de uma inferência sistemática sobre todo o processo (SCHMIDT et al., 2019). A análise transversal baseada no desempenho motor pode induzir a equívocos sobre a aprendizagem motora, uma vez que o desempenho motor é influenciado por variáveis temporárias (por exemplo, motivação, fadiga, efeito de aquecimento) que não refletem a melhora relativamente permanente que caracteriza a aprendizagem motora (MAGILL; ANDERSON, 2017).

O processo de aprendizagem motora engloba um processo de codificação que possibilita a melhora e consistência do desempenho proporcionado pela prática. Um intervalo de retenção promove a consolidação da memória motora, e um reteste denominado teste de retenção (com a mesma característica de prática) ou teste de transferência atrasada (com modificação de habilidade ou contexto) que revela a recuperação da memória motora, expressando a persistência ou adaptabilidade, respectivamente (KANTAK; WINSTEIN, 2012).

Assim, para uma compreensão completa da aprendizagem motora é necessário considerar o desempenho motor ao longo de todo o processo (pré-teste, prática, pós-teste e teste de retenção ou transferência). Esse procedimento garante que o produto inferido é derivado da criação da memória motora em vez da modificação temporária do desempenho motor (SCHMIDT et al., 2019).

O intervalo de retenção representa a consolidação da memória motora, e a consolidação pode levar a melhoras permanentes na função motora em pacientes com déficits motores (KRAKAUER, 2006). O intervalo de retenção encontrado nos estudos incluídos variou de 24 horas a 3 meses (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; SUBRAMANIAN et al., 2015; WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999), estes intervalos podem produzir diferentes conclusões sobre a aprendizagem obtida. Uma avaliação realizada mais próxima da prática, como uma avaliação de retenção imediata, pode não refletir a eficácia dos processos

de consolidação como o desempenho no teste de retenção atrasada (KANTAK; WINSTEIN, 2012).

Na literatura, o termo aprendizagem motora é usado para uma variedade de modelos de aprendizagem e desenhos experimentais: (1) Aprendizagem implícita, que investiga o processo de aprendizagem motora sem conhecimento sobre fatos ou eventos relacionados ao processo de aquisição de habilidades motoras (KAL et al., 2016); (2) Adaptação, quando é implementada uma mudança na tarefa que faz com que o participante precise selecionar uma ação alternativa ou modificar como a ação atual é executada (KRAKAUER et al., 2019); (3) Abordagem clássica, usando um design com uma fase de aquisição e um teste de aprendizado (teste de retenção ou teste de transferência) (SCHMIDT et al., 2019).

Portanto, antes de comparar e resumir os achados de um determinado fenômeno de aprendizagem motora, é necessário estabelecer em qual modelo de investigação o estudo se baseia (KRAKAUER et al., 2019). Os estudos incluídos foram desenvolvidos em três modelos principais: (1) aprendizagem implícita (DIRNBERGER et al., 2010), (2) abordagem clássica (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; SUBRAMANIAN et al., 2015; WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999) e (3) adaptação motora (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002).

O modelo de aprendizagem implícita investiga a aquisição de habilidades motoras sem conhecimento de fatos ou eventos, inclusive em uma condição de subconsciência. O desempenho das habilidades motoras aprendidas pelo estado de condição implícito é (inconscientemente) recuperado da memória de longo prazo implícita (KLEYNEN et al., 2014). A aprendizagem implícita baseia-se na aquisição de conhecimentos procedimentais sobre a habilidade motora (com mínimo ou nenhum conhecimento declarativo), resultando em menor participação da memória de trabalho no processamento de informações (KAL et al., 2016). A tarefa de tempo de reação seriada usada por Dirnberger e colaboradores, (2010) fornece um método clássico para inferir aprendizagem implícita (NISSEN; BULLEMER, 1987). Os participantes precisam reagir a estímulos sequenciais que aparecem em sequências repetidas e aleatórias. O conhecimento sobre a existência repetida que não é relatado para os participantes. A aprendizagem implícita de habilidades pode ser obtida

comparando os tempos de resposta sequenciais contra sequências repetidas e aleatórias (ROBERTSON, 2007).

No modelo de adaptação motora, a capacidade de modificar de forma adaptativa e flexível o comportamento motor é um componente chave que contribui para o repertório variado de ações habilidosas (KITAGO; KRAKAUER, 2013). O diferencial utilizado no desenho experimental está na sessão prática. Experimentalmente, uma perturbação é induzida durante a execução do movimento, resultando na necessidade de adaptação na ação motora previamente programada. Isso pode ser feito através do uso de perturbações dinâmicas por campos de força induzidos durante movimentos de alcance (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002), e manter um bom desempenho em resposta à mudança induzida por esse erro de comportamento é a forma utilizada para inferir aprendizagem (KRAKAUER et al., 2019). As mudanças nos efeitos posteriores avaliam a atualização do modelo interno (HUANG; KRAKAUER, 2009; KRAKAUER; SHADMEHR, 2006).

Na abordagem clássica, um pré-teste reflete o desempenho motor inicial na habilidade. Após, há a prática da mesma habilidade motora e contexto durante a fase de aquisição. Após a fase de aquisição, é fornecido um pós-teste para verificar se o desempenho foi melhorado. Após um intervalo do pós-teste, é realizado o teste de retenção para avaliar a manutenção do desempenho, que indicam aprendizagem motora (MAGILL; ANDERSON, 2017; SCHMIDT et al., 2019). A abordagem clássica é o método mais adotado em estudos de aprendizagem motora (três estudos utilizaram esse método), mas esse modelo pode ser modificado e resultar em vários tipos de desenho (pré-teste, aquisição, pós-teste, retenção e ou teste de transferência; ou, aquisição, pós-teste e teste de retenção ou transferência; ou, teste de aquisição, retenção e/ou transferência).

Cada tipo de desenho responde a um tipo de pergunta, e isso deve ser considerado. A abordagem clássica responde sobre a capacidade de aprendizagem e sobre o impacto dos fatores (prática, feedback, instrução, auto controle, etc.) na aprendizagem. A adaptação motora responde sobre a capacidade de adaptar o movimento frente a uma perturbação. E a

aprendizagem implícita responde sobre a capacidade em adquirir habilidades sem o conhecimento da forma (inconsciente).

Em relação à tarefa a ser aprendida nos estudos incluídos, nenhum estudo utilizou habilidades motoras complexas ou atividades de vida diária (AVDs). O uso de tarefas de laboratório em experimentos de aprendizagem motora é crítico porque os princípios de aprendizado motor derivados de experimentos motores simples não são generalizáveis para habilidades motoras complexas (WULF; WEIGELT, 1997).

### ***Como o comprometimento cognitivo foi avaliado nos estudos de aprendizagem motora?***

O comprometimento cognitivo proporcionado pelo AVC pode causar lentidão no processamento de informações, dificuldade na tomada de decisão, dificuldade na resolução de problemas, dificuldade no planejamento de ações motoras e déficit de atenção (atenção automática, atenção voluntária) (DICHGANS; LEYS, 2017; PICHIERRI et al., 2011). Tais fatores potencializam os impactos do AVC na aprendizagem motora.

Por esta razão, para categorizar é necessário quantificar os prejuízos cognitivos causados pelo AVC. As diretrizes para essa população recomendam a avaliação cognitiva após um acidente vascular cerebral (ESKES et al., 2015; SHI; CHEN; LI, 2018). Em nossa revisão, apenas um estudo caracterizou a gravidade do comprometimento cognitivo (ou seja, leve, moderado, grave) (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002).

Nossos resultados mostram que os pesquisadores estão interessados em avaliar domínios cognitivos relevantes para a aprendizagem motora após AVC (HARDWICK et al., 2017), como atenção (WULF, 2007), planejamento (WONG; HAITH; KRAKAUER, 2015), memória (KRAKAUER; SHADMEHR, 2006; TONEGAWA et al., 2015) e percepção (LEE; SWINNEN; SERRIEN, 1994). Os principais domínios avaliados nos estudos incluídos foram: Memória (verbal, memória de trabalho e visuo espacial) em todos os estudos incluídos; Atenção, função executiva e visuo espacial foram avaliados por 3 estudos (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; SUBRAMANIAN et al.,

2015), o planejamento foi avaliado por 2 estudos (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; SUBRAMANIAN et al., 2015). Mais pesquisas ainda são necessárias para integrar os domínios cognitivos necessários para a aprendizagem motora e as ferramentas para avaliar o comprometimento em si, assim como a gravidade do comprometimento cognitivo.

***Como foi descrito o impacto do comprometimento cognitivo nos resultados dos estudos de aprendizagem motora?***

Como esses processos internos neurais e cognitivos não podem ser diretamente observados nem medidos no nível comportamental, a aprendizagem motora pode ser estimada apenas observando o desempenho (SCHMIDT; LEE, 2011). As questões sobre se os indivíduos com estas condições de saúde são capazes de aprender e se apresentam déficits específicos de aprendizagem motora são difíceis de responder definitivamente. Isso ocorre devido à variedade de tarefas motoras que dependem de diferentes processos de aprendizagem, todas associadas às várias estruturas cerebrais funcionais e anatômicas (KITAGO; KRAKAUER, 2013; KRAKAUER; MAZZONI, 2011).

Além disso, a heterogeneidade dos indivíduos, alguns incluindo comprometimentos adicionais (ou seja, déficits cognitivos) mascarando suas habilidades de aprendizagem, pode dificultar a demonstração de alterações de aprendizagem (KITAGO; KRAKAUER, 2013; KRAKAUER, 2006). Apesar da literatura confirmar a capacidade de aprendizagem implicitamente dos indivíduos com AVC (KAL et al., 2016), os estudos incluídos não demonstraram consenso sobre isso. Alguns identificaram que o comprometimento cognitivo afeta essa capacidade de aprendizagem motora (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006b (grupo CR); DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; SUBRAMANIAN et al., 2015) e outros estudos reportaram a preservação da capacidade de aprender tarefas motoras (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006b (grupo CP); DIRNBERGER et al., 2010; WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999).

As avaliações cognitivas utilizadas para inferir a capacidade de aprendizagem não foram realizadas em todos os estudos (DIRNBERGER et al., 2010 (experimento 2); WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999). Os estudos

que incluíram avaliações cognitivas (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006b; DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; DIRNBERGER et al., 2010 (experimento 1)) investigaram associação dos resultados de todos os testes cognitivos com o desempenho nos testes de aprendizagem. Isso enfatiza o trabalho árduo para a escolha da melhor avaliação cognitiva que comporte a diversidade de comprometimentos cognitivos causados pelo AVC.

A maioria dos estudos relatou medidas relacionadas à qualidade do movimento (por exemplo, tempo de movimento, variabilidade, velocidade, torque, ponto final). Essas medidas são ligadas à relação entre recuperação motora e compensação (KITAGO; KRAKAUER, 2013). No geral, os estudos incluídos analisaram o impacto do comprometimento cognitivo na aprendizagem motora por meio de uma análise de correlação ou regressão. Até o momento, não há nenhum estudo que manipule a função cognitiva como fator ou variável independente. Dessa forma, seria possível dar mais peso as informações, no entanto seria um desafio constituir os grupos levando em consideração a gravidade da lesão, o hemisfério acometido e mais os comprometimentos motores envolvidos, entretanto os achados seriam mais fiéis a população.

### ***Quais características do AVC somadas ao comprometimento cognitivo afetam os estudos de aprendizagem motora?***

As características do AVC estudadas nesta revisão de escopo foram: hemisfério lesionado, membro efetor da tarefa e gravidade do comprometimento motor. O hemisfério lesionado é um fator que contribuiu para os resultados de aprendizagem dos estudos incluídos. Houve interferência relacionada da lesão local e do hemisfério lesionado. Além disso, alguns autores preveniram e emparelharam participantes com lesão nos hemisférios direito e esquerdo (WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999), esta variável quando testada em um momento separado, impacta os testes de aprendizagem e causa interferência em seus resultados.

Winstein et al., (1999) verificaram o efeito do lado lesado durante as fases de aquisição e retenção (para esta análise, os grupos não foram separados por condição de feedback) e, como esperado, os participantes que usaram o braço

esquerdo não dominante foram menos precisos do que os participantes que usaram o braço direito durante todas as fases de aquisição e retenção. Mas, ainda não sabemos se a presença de comprometimento cognitivo piora essa diferença. Outros autores tentaram ter um grupo pareado, mas não investigaram essa variável (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; DIRNBERGER et al., 2010).

Há relatos na literatura que comparam as diferenças inter-hemisféricas no aprendizado de tarefas sequenciais, como alguns realizados nos estudos incluídos nesta revisão, que citam o domínio do hemisfério esquerdo quando as características da tarefa envolvem componentes cognitivos, como planejamento (HAALAND; HARRINGTON, 1996; HAALAND, 2006; HAALAND et al., 2004; HAALAND; HARRINGTON; KNIGHT, 2000). A interação entre hemisfério lesionado e comprometimento cognitivo na aprendizagem motora pode ser uma nova linha de investigação dentro da aprendizagem após o AVC.

Da mesma forma, lesões na área subcortical levam a dificuldades mais significativas na consolidação e evocação da habilidade aprendida (BROWN; ROBERTSON; PRESS, 2009; DUDAI, 2004; ROBERTSON, 2009). Os substratos neurais necessários para as habilidades que têm maior envolvimento na cognição requerem ativação de áreas como os núcleos da base, e o córtex cerebral (KARNI et al., 1998). Da mesma forma, as lesões corticais impactam desde a fase de codificação, quando são necessárias novas conexões ou associações para planejamento, sequenciamento de ações, interpretação de informações disponíveis no ambiente relevantes para a execução da tarefa até a recuperação (evocação) dessa habilidade recém-adquirida (CAMPOS; BARROSO; DE LARA MENEZES, 2010; COHEN et al., 2015; ELLIS, 1973).

Além disso, o AVC afeta a função motora, e o efetor da tarefa é importante para preservar a capacidade motora para executar a tarefa. Três dos estudos incluídos utilizaram o braço hemiparético para executar a tarefa motora (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; SUBRAMANIAN et al., 2015). Isso é preocupante, pois não considera os problemas de controle motor na execução do movimento pelo membro parético e o quanto isso pode afetar o desempenho motor. Apenas um estudo (WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999) realizou a tarefa motora com o braço ipsilateral a lesão. E um estudo (DIRNBERGER et al., 2010) usou ambos os

braços para executar a tarefa motora. Garantir que a tarefa a ser aprendida possa ser executada ao máximo também torna o aprendizado possível.

A gravidade do comprometimento motor também pode afetar a execução da habilidade. Os estudos incluídos nesta revisão de escopo recrutaram indivíduos com comprometimento motor leve de membros superiores. Para esses participantes, os problemas de coordenação no membro superior prejudicado são menos impactantes, induzindo o aprendizado em uma perspectiva de recuperação em vez de mecanismos de compensação.

## **Conclusão**

O comprometimento cognitivo afeta a aprendizagem motora. A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi moderada. Os desenhos utilizados para investigar esse fenômeno são poucos e ainda não são comparáveis devido à diversidade de abordagens. A avaliação utilizada para avaliar o comprometimento cognitivo precisa ser específica para as sequelas deixadas pelo AVC. Os achados desta revisão de escopo sustentam a importância de se fazer novos estudos que comparem os diferentes graus de comprometimento cognitivo nesta população que levem em conta todas as suas particularidades produzidas pelos diversos comprometimentos motores e cognitivos.

## **Questões remanescentes**

1. Se a consolidação da memória é importante para a aprendizagem, como seria a aprendizagem em indivíduos com prejuízos na consolidação da memória?
2. Ainda, se a gravidade do comprometimento motor também é importante para a aprendizagem, como esta questão se daria em uma condição de saúde que apresentasse uma lesão degenerativa?

Indivíduos com DP apresentam um quadro de lesão degenerativa e progressiva associado ao comprometimento cognitivo. Além de ter prejuízo em estruturas

relacionadas a consolidação da memória. Somado a isso, estes indivíduos apresentam sintomas motores que afetam a execução do movimento e, conseqüentemente, a aprendizagem.

## **ESTUDO 3 – DOENÇA DE PARKINSON (DP)**

### **INTRODUÇÃO**

A DP é causada pela degeneração dos neurônios dopaminérgicos na substância negra dos núcleos da base, o que resulta em uma diminuição progressiva da produção de dopamina (HAMANI; LOZANO, 2003; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009), por conta deste comprometimento pode ocorrer alterações na aprendizagem motora desses indivíduos (NIEUWBOER et al., 2009), em especial a aprendizagem implícita (OLSON; LOCKHART; LIEBERMAN, 2019).

O aprendizado implícito, está associado a estruturas dos núcleos basais, por isso, indivíduos com DP podem ter dificuldade com o aprendizado implícito (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993). Smith e McDowall (2006) sugerem que a aprendizagem implícita envolvendo a integração de múltiplos componentes é mais afetada em indivíduos com DP do que tarefas de componente único, o que pode estar relacionado a recursos atencionais que nesta condição de saúde também é afetada.

Entre os sintomas não-motores encontrados nesta condição de saúde, as alterações cognitivas afetam além da atenção, as funções executivas, especificamente o planejamento motor, o processo de resolução de problemas, o sequenciamento motor, funções visuoespaciais (AARSLAND; BRØNNICK; FLADBY, 2011; ARMSTRONG; OKUN, 2020; DARWEESH et al., 2017) e memória (AARSLAND; BRØNNICK; FLADBY, 2011), que desempenham um papel importante na aprendizagem motora (OLSON; LOCKHART; LIEBERMAN, 2019).

Dentro deste contexto, as investigações sobre associações entre aprendizagem motora e múltiplos domínios do desempenho cognitivo em indivíduos com DP foram feitas (CHUNG et al., 2021; KUZIS et al., 1999; VANDENBOSSCHE et al., 2009). Um estudo descobriu que uma maior taxa de aquisição estava associada a melhor memória episódica, especificamente melhor recordação na memória episódica visual, em indivíduos com DP. Não foram observadas associações significativas entre retenção e desempenho cognitivo em nenhum domínio (CHUNG et al., 2021).

Assim, a literatura aponta que a memória implícita está preservada em indivíduos com DP que apresentam demência, porém a memória explícita parece estar afetada nesta condição de saúde, entretanto, isso não afetou a aprendizagem (KUZIS et al., 1999). Mas um estudo mais recente comparou indivíduos em estágio 3 da H&Y com diferentes graus de comprometimento cognitivo na aprendizagem de uma tarefa de tempo de reação seriada e concluiu que o grau do comprometimento cognitivo impactou a aprendizagem dos indivíduos com DP (VANDENBOSSCHE et al., 2009).

Além disso, as características da DP já demonstraram ter um impacto na aprendizagem motora, tais como: o estadiamento da DP (DEROOST et al., 2006; VANDENBOSSCHE et al., 2009) e o uso da levodopa (ANDERSON et al., 2014; MÜLLER; VON CRAMON; POLLMANN, 1998). Estas características associadas ao comprometimento cognitivo poderiam ter impacto na aprendizagem?

Nesse sentido, a relação entre alterações cognitivas e aprendizagem motora em indivíduos com DP ainda não está clara, bem como, se existe algum outro sintoma não-motor que impacta nesse processo. Assim, o objetivo desta revisão de escopo é reunir estudos de aprendizagem motora em indivíduos com DP para verificar se existe relação entre alterações nos domínios cognitivos e aprendizagem motora.

## **Método**

Os procedimentos utilizados neste estudo são os mesmos do Estudo 1.

### **Estágio 1: Identificando a pergunta de pesquisa**

As questões de pesquisa abordadas neste estudo foram:

- 1: Quais desenhos experimentais foram utilizados para avaliar a aprendizagem motora de indivíduos com comprometimento cognitivo decorrente da DP?
- 2: Como o comprometimento cognitivo foi avaliado nos estudos de aprendizagem motora?

3: Como foi descrito o impacto do comprometimento cognitivo nos resultados de aprendizagem motora de indivíduos com DP?

4: Quais características da DP somadas ao comprometimento cognitivo afetam os estudos de aprendizagem motora?

## Fase 2: Identificando estudos relevantes

### Fontes de informação

As bases de dados MEDLINE, EMBASE e PubMed foram selecionadas para a busca sem restrição de data (a busca começou e terminou entre março e abril de 2021). Uma estratégia de busca específica foi criada por um autor (GCSP) e revisada por outro autor (CTP) com experiência na realização de revisões de escopo (material suplementar). Uma combinação de subtítulos médicos (MeSH) e palavras-chave sobre "DP" e "aprendizagem motora" foi feita em cada banco de dados e combinada usando operadores booleanos.

**Tabela 12** - Estratégia de busca para DP: PubMed/MEDLINE

1	("Learning"[Mesh] OR ("Psychomotor Performance"[Majr]) OR "Motor Skills"[Majr]) OR (motor learning [Title/Abstract]) OR (learn*[Title/Abstract]) OR (memor* [Title/Abstract]) OR (knowledge [Title/Abstract]) OR (acquisition [Title/Abstract]) OR (encoding [Title/Abstract]) OR (consolidation [Title/Abstract]) OR (retrieval [Title/Abstract]) OR (recall [Title/Abstract])
2	('Cognitive impairment'[MeSH] OR (cognition [Title/Abstract]) OR ('executive function' [Title/Abstract]) OR (dementia [Title/Abstract]) OR ('cognitive dysfunctions' [Title/Abstract]) OR ('information retrieval' [Title/Abstract]) OR ('disorders of higher cerebral function'[Title/Abstract]) OR ('cognitive decline' [Title/Abstract]) OR ('mental deterioration'[Title/Abstract])
3	('Parkinson´s disease' [MeSH] OR ('idiopathic parkinson disease' [Title/Abstract]) OR ('lewy body parkinson disease' [Title/Abstract]) OR ('primary parkinsonism' [Title/Abstract]) OR ('parkinsonism' [Title/Abstract])
4	(#1 AND #2 AND #3)

### Etapa 3. Seleção de estudos

**Crêterios de inclusão:**

1. Estudos apenas na língua inglesa.
2. Estudos em indivíduos adultos com DP com um desenho experimental que incluísse uma fase de aquisi o (prática motora), um teste de reten o ou um teste de transferência.
2. Estudos incluindo medidas de resultados com base no desempenho motor (fase de aquisi o e teste de reten o ou transferência; ou desenho de paradigma de aprendizagem implícito específico).
3. Estudos com grupo controle (adultos neurotípicos, idosos ou jovens).
4. Estudos que avaliaram a cogni o com instrumentos validados de acordo com as medidas de propriedade para indivíduos com DP.
5. Comprometimento cognitivo não relacionado a outras condi oes de saúde (por exemplo, trauma, doenças crônico-degenerativas, etc.).

**Crêterios de exclusão**

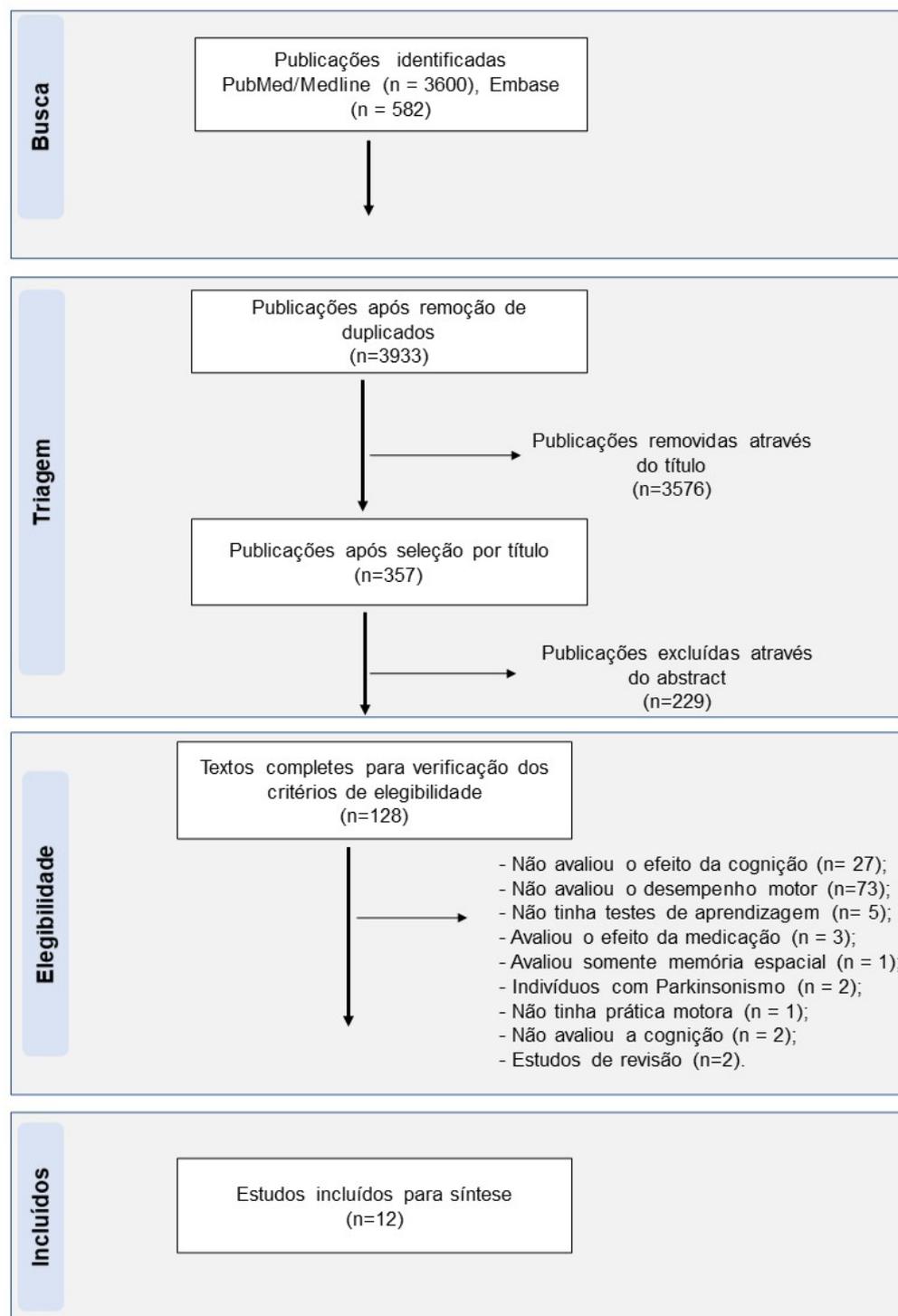
1. Os estudos incluem apenas medidas de resultados com base em exames de neuroimagem ou resultados que não sejam motores (ou seja, gasto de energia, metabolismo, comunica o, negligência).
2. Estudos com estimula o elétrica funcional/estimula o transcraniana por corrente; interven oes controladas por eletromiografia;
3. Amostra não humana.
4. Estudos de caso, estudos de séries de casos, revis oes ou estudos de meta-análises.

**Sele o de fontes de evidência**

Os dois revisores que plotaram os dados (GMGB, TBF) já tinham experiência com estudos nessa área para indivíduos com DP. Realizamos a primeira sele o por título e triagem de resumo de cada estudo com base nos critérios de elegibilidade. Foram excluídos os estudos que não atendiam aos critérios de elegibilidade quanto ao conteúdo de seus resumos. Se necessário, as versões em texto completo foram obtidas para determinar se os estudos atendiam aos critérios de elegibilidade ou não. Em caso de incerteza, outro

revisor (GCSP), cego aos comentários dos primeiros revisores, analisou o estudo. Quaisquer discordâncias quanto à inclusão/exclusão foram discutidas de forma colaborativa até que os autores chegassem a um consenso. A Figura 1 descreve o processo de seleção dos estudos.

**Figura 6** - Fluxograma descrevendo o processo de seleção das publicações na DP.



## RESULTADOS

### Resultados da busca

A busca inicial resultou em 4182 publicações. Para obter mais informações sobre o processo de seleção, consulte a figura 6.

### **Análise demográfica**

No total, doze estudos foram elegíveis para esta revisão de escopo, totalizando 286 participantes com DP neste estudo. Os dados demográficos e as características dos participantes são mostrados na Tabela 2. Foram incluídos um total de 362 participantes com DP nesta revisão, a maioria destes participantes no estágio 2 a 3 da H&Y. Entretanto um estudo era composto somente por participantes H&Y 3 (VANDENBOSSCHE et al., 2013). Nove estudos foram conduzidos com os participantes período ON da ação medicamentosa (DEROOST et al., 2006; DOYON et al., 1997; HAALAND et al., 1997; HARRINGTON DL; HAALAND KY, 1991 (experimento 1 e 2); PRICE; SHIN, 2009; STEFANOVA et al., 2000; VANDENBOSSCHE et al., 2009, 2013). Dois estudos não reportaram este dado (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; KUZIS et al., 1999) e um estudo teve 1 participante que estava no período OFF (HARRINGTON et al., 1990).

**Tabela 13** - Características demográficas dos participantes com DP e avaliações motoras usadas nas publicações incluídas

<b>Autor</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idade (média e desvio padrão)</b>	<b>Medicação (ON/OFF)</b>	<b>Avaliação motora (UPDRS, H&amp;Y)</b>
<b>Harrington et al (1990)</b>	20 DP e 20 Controles sem lesão	Parkinson 65.8 (+/- 6), Controle 66.7 (+/- 9)	19 ON; 1 OFF	<i>New York Disability Scale</i> 18.1 +/- 15
<b>Harrington et. al. (1991) Experimento 1</b>	24 DP e 20 Controles sem lesão	Parkinson 66 (+/- 6), Controle 65 (+/- 8)	ON	H & Y: 37% Estágio1; 17 % Estágio 2; 42% Estágio 3; 4% Estágio 4; <i>New York Disability Scale</i> 19,8 (+/- 16)
<b>Harrington et. al. (1991) Experimento 2</b>	24 DP e 20 Controles sem lesão	Parkinson 66 (+/- 6), Controle 65 (+/- 8)	ON	H & Y: 37% Estágio1; 17 % Estágio 2; 42% Estágio 3; 4% Estágio 4; <i>New York Disability Scale</i> 19,8 (+/- 16)
<b>Ferraro et al, 1993</b>	43 DA com demência; 17 DP e 26 Controles sem lesão	Demência muito leve: 73; demência leve: 74; DP: 69, Controles sem lesão: 70	Não reportado	Não reportado

<b>Jordan &amp; Sagar, 1994</b>	26 pacientes com DP recém-diagnosticada e não tratada, 34 pacientes com DP atualmente em tratamento e 22 Controles sem lesão	Controle: 58,9 (4,4); PD Não tratada: 59,8 (4,1); DP medicado: 58,9 (4,0)	OFF	<i>King's College Rating Scale</i> : PD Não-tratado: 15.2(1.9); PD Medicado: 20.1(2.0)
<b>Doyon et al 1997</b>	14 DP, 12 DP com dano cerebelar, 12 DP com dano frontal. 41 Controles sem lesão.	DP 56.1 +/- 6.8; Controles 54.6 +/- 11.1	ON	H&Y I = 8; II = 4; III = 3
<b>Haaland &amp; Harrington (1997)</b>	40 DP e 30 Controles sem lesão	DP bloqueado: 66,6 (+/- 9,2); DP aleatório: 67,5 (7,7); Controle Bloqueado: 66,3 (+/- 7,3); Controle Aleatório: 66,7 (+/- 12,7)	ON	H&Y: DP bloqueado: 2,3 (+/- 1); DP aleatório: 2,6 (+/- 0,8); UPDRS: DP bloqueado: 30,7 (+/- 19,5); DP aleatório: 31,3 (+/- 15).

<b>Kuzis et al, 1999</b>	15 DA, 10 DP com demência (PD-D), 15 DP sem demência, 24 Controles sem lesão	DA: 70,6 (8,7), PD-D: 67,8 (4,0), PD - no D: 65,9 (4,8), Controle: 66, 5 (7,8)	Não relatado	UPDRS: DA: 5,5 (5,4), PD-D: 19,1 (7,9), PD - no D: 10,7 (9,7)
<b>Stefanova et al 2001</b>	39 DP, 30 pacientes com aneurismas da artéria anterior e 31 Controles sem lesão	DP 49.26 ± 5.66; ACoA 49.93 ± 9.76; Controles 48.29 ± 9.64	ON	H&Y Estágio 1 - 13; Estágio 1.5 - 8; Estágio 2 - 15; Estágio 2.5 - 3
<b>Deerost et al 2006</b>	16 DP e 16 Controles sem lesão	PD 66,6 ± 5,73, CONTROLE 65,9 ± 6,04. Após criaram 2 subgrupos (PD rápido n=11; PD lento (n=5).	ON	H&Y Estágio 3. UPDRS PD rápido 48.0 +/- 10.96; PD lento 56.4 +/- 3.58
<b>Price &amp; Shin (2009)</b>	30 DP (20 leve; 10 moderado) e 10 Controles sem lesão	Controle 70,5 +/-3,2; PD suave 71,9 +/- 2; moderado 71,4 +/- 1,4	ON	DP Leve no H&Y - UPDRS 7.6+/- 0.8; DP Moderado no H&Y - UPDRS 18.6 +/-1.8

<b>Vandenbossche et al, 2009</b>	25 DP (Com base na análise dos escores do SCOPA-COG, a amostra de pacientes foi dividida em três grupos. LS: pontuação baixa, AS: pontuação média; HS: pontuação alta) LS: 6; AS: 11; HS: 8	Grupo LS: 68,1 anos (SE = 2,79); Grupo AS: 67,2 anos (SE = 1,56); Grupo HS: 58,9 anos (SE = 2,81)	ON	HY: III
<b>Vandenbossche et al (2013)</b>	28 PD (14 congelamento e 14 sem congelamento) e 14 Controles sem lesão	Congelamento 65,12 +/- 7,91; Sem Congelamento 68,03 +/- 5,11; Controles - 67,67 +/- 6,64	ON	H&Y (ON) (2; 2.5; 3) -Congelamento (42%; 29%; 29%), Sem congelamento (29%; 57%; 14%). UPDRS-III (ON) Congelamento 37.21 +/- 15.99; Sem congelamento 35.64 +/- 9.10

**Legenda:** H&Y (Escala de Estágios de Incapacidade de Hohen e Yahr); UPDRS (Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson)

## **Qualidade metodológica**

A análise de viés metodológico dos estudos com participantes com DP incluídos para esta revisão (ilustrado na Tabela 14). Os estudos incluídos apresentaram em sua maioria um risco moderado e baixo de viés metodológico. Estes estudos pontuaram mais no quesito de comparabilidade dos artigos sendo possível uma comparação melhor entre a amostra incluída com a população.

**Tabela 14** - Qualidade dos estudos incluídos com participantes com DP através a Escala de Newcastle-Ottawa (NOS)

	<b>Seleção</b>		<b>Comparabilidade</b>			<b>Exposição</b>		<b>Total</b>	<b>Risco de viés</b>	
<b>Reference</b>	A definição de caso é adequada?	Representatividade dos casos	Seleção de controles	Definição de controles	Comparabilidade de casos e controles com base no projeto ou análise	Apuração da exposição	Mesmo método de verificação para casos e controles?	Taxa de não resposta		
<b>Harrington et al (1990)</b>	0	0	1	1	2	1	1	1	7	Baixo
<b>Price &amp; Shin (2009)</b>	0	0	1	0	2	1	1	1	6	Moderado
<b>Vandenboessche et al (2013)</b>	1	0	1	1	2	1	1	1	8	Baixo
<b>Stefanova et al 2001</b>	0	0	1	1	2	1	1	1	7	Baixo
<b>Deerost et al 2006</b>	0	0	1	1	1	1	1	1	6	Moderado

<i>Doyon et al 1997</i>	1	0	1	0	1	1	1	1	6	Moderado
<i>Vandenbo ssche et al, 2008</i>	1	0	1	0	2	1	1	1	7	Baixo
<i>Kuzis et al, 1999</i>	1	0	0	0	2	1	1	1	6	Moderado
<i>Ferraro et al, 1993</i>	1	0	1	0	2	1	1	1	7	Baixo
<i>Jordan &amp; Sagar, 1994</i>	1	0	0	1	2	1	1	1	6	Moderado
<i>Harrington et. al. (1991)</i>	1	0	1	0	2	1	1	1	7	Baixo
<i>Haaland &amp; Harrington (1997)</i>	1	0	1	0	2	1	1	1	7	Baixo

## **Resultados de aprendizagem motora**

### **Desenho experimental**

O desenho utilizado pela maioria das publicações incluídas para inferir aprendizagem foi por comparação de blocos sequenciais com bloco aleatório, utilizado por 8 estudos (DEROOST et al., 2006; DOYON et al., 1997; FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; HARRINGTON DL; HAALAND KY, 1991; PRICE; SHIN, 2009; STEFANOVA et al., 2000; VANDENBOSSCHE et al., 2009, 2013). Apenas um estudo utilizou um desenho com teste de retenção (KUZIS et al., 1999), e dois estudos adotaram outra forma de inferir o aprendizado comparando os 3 dias de prática com uma taxa de aprendizado (HARRINGTON et al., 1990 experimento 1 e 2) e através da comparação do desempenho mais a taxa de aprendizagem com o primeiro bloco da fase de aquisição (JORDAN; SAGAR, 1994), conforme tabela 15.

### **Tarefa praticada e desfechos**

Seis estudos usaram a tarefa de tempo de reação em série (SRTT) (DEROOST et al., 2006; DOYON et al., 1997; FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; STEFANOVA et al., 2000; VANDENBOSSCHE et al., 2009, 2013). Duas publicações usaram como tarefa o rotor de perseguição (HAALAND et al., 1997; HARRINGTON et al., 1990), um estudo usou uma tarefa de aprendizado de sequência (PRICE; SHIN, 2009) e outro estudo utilizou um diagrama do aparelho de sequenciamento de postura da mão (HARRINGTON DL; HAALAND KY, 1991). Outras publicações usaram uma tarefa de aprendizado de força isométrica (JORDAN; SAGAR, 1994). O desfecho mais utilizado foi o tempo de movimento em 5 publicações (DEROOST et al., 2006; DOYON et al., 1997; PRICE; SHIN, 2009; STEFANOVA et al., 2000; VANDENBOSSCHE et al., 2013), o segundo mais utilizado foi o tempo de reação com 3 publicações (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; HARRINGTON DL; HAALAND KY, 1991; VANDENBOSSCHE et al., 2009), a medida de erro foi utilizada também em 3 estudos (HARRINGTON DL; HAALAND KY, 1991; JORDAN; SAGAR, 1994;

VANDEBOSSCHE et al., 2009). Outras variáveis encontradas foram o tempo no alvo (HAALAND et al., 1997; HARRINGTON et al., 1990), acurácia (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; VANDEBOSSCHE et al., 2009), tempo entre respostas (HARRINGTON DL; HAALAND KY, 1991) e tempo (KUZIS et al., 1999), veja tabela 15.

### **Aquisição**

A prática relatada nos estudos foi heterogênea (Tabela 15). Oito publicações tiveram um dia de prática (FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; HARRINGTON DL; HAALAND KY, 1991; JORDAN; SAGAR, 1994; KUZIS et al., 1999; PRICE; SHIN, 2009; STEFANOVA et al., 2000; VANDEBOSSCHE et al., 2009, 2013). O número de blocos de prática variou entre 1 e 15 blocos, e o número de tentativas variou de 3 a 90 tentativas por bloco.

### **Intervalo de aprendizagem e aprendizes x não aprendizes**

Apenas uma publicação apresenta um intervalo de aprendizado do teste de retenção (KUZIS et al., 1999) de 30 minutos. Identificamos sete relatos sobre a existência de não aprendizes em alguns indivíduos com DP com comprometimento cognitivo (DEROOST et al., 2006; FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; HAALAND et al., 1997; JORDAN; SAGAR, 1994; PRICE; SHIN, 2009; STEFANOVA et al., 2000; VANDEBOSSCHE et al., 2009) e quatro relatos de aprendizes (DOYON et al., 1997; HARRINGTON et al., 1990; KUZIS et al., 1999; VANDEBOSSCHE et al., 2013) conforme informações disponíveis na tabela 15.

**Tabela 15** - Resultados sobre tipo de desenho, prática, intervalo de retenção, tarefa praticada e desfechos principais dos estudos incluídos.

<b>Autor</b>	<b>Tipo de desenho para inferência de aprendizagem</b>	<b>Fase de aquisição (Dias/Blocos de Prática/Testes por Bloco)</b>	<b>Intervalo de retenção</b>	<b>Tarefa praticada</b>	<b>Desfechos</b>
<b>Harrington et al (1990)</b>	Comparando os 3 dias	(3 dias/3 blocos/6 tentativas)	-	Rotor de perseguição	Tempo no alvo
<b>Harrington et. al. (1991) Experimento 1</b>	Comparando blocos repetidos e aleatórios	(1 dia/ 5 blocos/ 36 tentativas)	-	Diagrama do aparelho de sequenciamento da postura da mão	Erro, tempo de reação, tempo de inter resposta
<b>Harrington et. al. (1991) Experimento 2</b>	Comparando posturas repetidas e aleatórias	(1 dia/ 5 blocos/ 12 tentativas)	-	Diagrama do aparelho de sequenciamento da postura da mão	Erro, tempo de reação
<b>Ferraro et al, 1993</b>	Comparando blocos repetidos e aleatórios	(1 dia, 1 bloco, 100 tentativas)	-	Tarefa de tempo de reação seriada (SRT)	Porcentagem média correta para precisão (tempo de reação)
<b>Jordan &amp; Sagar, 1994</b>	Comparando o desempenho com o primeiro teste	(1 dia, 4 blocos, 20 tentativas)	-	Força isométrica sem feedback visual, usando um dinamômetro	Pontuações de erro em tentativas repetidas

				de prensão manual e esforço computadorizado equipamento de medição	
<b>Doyon et al 1997</b>	Comparando blocos repetidos e aleatórios	(6 dias, 4 blocos, 20 tentativas)	-	Tarefa de tempo de reação seriada (SRT)	Tempo de movimento
<b>Haaland &amp; Harrington (1997)</b>	Comparando blocos repetidos e aleatórios	(2 dias/1 blocos/90 tentativas)	-	Rotor de perseguição	Tempo no alvo
<b>Kuzis et al, 1999</b>	Teste de retenção	(1 dia, 1 bloco, 3 tentativas)	30 min	Tarefa de labirinto	Tempo para completar o labirinto
<b>Stefanova et al 2001</b>	Comparando blocos repetidos e aleatórios	(1 dia, 5 blocos, 10 tentativas)	-	Tarefa de tempo de reação seriada (SRT)	Tempo de movimento
<b>Deerost et al 2006</b>	Comparando blocos repetidos e aleatórios	(2 dias, 11 blocos, 75 tentativas)	-	Tarefa de tempo de reação seriada (SRT)	Tempo de movimento
<b>Price &amp; Shin (2009)</b>	Comparando blocos repetidos e aleatórios	(1 dia, 10 blocos, 76 tentativas para cada condição)	-	Tarefa de aprendizado de sequência	Tempo de movimento
<b>Vandenbossche et al, 2009</b>	Comparando blocos repetidos e aleatórios	(1 dia, 15 blocos, 50 tentativas)	-	Tarefa de tempo de reação seriada (SRT)	Tempo de reação, erros e precisão foram registrados em cada tentativa

<b>Vandenbossche et al (2013)</b>	Comparando blocos repetidos e aleatórios	(1 dia, 12 blocos, 72 tentativas)	-	Tarefa de tempo de reação seriada (SRT)	Tempo de movimento
---------------------------------------	--	--------------------------------------	---	--	--------------------

### **Desfechos cognitivos que influenciaram a aprendizagem motora**

Seis publicações relataram a influência da função cognitiva na aprendizagem (DEROOST et al., 2006; JORDAN; SAGAR, 1994; PRICE; SHIN, 2009; STEFANOVA et al., 2000; VANDENBOSSCHE et al., 2009, 2013). O efeito da cognição foi acessado em dez publicações com análise de correlação ou regressão utilizando o instrumento cognitivo de avaliação (tabela 16). Apenas Vandenbossche et al., (2009) compararam diretamente o desempenho de três grupos com diferentes níveis de déficits cognitivos.

### **Função cognitiva**

As principais funções cognitivas avaliadas nas publicações incluídas foram: Funções executivas com nove estudos (DEROOST et al., 2006; DOYON et al., 1997; FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; JORDAN; SAGAR, 1994; KUZIS et al., 1999; PRICE; SHIN, 2009; STEFANOVA et al., 2000; VANDENBOSSCHE et al., 2009, 2013); Memória em nove publicações incluídas (DEROOST et al., 2006; FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; HAALAND et al., 1997; HARRINGTON et al., 1990; JORDAN; SAGAR, 1994; PRICE; SHIN, 2009; STEFANOVA et al., 2000; VANDENBOSSCHE et al., 2009, 2013). Outras funções cognitivas principais foram: Percepção (DEROOST et al., 2006; HAALAND et al., 1997; KUZIS et al., 1999; VANDENBOSSCHE et al., 2009, 2013), Atenção (DEROOST et al., 2006; HAALAND et al., 1997; VANDENBOSSCHE et al., 2009, 2013) e Aprendizagem (DEROOST et al., 2006; KUZIS et al., 1999; VANDENBOSSCHE et al., 2009) a Tabela 16 apresenta todas as informações.

**Tabela 16** – Publicações considerando a avaliação do instrumento cognitivo utilizado, a função cognitiva avaliada e o desfecho cognitivo utilizado para inferir a aprendizagem em indivíduos com DP.

<b>Desfechos relacionados a cognição</b>			
<b>Autor</b>	<b>Avaliação cognitiva</b>	<b>Função cognitiva avaliada</b>	<b>Desfecho cognitivo utilizado para inferir aprendizagem</b>
<b>Harrington et al (1990)</b>	Mini Exame de Estado Mental; Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Revisada) (WAIS-R); Teste de linhas de Benton; Inventário de Depressão de Beck	Estado de Cognição; Memória (verbal, auditiva, visual, de curto prazo e de trabalho); Organização Perceptiva; Compreensão verbal; Habilidade visuo espacial.	WAIS-R; Escala de Memória de Wechsler e Mini Exame de Estado Mental
<b>Harrington et. al. (1991) Experimento 1</b>	Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Revisada) (WAIS-R); Mini Exame de Estado Mental; Teste de linhas de Benton	Habilidades visuoespaciais; memória e atenção; Estado mental	Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Revisada) (WAIS-R); Mini Exame de Estado Mental; Teste de linhas de Benton.
<b>Harrington et. al. (1991) Experimento 2</b>	Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Revisada) (WAIS-R); Mini Exame de Estado Mental; Teste de linhas de Benton.	Habilidades visuoespaciais; memória e atenção; Estado mental	Teste de linhas de Benton
<b>Ferraro et al, 1993</b>	Escala de Avaliação Clínica de demência; Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Revisada); Teste de Retenção Visual de Benton; Escala de Memória de Wechsler;; Teste de trilhas - Parte A	Memória, orientação, resolução de problemas, assuntos comunitários, hobbies e cuidados pessoais	Escala de Avaliação Clínica de demência; Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Revisada); Teste de Retenção Visual de Benton

			Escala de Memória de Wechsler; Teste de trilhas - Parte A
<b>Jordan &amp; Sagar, 1994</b>	<i>Blessed Dementia Scale (BDS); National Adult Reading Test; Escala de Memória de Wechsler; Teste Wisconsin de classificação de cartas (WCST); Inventário de Depressão de Beck (BDI);</i>	Gravidade do comprometimento cognitivo; quociente de inteligência; quociente de memória; função executiva de “lobo frontal”; perturbação afetiva.	Blessed Dementia Scale (BDS); Escala de Memória de Wechsler; Teste Wisconsin de classificação de cartas (WCST)
<b>Doyon et al 1997</b>	<i>CERAD neuropsychological battery, WAIS-R, Escala de Memória de Wechsler Vocabulary and Digit Span</i>	Funções cognitivas superiores	Escala de Memória de Wechsler
<b>Kuzis et al, 1999</b>	Mini Exame de Estado Mental, Teste de Recordação seletiva livre e Guiada de Buschke, <i>controlled oral word association test, Word-stem completion task</i>	Gama limitada de função cognitiva, aprendizado e memória, percepção visual e memória não verbal e acesso a informações semânticas.	Mini Exame de Estado Mental, Recordação seletiva livre e Guiada de Buschke, controlled oral word association test, Word-stem completion task
<b>Stefanova et al 2001</b>	Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Revisada) (WAISR); Figura Complexa de Rey-Osterrieth; Teste Wisconsin de classificação de cartas (WCST); Teste de trilhas – Parte A e B.	Habilidades intelectuais gerais, memória curta, função executiva,	Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Revisada) (WAISR); Figura Complexa de Rey-Osterrieth; Teste Wisconsin de classificação de cartas (WCST); Teste de trilhas – Parte A e B.

<b>Deerost et al 2006</b>	Escala Cognitiva SCOPA-COG e Mini Exame de Estado Mental	(1) memória e aprendizagem, (2) atenção, (3) funções executivas e (4) funções visuoespaciais.	Escala Cognitiva SCOPA-COG e Mini Exame de Estado Mental
<b>Price &amp; Shin (2009)</b>	Teste Wisconsin de classificação de cartas; <i>Controlled Oral Word Association Test</i> ; <i>Computation Span Test of working memory</i> .	Flexibilidade cognitiva espontânea (COWAT); capacidade de mudar o conjunto mental (WCST); formação de conceito (WCST) e memória de trabalho (Cspan)	<i>Controlled Oral Word Association Test (COWAT)</i> e Teste Wisconsin de classificação de cartas (WCST)
<b>Vandenbossche et al, 2009</b>	Escala Cognitiva SCOPA-COG e Mini Exame de Estado Mental	Memória e aprendizagem, atenção, funções executivas, funções visuoespaciais	Escala Cognitiva SCOPA-COG e Mini Exame de Estado Mental
<b>Vandenbossche et al (2013)</b>	Mini Exame de Estado Mental, Escala Cognitiva SCOPA-COG, <i>Brixton Spatial Anticipation Test</i> , e <i>Controlled Oral Word Association Test</i> .	Memória, atenção, funcionamento executivo e funcionamento visuo espacial. Troca de tarefas. Flexibilidade cognitiva.	Mini Exame de Estado Mental, Escala Cognitiva SCOPA-COG, <i>Brixton Spatial Anticipation Test</i> , e <i>Controlled Oral Word Association Test</i> .

## **Avaliação cognitiva**

Foram relatadas 18 avaliações diferentes pelos estudos (Tabela 16), mas a mais utilizada foi a Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Revisada) (WAIS-R) em seis estudos (DOYON et al., 1997; FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; HARRINGTON et al., 1990; HARRINGTON DL; HAALAND KY, 1991; JORDAN; SAGAR, 1994; STEFANOVA et al., 2000).

## **Discussão**

Esta revisão de escopo buscou entender como o comprometimento cognitivo provocado pela DP afeta a aprendizagem motora. Exploramos os desenhos experimentais, os desfechos em aprendizagem motora, as avaliações cognitivas conduzidas e as implicações dos comprometimentos da DP associados aos comprometimentos cognitivos que poderiam afetar a aprendizagem motora.

### ***Quais desenhos experimentais foram utilizados para avaliar a aprendizagem motora de indivíduos com comprometimento cognitivo decorrente da DP?***

O desenho experimental, mais frequente que embasou dez estudos incluídos nesta revisão foi o método de aprendizagem implícita, este método é utilizado nos estudos com indivíduos com DP devido este tipo de aprendizado precisar de ativação neural de conexões estriatais estes substratos estão relacionados aos níveis de dopamina, mantendo assim uma reação direta com o mecanismo de lesão dos indivíduos com DP (BADGAIYAN; FISCHMAN; ALPERT, 2007; GAMBLE et al., 2014). Uma segunda explicação que suporta o uso deste tipo de desenho experimental em indivíduos com DP é que, por consequência da condição de saúde, os indivíduos apresentam dificuldades quanto a realização de habilidades sequenciais sendo este método uma boa forma de utilizar dos princípios de aprendizagem em função do embasamento da reabilitação (NIEUWBOER et al., 2009; VAN TILBORG; HULSTIJN, 2010).

Além do desenho experimental, a tarefa mais utilizada foi a tarefa de tempo de reação seriada, e a aprendizagem foi inferida através da comparação de um bloco de sequências repetidas com um aleatório. A tarefa de tempo de reação seriada fornece um método clássico para inferir aprendizagem implícita (NISSEN; BULLEMER, 1987). Os participantes precisam reagir a estímulos sequenciais que aparecem em sequências repetidas e aleatórias. O conhecimento sobre a existência repetida não é relatado para os participantes. Este conhecimento é adquirido de forma inconsciente por as sequencias são apresentadas de maneira aleatória, o que dificulta o aprendizado explícito e a comparação do desempenho nas respostas sequenciais contra sequências repetidas e aleatórias mostra a diferença entre a aprendizagem do movimento (apertar a tecla) da aprendizagem da sequência em si (ROBERTSON, 2007).

### ***Como o comprometimento cognitivo foi avaliado nos estudos de aprendizagem motora?***

Caracterizar os comprometimentos cognitivos após a DP é um aspecto importante da avaliação e caracterização da DP (YAMAWAKI et al., 2020). Muitas avaliações cognitivas foram realizadas pelos estudos incluídos nesta revisão, entretanto uma em específico foi utilizada em todos os estudos, o WAIS-R. O WAIS-R, é uma versão revisada do WAIS (*Wechsler Adult Intelligence Scale*), foi lançado em 1981 e consistia em seis testes verbais e cinco testes de desempenho. Os testes verbais são: Informação, Compreensão, Aritmética, Extensão de Dígitos, Semelhanças e Vocabulário. Os testes de Desempenho são: Arranjo de Figuras, Completação de Figuras, Desenho de Blocos, Montagem de Objetos e Símbolo de Dígitos. Um QI verbal, QI de desempenho e QI de escala total são obtidos através desta escala.

O WAIS-R também foi utilizada em um estudo recente com o objetivo de investigar como os déficits cognitivos se relacionavam com a progressão da doença em indivíduos com DP de acordo com o estadiamento H&Y. Os autores concluíram que os valores relacionados ao coeficiente de inteligência não apresentaram problemas em nenhum estágio da condição de saúde, já o declínio

de memória e de atenção apareceram desde o primeiro estágio e piorou nos estágios 4 e 5 (YAMAWAKI et al., 2020). Os problemas de memória, funções executivas e atenção são os sintomas não motores mais impactantes na DP, ainda mais quando estão associados aos sintomas motores da doença como a bradicinesia e a presença do congelamento (AARSLAND et al., 2017; AARSLAND; BRØNNICK; FLADBY, 2011).

As alterações no planejamento, sequenciamento de ações e alternância de atenção são as funções cognitivas mais citadas nos estudos de aprendizagem na DP (AGOSTINO; SANES; HALLETT, 1996; HAALAND, 1997; MARINELLI et al., 2009; MENDES et al., 2012; VAN TILBORG; HULSTIJN, 2010; WHITFIELD; GOBERMAN, 2017) a memória em indivíduos com DP também é afetada pela dopamina tanto nos primeiros estágios de codificação quanto na evocação (DAN et al., 2015) entretanto, a memória motora parece não ser afetada pela reposição dopaminérgica (LAHLOU et al., 2022).

### ***Como foi descrito o impacto do comprometimento cognitivo nos resultados de aprendizagem motora?***

A maioria dos estudos incluídos na revisão relatou que os indivíduos com DP não foram capazes de aprender, o que corrobora com a literatura de maneira geral. A última revisão sobre o tema destacou que a capacidade de retenção de indivíduos com DP está afetada (MARINELLI et al., 2017). A presente tese corrobora com os achados de Marinelli e colaboradores, (2017), quando os autores afirmam que há um baixo número de estudos que se propõe a verificar a retenção das habilidades na DP, mesmo os que usam o método de aprendizagem implícito. Adicionalmente, relatam prejuízos no aprendizado mesmo com os dados de desempenho e testes intacto (BÉDARD; SANES, 2011; MARINELLI et al., 2009, 2017; MOCHIZUKI-KAWAI; MOCHIZUKI; KAWAMURA, 2010).

Apesar disso, uma possível explicação para a retenção prejudicada de novas habilidades na DP provavelmente é que a formação de memórias motoras (processo de consolidação) (ROBERTSON, 2009) está afetada pelos mecanismos subjacentes a condição de saúde (MARINELLI et al., 2009), ou

seja, pela falta da dopamina para o melhor desempenho dos mecanismos de memória.

***Quais características da DP somadas ao comprometimento cognitivo afetam os estudos de aprendizagem motora?***

As características da DP que a literatura relata como possivelmente afetar a aprendizagem motora encontrados por esta revisão foram: o estadiamento da doença e a medicação. Com relação ao estadiamento da doença de Parkinson, os participantes eram em sua maioria entre os estágios 2 e 3.

Os estudos que verificaram as alterações cognitivas trouxeram como justificativa para a seleção de participantes com H&Y 2 a 3 que os comprometimentos cognitivos surgem ou são mais perceptíveis nesta fase (DEROOST et al., 2006; VANDENBOSSCHE et al., 2009). Deroost et al., (2006) levantou esta hipótese quando conduziu o seu estudo utilizando a tarefa de SRT em indivíduos no estágio 3. Neste estudo, foi possível observar uma clara divisão entre participantes rápidos e precisos e participantes lentos e imprecisos. Este segundo grupo mostrou associação de seu desempenho com as avaliações cognitivas realizadas previamente, o que ajudou os autores a levantarem esta hipótese neste estágio da doença.

Estas informações embasaram o estudo de Vandebossche et. al., (2009), que procurou saber a relação entre a aprendizagem de sequências e o nível geral de cognição de indivíduos com DP. Com os resultados inconclusivos da literatura a respeito do impacto no desempenho dos indivíduos com DP na tarefa de SRT uma das possíveis explicações foram as alterações cognitivas que se tornam mais proeminente no estágio 3 da H&Y. Os autores utilizaram o SCOPA-COG e dividiram os participantes em 3 grupos, os resultados permitiram inferir uma associação entre o funcionamento cognitivo em pacientes com DP e o aprendizado de sequências. Os autores enfatizaram o uso da avaliação da cognição além dos aspectos motores já conhecidos na DP em estudos de aprendizagem.

A medicação foi relatada nos estudos como sendo incluída a prática motora nos indivíduos no período ON. O efeito da levodopa nos sintomas cognitivos ainda não é claro, entretanto alguns estudos apontam que a levodopa provoca efeitos adversos na atenção, funções executivas e memória de trabalho (MEHTA et al., 1999; MÜLLER; VON CRAMON; POLLMANN, 1998). Os efeitos negativos da levodopa na atenção e na memória de trabalho foram confirmados também com uma tarefa de aprendizagem de desenho em espelho, onde as estratégias cognitivas e funções executivas estão envolvidas significativamente, com o aprendizado ocorrendo mais facilmente enquanto os participantes estavam sem levodopa (ANDERSON et al., 2014). Esse mesmo estudo mostrou que a retenção subsequente é independente do tratamento dopaminérgico (ANDERSON et al., 2014).

Apesar de seu uso comum já nos estágios iniciais da doença, não há estudos sobre o efeito dos agonistas dopaminérgicos no desempenho da aprendizagem motora de pacientes com DP. No entanto, um único estudo em um grupo de jovens saudáveis mostrou que a aprendizagem estímulo-resposta com o uso de imagens abstratas diminui após uma dose de 0,5 mg de pramipexol (GALLANT et al., 2016). Assim, embora mais estudos sejam necessários, é possível que os agonistas dopaminérgicos possam interferir na aprendizagem também em indivíduos com DP.

## **Conclusão**

Esta revisão conclui que o comprometimento cognitivo afeta a aprendizagem de indivíduos com DP. A qualidade dos estudos incluídos teve baixo risco de viés. O desenho mais utilizado para investigar esse fenômeno é baseado no método de estudo de aprendizagem implícita. A avaliação mais utilizada para avaliar o comprometimento cognitivo foi a Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Revisada). Os moderadores encontrados por esta revisão entre o comprometimento cognitivo e a aprendizagem motora na DP foram a medicação e o estadiamento da doença. Os achados desta revisão sustentam a necessidade de ter mais estudos que abordem este tema e que

considerem as características e sintomas da DP, assim como a influência da medicação e dos subtipos da doença.

## **5 - DISCUSSÃO GERAL DA TESE**

Uma revisão de escopo tem como característica mapear uma área, levantar tudo de relevante aquele tema, ressaltar o que já foi bem abordado pela literatura e o que carece ainda de foco (ARKSEY; O'MALLEY, 2005; PETERS et al., 2015). Este tipo de estudo resulta em um apanhado com muitos estudos sobre o tema o que torna possível este mapeamento e o direcionamento para novas linhas ou frentes de pesquisa.

Entretanto, tendo em vista esta característica de amplitude documental de uma revisão de escopo, uma pergunta surge: Por quê tão poucos artigos incluídos? Foram 32 estudos incluídos nas revisões desta tese, que contou com três condições de saúde abordadas. Desde a concepção deste projeto houve a preocupação com os critérios de elegibilidade, de modo que, estes critérios fossem usados somente para direcionar os achados, por esta razão não poderíamos limitar muito a busca.

A escolha das palavras-chave passou por muitos testes e modificações de modo que pudesse encontrar um número de artigos amplo. A busca foi eficiente, tanto que no estudo 2 (AVC) selecionou 1 artigo de literatura cinza, isso demonstra a amplitude da busca e o acerto na escolha das palavras-chave. E as características escolhidas sobre a aprendizagem foi feita com base do pano de fundo desta tese, sobre o tipo de aprendizagem que este panorama contempla. Sendo assim, o número de artigos não foi ruim, mas tendo em vista que esta área de pesquisa está sempre em movimento, a mesma busca repetida pode incluir outros artigos.

Outros fatores e achados da presente tese ainda precisam ser ressaltados.

### **I. Impacto do comprometimento cognitivo na aprendizagem motora**

O primeiro ponto a ser destacado é sobre o impacto do comprometimento cognitivo na aprendizagem motora de indivíduos com comprometimento neurológico. Os dados dos estudos permitem inferir que a

cognição afeta o desempenho e a aprendizagem de habilidades, e que a gravidade, em suas diversas formas, é um fator que deve ser considerado.

As diferenças no comprometimento da cognição são feitas de acordo com a quantidade de domínios que estão impactados e o prejuízo deste comprometimento nas AVD's. Dentro deste contexto, um indivíduo pode ter acometido múltiplos domínios em uma magnitude menor e ser categorizado moderado, por exemplo, por este comprometimento não impactar muito suas AVD's e ainda se diferenciar de outro indivíduo com uma magnitude maior, mas em um domínio único (CÂMARA, 2021).

Essas variações dentro da mesma categoria de comprometimento cognitivo fizeram com que em alguns estudos, os indivíduos não-aprendizes fossem excluídos da análise dos dados (KNOPMAN, 1991; NIERMEYER; SUCHY; ZIEMNIK, 2017). Ainda outros indivíduos que apresentaram, um baixo desempenho nos testes de aprendizagem, foram rotulados como “não - aprendizes” baseados na comparação com indivíduos neurologicamente saudáveis (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002; DEROST et al., 2006; FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; HAALAND, 1997; JORDAN; SAGAR, 1994; PRICE; SHIN, 2009; STEFANOVA et al., 2000; SUBRAMANIAN et al., 2015; VANDENBOSSCHE et al., 2009). No entanto, os testes de aprendizagem mostram a mudança do desempenho comparada ao início da prática, mas como a comparação é feita com o grupo neurologicamente saudável a taxa de aprendizagem é sempre menor e por esta razão os autores afirmam que estes indivíduos não aprenderam.

Uma hipótese levantada para isso é a dificuldade em que estes indivíduos têm em selecionar as ações, ou seja, vincular o objetivo da tarefa com o movimento específico a ser realizado (KRAKAUER et al., 2019). Fazendo com que eles tenham dificuldades no desempenho da habilidade durante toda a fase de codificação e não sejam capazes de fortalecer a sua memória-motora (HOOYMAN; GORDON; WINSTEIN, 2021). Outra possibilidade é que a tentativa de categorização destes indivíduos é errônea, pois claramente a diversidade entre os indivíduos torna difícil mediar as ações, sendo mais correto observar o comportamento pela ótica das diferenças individuais (ANDERSON et al., 2021).

A memória e as funções cognitivas foram em todos os estudos os domínios mais pesquisados. Não há o que discutir sobre o quão importante é a memória para a aprendizagem. O termo memória é parte da definição de aprendizagem no que se diz “... *a persistência na capacidade de desempenho adquirida*.(SCHMIDT, 1988).” E é na memória motora que os pesquisadores de aprendizagem procuram o produto da consolidação “...*uma mudança relativamente permanente...*”. De acordo com a abordagem teórica que baseia o estudo a memória pode ser um programa motor, uma correção de erro de movimento ou um esquema que foi formado durante a prática motora. Neste ponto, aprendizagem e memória são diferentes lados de um mesmo comportamento (ADAMS, 1976).

Desta forma, a cognição está presente nos estágios iniciais (codificação) da aquisição da habilidade, mas também nos estágios finais, por meio da evocação das memórias adquiridas e na transferência da habilidade aprendida. Assim, na fase de codificação o aprendiz processa informações relacionadas à tarefa e faz associações entre a meta, o movimento e o resultados do movimento (ROBERTSON, 2009). Por isso, os indivíduos com comprometimento cognitivo demandam mais tempo na melhora do desempenho. Ou seja, a prática para estes indivíduos e a estabilização do desempenho são aspectos-chave na aquisição das habilidades.

Durante a prática, o indivíduo poderá avaliar o resultado do seu movimento via *feedback*, bem como utilizar da melhor forma os mecanismos cognitivo-motores para a consolidação da memória motora (KANTAK; WINSTEIN, 2012). Os processos cognitivos-motores atuantes durante a fase de codificação são implícitos e sem consciência, como todas as funções cognitivas, mas a manipulação da estrutura de prática, *feedback* constituem estratégias para induzir ao esforço cognitivo (LEE; WISHART, 2005; SCHMIDT; LEE, 2005).

Esta manipulação faz com que os processos cognitivo-motores sejam mais intensos, mais desafiados, e o processo de tomada de decisão seja também treinado em conjunto com a tarefa, fortalecendo o desempenho cognitivo-motor (LEE; SWINNEN; SERRIEN, 1994). No entanto, não se sabe se aumentar o esforço cognitivo é uma boa estratégia com indivíduos com comprometimento. O estudo de Dick e colaboradores, (1995) manipulou a

quantidade de prática e concluiu que a prática estendida (80 e 120 tentativas) não demonstrou mudança no desempenho dos indivíduos com DA durante a fase de aquisição (codificação) mas todos os grupos mantiveram o desempenho no intervalo de retenção de 1,7 e 30 dias após o final da prática.

Nas fases de evocação da memória motora consolidada, a recuperação da memória consolidada é um processo fundamental, engloba múltiplos processos cognitivos, recordação, reconhecimento, atenção que estão envolvidos no processo de formação da memória. Uma vez que a memória foi codificada e armazenada ela precisa ser evocada, isso nos permite avaliar o produto da codificação e da consolidação (KANTAK; WINSTEIN, 2012). Entretanto, a evocação ainda pode ser afetada por requisitos como atenção e o contexto em que a tarefa está inserida (NAVEH-BENJAMIN; KILB; FISHER, 2006). Assim, um comprometimento cognitivo ainda pode afetar a evocação da memória não permitindo a recuperação da memória adquirida.

## **II. Métodos de pesquisas em Aprendizagem Motora**

Os estudos incluídos na presente tese transitaram entre três tipos de métodos de pesquisa de aprendizagem motora discutidos na ordem conceitual e taxonomia apresentada por Krakauer et. al., (2019), a aprendizagem implícita, adaptação motora e abordagem clássica. A aprendizagem em populações específicas é uma área complexa e diversa, na qual não cabe somente um nível de análise, uma só abordagem e isso reflete a natureza do fenômeno aprendizagem motora.

A aplicação de conceitos da Aprendizagem motora em populações com condições de saúde específicas (AVC, DA, DP, entre outros) está cada vez mais frequente, e está sendo utilizada no contexto da reabilitação não como técnica específica, mas para orientar a implementação de estratégias de intervenção para promover a recuperação a longo prazo (GREGOR et al., 2021; KAFRI; ATUN-EINY, 2019). Entretanto, devido a diversidade de desenhos experimentais aplicados ao estudo da aprendizagem motora, os resultados encontrados são controversos no sentido de diferenciar o tipo de aprendizagem motora envolvido (KRAKAUER et al., 2019; MARINELLI et al., 2017).

Os desenhos experimentais encontrados foram diversos dentro de cada método, mas isso não impediu que o objetivo do artigo fosse atendido. Isso deixa claro que não existe um desenho específico ou o melhor desenho experimental, o que existe é um desenho que contemple um período de prática motora que permita a melhora do desempenho (KANTAK; WINSTEIN, 2012), a inferência através do teste que melhor responder à pergunta de pesquisa e ao pano de fundo teórico em que se sustenta o estudo.

As tarefas escolhidas também foram muitas, mas de maneira geral as tarefas clássicas não foram esquecidas (caso da SRT (DEROOST et al., 2006; DIRNBERGER et al., 2010; DOYON et al., 1997; FERRARO; BALOTA; CONNOR, 1993; KNOPMAN, 1991; NEMETH et al., 2013; SCHMITZ et al., 2014; STEFANOVA et al., 2000; VANDENBOSSCHE et al., 2009, 2013; WILLINGHAM, 1997), rotor de perseguição (DEWEER et al., 1994; DICK et al., 1995, 2001, 2003; HAALAND, 1997; HARRINGTON et al., 1990), tarefa de labirinto (KUZIS et al., 1999; SABE et al., 1995)). A prática oferecida nos estudos foi distribuída em um ou vários dias, em blocos ou em sessões, mas permitindo aos participantes que melhorassem o desempenho (SCHMIDT; LEE, 2014).

### III. Avaliação cognitiva

Sobre avaliação alguns pontos em comum nos três estudos precisam de reflexão. Este é um ponto delicado pois, em todos os estudos muitas avaliações foram feitas, entretanto:

1. Esta diversidade reflete a complexidade da avaliação cognitiva ou pouca compreensão das variáveis ou do poder de análise da avaliação? As avaliações encontradas nesta revisão têm várias vertentes, várias possibilidades, avalia várias funções cognitivas. E, muitas vezes, o estudo replicou avaliações para um mesmo domínio cognitivo, ou fez um teste breve apenas pra detecção de comprometimento cognitivo (ex: MEEM, MoCA) e após avaliou separadamente todas as funções cognitivas de interesse novamente.
2. Será que as avaliações existentes mesmo sendo validadas para as condições de saúde pesquisadas conseguem contemplar a magnitude dos acometimentos provocados pelas características das lesões?

- i. Para os indivíduos com DA, há a dificuldade de detecção em estágios iniciais (KLEIMAN; BARENHOLTZ; GALVIN, 2021) e a seleção de estratégias para ajudar a detecção inicial (DI MECO; VASSAR, 2021);
- ii. Para os indivíduos com CCL, os pesquisadores estão preocupados com a sensibilidade e especificidade das ferramentas disponíveis para avaliação e detecção do CCL em estágios iniciais (ZHUANG; YANG; GAO, 2021);
- iii. Com os indivíduos com AVC, a preocupação não é propriamente com a detecção inicial do comprometimento cognitivo, mas sim com a avaliação das funções impactadas pelo AVC separando a quantidade de funções acometidas e a gravidade deste acometimento (DEMEYERE et al., 2015).
- iv. Os indivíduos com DP a preocupação é sobre a influência da medicação nos sintomas não motores e, conseqüentemente, na cognição. Para isso, novas escalas surgiram com o intuito de mensurar os sintomas não motores considerando a influência da medicação nos mesmos (KLEINER et al., 2021).

#### IV. Viés metodológico

Os artigos incluídos também se diferenciaram quanto ao risco de viés metodológico. Os artigos incluídos no estudo 1 (AD e CCL) tiveram, em sua maioria, estudos categorizados com tendo alto e moderado risco de viés metodológico devido a problemas na seleção da amostra (alguns estudos selecionaram amostra por conveniência), não apresentaram cálculo amostral. Em contra partida, a maioria dos estudos tinham muitos participantes (entre 80 e 100). Ao mesmo tempo, que grandes amostras tendem a dar credibilidade às conclusões e produzem pequenos intervalos de confiança, entretanto grandes amostras tendem a aumentar as chances de ocorrência do erro do tipo I (PEREIRA, 2013).

No estudo 2 (AVC) os estudos foram classificados entre moderado e baixo risco de viés, os problemas encontrados nestes estudos eram com relação

a representatividade dos casos e seleção de controles. Devido a amostra não ser pareada nestes estudos este item pontuou baixo ou não pontuou e também por não ter outras informações sobre a seleção dos participantes do grupo controle (WELLS, GEORGE & SHEA, BEVERLEY & O'CONNELL, D & PETERSON, JE & WELCH, VIVIAN & LOSOS, M & TUGWELL, 2000). Já o estudo 3 (DP) obteve as maiores pontuações na avaliação de risco de viés estando com baixo risco, mas ainda pontuando baixo em representatividade dos casos.

## **6 - ESTUDOS FUTUROS**

A partir dos achados somos capazes de sugerir futuras investigações que cabem para todas as condições de saúde aqui estudadas:

1. Verificar como os fatores que afetam a aprendizagem (feedback, prática, motivação, foco de atenção, instrução) interagem com o comprometimento cognitivo;
2. Investigar a melhor forma de instruir e propiciar feedback para pessoas com diferentes comprometimentos cognitivos;
3. Investigar os tipos de tarefas (manipulativa, marcha, controle postural), tendo em vista o papel da cognição em todas estas tarefas;
4. Verificar se a influência de aspectos psicossociais e autonomia (autocontrole) interage com déficit cognitivo;
5. Para indivíduos com AVC: Verificar se o déficit cognitivo influencia diferentemente aprendizagem de tarefas com o uso do membro mais afetado e no membro menos afetado;
6. Para indivíduos com DP: Verificar se o comprometimento cognitivo influencia na aprendizagem de indivíduos classificados nos subtipos como Tremor dominante (TD) ou Instabilidade Postural/Dificuldades no Andar (PIGD);

## 7 - CONCLUSÃO

Muitos delineamentos experimentais foram utilizados para investigar a aprendizagem de indivíduos com comprometimento cognitivo decorrente de algum transtorno neurológico. Os estudos contemplaram os 3 métodos de estudo em aprendizagem motora: aprendizagem implícita, adaptação motora e abordagem clássica. A quantidade de prática destes estudos variou entre 1 a 12 dias. A aprendizagem foi inferida através da análise de testes de aprendizagem, da comparação do desempenho após perturbação e da comparação entre bloco aleatório e sequencial.

O comprometimento cognitivo foi avaliado através de diversas medidas de avaliações, entretanto, as avaliações clássicas de rastreio mais utilizadas foram: Mini Exame de Estado Mental, Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Revisada) e a Escala de Avaliação Clínica para a Demência (CDR).

O impacto do comprometimento cognitivo na aprendizagem motora é negativo no sentido de afetar a aprendizagem de habilidades motoras. As diferenças entre níveis de comprometimento ainda precisam ser melhor estudadas em todos os graus, principalmente, nas condições de saúde que não produzem um comprometimento cognitivo homogêneo (AVC) ou que sejam influenciadas por outros fatores, como medicação (DP).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARSLAND, D. et al. Cognitive decline in Parkinson disease. **Nature Reviews Neurology**, v. 13, n. 4, p. 217–231, 3 abr. 2017.

AARSLAND, D. et al. Parkinson disease-associated cognitive impairment. **Nature reviews. Disease primers**, v. 7, n. 1, 1 dez. 2021.

AARSLAND, D.; BRØNNICK, K.; FLADBY, T. Mild cognitive impairment in Parkinson's disease. **Current neurology and neuroscience reports**, v. 11, n. 4, p. 371–378, ago. 2011.

ADAMS, J. A. A Closed-Loop Theory of Motor Learning. **Journal of Motor Behavior**, v. 3, n. 2, p. 111–150, 13 jun. 1971.

ADAMS, J. A. Issues for a Closed-Loop Theory of Motor Learning. In: E., S. G. (Ed.). **Motor Control : Issues and Trends**. 1. ed. London: Academic, 1976. p. 87–107.

ADAMS, R. D.; VICTOR, M.; ROPPER, A. H. **Principles of Neurology**. 6th. ed. New York: McGraw-Hill Education, 1998.

AGOSTINO, R.; SANES, J.; HALLETT, M. Motor skill learning in Parkinson's disease. **J Neurol Sci.**, v. 139, p. 218–226, 1996.

ANDERSEN, R. A.; CUI, H. Intention, Action Planning, and Decision Making in Parietal-Frontal Circuits. **Neuron**, v. 63, n. 5, p. 568–583, 2009.

ANDERSON, D. I. et al. Individual differences in motor skill learning: Past, present and future. **Human Movement Science**, v. 78, p. 102818, 1 ago. 2021.

ANDERSON, E. D. et al. Performance of a motor task learned *on* levodopa deteriorates when subsequently practiced *off*. **Movement Disorders**, v. 29, n. 1, p. 54–60, jan. 2014.

APA. **Diagnostic and statistical manual of mental disorders**. 3 rd ed. Washington DC: American Psychiatric Association, 1980.

ARKSEY, H.; O'MALLEY, L. Scoping studies: Towards a methodological framework. **International Journal of Social Research Methodology: Theory and Practice**, v. 8, n. 1, p. 19–32, 2005.

ARMSTRONG, M. J.; OKUN, M. S. Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease. **JAMA**, v. 323, n. 6, p. 548, 11 fev. 2020.

BACCARO, A. et al. **Does stroke laterality predict major depression and cognitive impairment after stroke? Two-year prospective evaluation in the EMMA study.** [s.l.] Elsevier Inc, 2019.

BADDELEY, A. **Working memory.** New York: Clarendon Press/Oxford University Press., 1986.

BADGAIYAN, R. D.; FISCHMAN, A. J.; ALPERT, N. M. Striatal dopamine release in sequential learning. **NeuroImage**, v. 38, n. 3, p. 549–556, 15 nov. 2007.

BARTOLI, E. et al. Low-cost robotic assessment of visuo-motor deficits in Alzheimer's disease. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 25, n. 7, p. 852–860, 2017.

BATTISTELLA, L. R.; BRITO, C. Classificação Internacional de Funcionalidade ( CIF ) International Classification of Functioning Disability and. **Acta Fisiátrica**, v. 8, n. 1, p. 0–3, 2001.

BÉDARD, P.; SANES, J. N. Basal ganglia-dependent processes in recalling learned visual-motor adaptations. **Experimental brain research**, v. 209, n. 3, p. 385–393, mar. 2011.

BELGROVE, M. A. et al. Response programming in dementia of the Alzheimer type: A kinematic analysis. **Neuropsychologia**, v. 35, n. 3, p. 229–240, fev. 1997.

BOLOGNA, M. et al. Bradykinesia in Alzheimer's disease and its neurophysiological substrates. **Clinical Neurophysiology**, v. 131, n. 4, p. 850–858, 1 abr. 2020.

BONDI, M. W.; KASZNIAK, A. W. Implicit and explicit memory in Alzheimer's disease and Parkinson's disease. **Journal of clinical and experimental neuropsychology**, v. 13, n. 2, p. 339–358, 1991.

BOSBOOM, J. L. W.; STOFFERS, D.; WOLTERS, E. C. Cognitive dysfunction and dementia in Parkinson's disease. **Journal of Neural Transmission 2004 111:10**, v. 111, n. 10, p. 1303–1315, 30 jun. 2004.

BROWN, R. M.; ROBERTSON, E. M.; PRESS, D. Z. Sequence skill acquisition and off-line learning in normal aging. **PLoS ONE**, v. 4, n. 8, 19 ago. 2009.

BUTER, T. C. et al. Dementia and survival in Parkinson disease: a 12-year population study. **Neurology**, v. 70, n. 13, p. 1017–1022, 2008.

CÂMARA, L. C. P. **COMPROMETIMENTO COGNITIVO LEVE (CCL): UMA BREVE INTRODUÇÃO**. Disponível em: <<https://www.polbr.med.br/2018/01/01/comprometimento-cognitivo-leve-ccl-uma-breve-introducao-leonardo-cardoso-portela-camara/>>. Acesso em: 12 out. 2021.

CAMPOS, T. F.; BARROSO, M. T. M.; DE LARA MENEZES, A. A. Encoding, storage and retrieval processes of the memory and the implications for motor practice in stroke patients. **NeuroRehabilitation**, v. 26, n. 2, p. 135–142, 2010.

CHUNG, Y. C. et al. Cognition and motor learning in a Parkinson's disease cohort: importance of recall in episodic memory. **Neuroreport**, v. 32, n. 14, p. 1153–1160, 2021.

CIRSTEA, C. M.; PTITO, A.; LEVIN, M. F. Feedback and cognition in arm motor skill reacquisition after stroke. **Stroke; a journal of cerebral circulation**, v. 37, n. 5, p. 1237–42, 1 maio 2006.

COHEN, H.; POURCHER, E. Intact encoding, impaired consolidation in procedural learning in Parkinson's disease. **Experimental brain research**, v. 179, n. 4, p. 703–708, jun. 2007.

COHEN, N. et al. Peri-encoding predictors of memory encoding and consolidation. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 50, p. 128–142, 2015.

COOLS, R. et al. L-Dopa medication remediates cognitive inflexibility, but increases impulsivity in patients with Parkinson's disease. **Neuropsychologia**, v. 41, n. 11, p. 1431–1441, 2003.

COOLS, R. et al. Top-down attentional control in Parkinson's disease: salient considerations. **Journal of cognitive neuroscience**, v. 22, n. 5, p. 848–859, maio 2010.

CORRÊA, U. C.; BENDA, R. N.; TANI, G. Controle Motor e Tomada de Decisão na execução de habilidades motoras. In: TANI, G. (Ed.). **Comportamento Motor: conceitos, estudos e aplicações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. p. 249–252.

CRAIK, K. J. W. Theory of the Human Operator in Control Systems: li. Man As an Element in a Control System. **British Journal of Psychology. General Section**, v. 38, n. 3, p. 142–148, 1948.

CUMMING, T. B.; MARSHALL, R. S.; LAZAR, R. M. **Stroke, cognitive deficits, and rehabilitation: Still an incomplete picture. International Journal of Stroke**, 2013.

DAN, X. et al. Motor Sequence Learning and Consolidation in Unilateral De Novo Patients with Parkinson's Disease. **PLOS ONE**, v. 10, n. 7, p. e0134291, 29 jul. 2015.

DANCAUSE, N.; PTITO, A.; LEVIN, M. F. Error correction strategies for motor behavior after unilateral brain damage: short-term motor learning processes. **Neuropsychologia**, v. 40, n. 8, p. 1313–23, jan. 2002.

DARWEESH, S. K. L. et al. Trajectories of prediagnostic functioning in Parkinson's disease. **Brain**, v. 140, p. 429–441, 2017.

DEMEYERE, N. et al. The Oxford Cognitive Screen (OCS): Validation of a stroke-specific short cognitive screening tool. **Psychological Assessment**, v. 27, n. 3, p. 883–894, set. 2015.

DEROOST, N. et al. Learning sequence movements in a homogenous sample of patients with Parkinson's disease. **Neuropsychologia**, v. 44, n. 10, p. 1653–1662, 1 jan. 2006.

DEWEER, B. et al. Explicit Memory, Procedural Learning and Lexical Priming in Alzheimer's Disease. **Cortex**, v. 30, n. 1, p. 113–126, mar. 1994.

DI MECO, A.; VASSAR, R. Early detection and personalized medicine: Future strategies against Alzheimer's disease. In: [s.l: s.n.]. p. 157–173.

DICHGANS, M.; LEYS, D. Vascular Cognitive Impairment. **Circulation Research**, v. 120, n. 3, p. 573–591, 2017.

DICK, M. B. et al. Acquisition and Long-Term Retention of a Fine Motor Skill in Alzheimers-Disease. **Brain and Cognition**, v. 29, n. 3, p. 294–306, dez. 1995.

DICK, M. B. et al. Acquisition and Long-Term Retention of a Gross Motor Skill in Alzheimer's Disease Patients Under Constant and Varied Practice Conditions. **The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, v. 51B, n. 2, p. P103–P111, 1 mar. 1996.

DICK, M. B. et al. Dependence on Visual Feedback During Motor Skill Learning in Alzheimer's Disease. **Aging, Neuropsychology, and Cognition**, v. 8, n. 2, p. 120–136, 9 jun. 2001.

DICK, M. B. et al. Facilitating acquisition and transfer of a continuous motor task in healthy older adults and patients with Alzheimer's disease. **Neuropsychology**, v. 17, n. 2, p. 202–212, maio 2003.

DICKERSON, B. C. et al. Medial temporal lobe function and structure in mild cognitive impairment. **Annals of Neurology**, v. 56, n. 1, p. 27–35, 2004.

DIRNBERGER, G. et al. Separating coordinative and executive dysfunction in cerebellar patients during motor skill acquisition. **Neuropsychologia**, v. 48, n. 5, p. 1200–1208, 2010.

DISORDERS, W. T. F. ON S. AND OTHER C.; ORGANIZATION, W. H. Stroke - 1989: report of the WHO Task Force on Stroke and Other Cerebrovascular Disorders. **Stroke**, v. 20, n. 10, p. 1407–1431, 1989.

DONOVAN, N. J. et al. Conceptualizing functional cognition in stroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 22, n. 2, p. 122–135, 2008.

DOYON, J. et al. Role of the Striatum, Cerebellum, and Frontal Lobes in the Learning of a Visuomotor Sequence. **Brain and Cognition**, v. 34, n. 2, p. 218–245, 1 jul. 1997.

DUDAI, Y. The Neurobiology of Consolidations, Or, How Stable is the Engram? **Annual Review of Psychology**, v. 55, n. 1, p. 51–86, 2004.

DUERING, M. et al. Identification of a strategic brain network underlying processing speed deficits in vascular cognitive impairment. **NeuroImage**, v. 66, p. 177–183, 2013.

DUERING, M. et al. Strategic white matter tracts for processing speed deficits in age-related small vessel disease. **American Academy of Neurology**, v. 82, p. 1946–1950, 2014.

DUERING, M. et al. Acute infarcts cause focal thinning in remote cortex via degeneration of connecting fiber tracts. **Neurology**, v. 84, n. 16, p. 1685–1692, 2015.

DUJARDIN, K. et al. The pattern of attentional deficits in Parkinson's disease. **Parkinsonism & related disorders**, v. 19, n. 3, p. 300–305, mar. 2013.

DUTRA, L. N. et al. Research in motor behavior in the year 2018. **Journal of Physical Education**, v. 32, n. 1, p. e-3255, 5 jul. 2021.

EDWARDS, W. H. **Motor Learning and Control From Theory to Practice**. 1. ed. Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning, 2010.

EDWARDS, W. H. **Motor Learning and Control: From Theory to Practice**. [s.l.] Wadsworth Cengage Learning, 2011.

ELLIOTT, R. Executive functions and their disorders. **British medical bulletin**, v. 65, p. 49–59, jan. 2003.

ELLIS, H. C. Stimulus Encoding Processes in Human Learning and Memory. **Psychology of Learning and Motivation**, v. 7, p. 123–182, 1973.

EMRE, M. et al. Clinical diagnostic criteria for dementia associated with Parkinson's disease. **Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society**, v. 22, n. 12, p. 1689–1707, 15 set. 2007.

ERKINJUNTTI, T.; GAUTHIER, S. Diagnosis: Diagnosing vascular cognitive impairment and dementia: Concepts and controversies. In: WAHLUND, L.-O.; ERKINJUNTTI, T.; GAUTHIER, S. (Eds.). **Vascular Cognitive Impairment in Clinical Practice**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. p. 1–10.

ESKES, G. A. et al. Canadian Stroke Best Practice Recommendations: Mood, Cognition and Fatigue Following Stroke practice guidelines, update 2015. **International Journal of Stroke**, v. 10, n. 7, p. 1130–1140, 2015.

ESLINGER, P. J.; DAMASIO, A. R. Preserved motor learning in Alzheimer's disease: Implications for anatomy and behavior. **Journal of Neuroscience**, v. 6, n. 10, p. 3006–3009, 1986.

FERRARO, F. R.; BALOTA, D. A.; CONNOR, L. T. Implicit memory and the formation of new associations in nondemented parkinson's disease individuals and individuals with senile dementia of the alzheimer type: A serial reaction time (SRT) investigation. **Brain and Cognition**, v. 21, n. 2, p. 163–180, 1993.

FITTS, P. M.; POSNER, M. I. **Human performance**. [s.l.] Oxford, England: Brooks/Cole, 1967.

FOLSTEIN, M.; FOLSTEIN, S.; MCHUGH, PR. Mini-mental state - practical method for grading cognitive state of patients for clinician. **Journal of Psychiatric Research**, v. 12, n. 3, p. 189–198, 1975.

FRITH, C. D.; BLOXHAM, C. A.; CARPENTER, K. N. Impairments in the learning and performance of a new manual skill in patients with Parkinson's disease. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 49, n. 6, p. 661–668, 1986.

FUNAHASHI, S. Working memory in the prefrontal cortex. **Brain Sciences**, v. 7, n. 5, 2017.

FUSTER, J. M. Executive frontal functions. **Experimental Brain Research**, v. 133, n. 1, p. 66–70, 2000.

GABRIELI, J. D. E. et al. Intact acquisition and long-term retention of mirror-tracing skill in Alzheimer's disease and in global amnesia. **Behavioral Neuroscience**, v. 107, n. 6, p. 899–910, 1993.

GALLANT, H. et al. Pramipexole Impairs Stimulus-Response Learning in Healthy Young Adults. **Frontiers in Neuroscience**, v. 10, 19 ago. 2016.

GAMBLE, K. R. et al. Implicit sequence learning in people with Parkinson's disease. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 8, n. AUG, p. 563, 1 ago. 2014.

GANGI, C.; SHERMAN, D. K.; WHITE, M. L. Embodied cognition and skilled health behaviour. **Psychology and Health**, v. 26, n. 8, p. 1006–1017, 2011.

GAZZANIGA, M. S. **The Cognitive Neurosciences**. Four ed. Massachusetts: Bradford Book, 2009.

GENTSCH, A. et al. Towards a common framework of grounded action cognition: Relating motor control, perception and cognition. **Cognition**, v. 146, p. 81–89, 2016.

GLUHM, S. et al. Cognitive performance on the Mini-Mental State Examination and the Montreal Cognitive Assessment across the healthy adult lifespan. **Cogn Behav Neurol**, v. 26, n. 1, p. 1–5, 2014.

GOBEL, E. W. et al. Implicit perceptual-motor skill learning in mild cognitive impairment and parkinson's disease. **Neuropsychology**, v. 27, n. 3, p. 314–321, 2013.

GOETZ, C. G.; EMRE, M.; DUBOIS, B. Parkinson's disease dementia: Definitions, guidelines, and research perspectives in diagnosis. **Annals of Neurology**, v. 64, n. SUPPL. 2, p. S81–S92, 6 dez. 2008.

GOLDMAN, J. G.; LITVAN, I. Mild cognitive impairment in Parkinson's disease. **Minerva medica**, v. 102, n. 6, p. 441–459, dez. 2011.

GORDON, B.; CARSON, K. The basis for choice reaction time slowing in Alzheimer's disease. **Brain and Cognition**, v. 13, n. 2, p. 148–166, 1990.

GRAFMAN, J. et al. Implicit learning in patients with Alzheimer's disease. **Pharmacopsychiatry**, v. 23, n. 2, p. 94–101, 1990.

GREGOR, S. et al. Study Paradigms and Principles Investigated in Motor Learning Research After Stroke: A Scoping Review. **Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation**, v. 3, n. 2, p. 100111, 1 jun. 2021.

GUERRA, A. et al. Transcranial Magnetic Stimulation Studies in Alzheimer's Disease. **International Journal of Alzheimer's Disease**, v. 2011, p. 1–9, 2011.

HAALAND, K.; HARRINGTON, D. Hemispheric asymmetry of movement. **Current opinion in neurobiology**, p. 796–800, 1996.

HAALAND, K. Y. et al. Cognitive–motor learning in Parkinson's disease. **Neuropsychology**, v. 11, n. 2, p. 180–186, 1997.

HAALAND, K. Y. Cognitive-motor learning in Parkinson's disease. **Neuropsychology**, v. 11, n. 2, p. 180–186, 1997.

HAALAND, K. Y. et al. Hemispheric asymmetries for kinematic and positional aspects of reaching. **Brain : a journal of neurology**, v. 127, n. Pt 5, p. 1145–58, maio 2004.

HAALAND, K. Y. Left hemisphere dominance for movement. **The Clinical neuropsychologist**, v. 20, n. 4, p. 609–622, 1 dez. 2006.

HAALAND, K. Y.; HARRINGTON, D. L.; KNIGHT, R. T. Neural representations of skilled movement. **Brain : a journal of neurology**, v. 123 ( Pt 11), n. 11, p. 2306–2313, 2000.

HAGMANN, P. et al. Mapping the structural core of human cerebral cortex. **PLoS Biology**, v. 6, n. 7, p. 1479–1493, 2008.

HAITH, A. M.; KRAKAUER, J. W. The multiple effects of practice: skill, habit and reduced cognitive load. **Current Opinion in Behavioral Sciences**, v. 20, p. 196–201, 2018.

HALLETT, M.; GRAFMAN, J.; SCHMAHMANN, J. D. Executive function and motor skill learning. p. 297–323, 1996.

HAMANI, C.; LOZANO, A. Physiology and pathophysiology of Parkinson's disease. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 991, p. 15–21, 2003.

HARDWICK, R. M. et al. Motor Learning in Stroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 31, n. 2, p. 178–189, 28 fev. 2017.

HARRINGTON, D. L. et al. Procedural memory in Parkinson's disease: impaired motor but not visuoperceptual learning. **Journal of clinical and experimental neuropsychology**, v. 12, n. 2, p. 323–339, 1990.

HARRINGTON DL; HAALAND KY. Sequencing in Parkinson's disease. Abnormalities in programming and controlling movement. **Brain**, p. 99–115, 1991.

HARTMANN, K. et al. It takes the whole brain to make a cup of coffee: the neuropsychology of naturalistic actions involving technical devices. **Neuropsychologia**, v. 43, n. 4, p. 625–637, 2005.

HELENE, A. F.; XAVIER, G. F. A construção da atenção a partir da memória Building attention from memory. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 25, n. Supl II, p. 12–20, 2003.

HENNERICI, M. G. What are the mechanisms for post-stroke dementia? **The Lancet. Neurology**, v. 8, n. 11, p. 973–5, nov. 2009.

HIRONO, N. et al. Procedural memory in patients with mild alzheimer's disease. **Dementia and Geriatric Cognitive Disorders**, v. 8, n. 4, p. 210–216, 1 jan. 1997.

HONG, Y. et al. Serial Reaction Time Task Performance in Older Adults with Neuropsychologically Defined Mild Cognitive Impairment. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 74, n. 2, p. 491–500, 2020.

HOOYMAN, A.; GORDON, J.; WINSTEIN, C. Unique behavioral strategies in visuomotor learning: Hope for the non-learner. **Human Movement Science**, v. 79, p. 102858, out. 2021.

HSIAO, F. J. et al. Altered Oscillation and Synchronization of Default-Mode Network Activity in Mild Alzheimer's Disease Compared to Mild Cognitive Impairment: An Electrophysiological Study. **PLoS ONE**, v. 8, n. 7, 11 jul. 2013.

HUANG, V. S.; KRAKAUER, J. W. Robotic neurorehabilitation: a computational motor learning perspective. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 6, n. 1, p. 5, 2009.

INGRAM, J. N.; WOLPERT, D. M. Naturalistic approaches to sensorimotor control. **Progress in Brain Research**, v. 191, p. 3–29, 2011.

ISMAIL, Z.; RAJJI, T. K.; SHULMAN, K. I. Brief cognitive screening instruments: an update. **International journal of geriatric psychiatry**, v. 25, n. 2, p. 111–120, fev. 2010.

JACOBS, D. H. et al. Apraxia and motor-skill acquisition in Alzheimer's disease are dissociable. **Neuropsychologia**, v. 37, n. 7, p. 875–880, 1 jun. 1999.

JEANNEROD, M. The cognitive neuroscience of action. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 1, n. 6, p. 238, set. 1997.

JORDAN, N.; SAGAR, H. J. The role of the striatum in motor learning: dissociations between isometric motor control processes in Parkinson's disease. **The International journal of neuroscience**, v. 77, n. 3–4, p. 153–165, 1994.

KAFRI, M.; ATUN-EINY, O. From motor learning theory to practice: A scoping review of conceptual frameworks for applying knowledge in motor learning to physical therapist practice. **Physical Therapy**, v. 99, n. 12, p. 1628–1643, 2019.

KAL, E. et al. Is Implicit Motor Learning Preserved after Stroke? A Systematic Review with Meta-Analysis. **PLOS ONE**, v. 11, n. 12, p. e0166376, 16 dez. 2016.

KANTAK, S. S.; WINSTEIN, C. J. Learning-performance distinction and memory processes for motor skills: a focused review and perspective. **Behavioural brain research**, v. 228, n. 1, p. 219–31, 1 mar. 2012.

KARNI, A. et al. The acquisition of skilled motor performance: fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 95, n. 3, p. 861–8, 3 fev. 1998.

KELSO, J. A. S. **Human Motor Behavior: An Introduction**. 1. ed. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1982.

KING, B. R. et al. Sleeping on the motor engram: The multifaceted nature of sleep-related motor memory consolidation. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 80, n. April, p. 1–22, 2017.

KITAGO, T.; KRAKAUER, J. W. Motor learning principles for neurorehabilitation. In: BARNES M P; GOOD D C (Ed.). **Handbook of clinical neurology**. 3. ed. [s.l.] Neurological Rehabilitation, 2013. v. 110p. 93–103.

KLAVORA, P. Information processing in motor skills. In: KLAVORA, P. (Ed.). **Foundations of Exercise Science studying human movement and health**. 2. ed. Canada: Sport Books Publisher, 2009. p. 415–435.

KLEIM, J. A.; JONES, T. A. Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. **Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR**, v. 51, n. 1, p. S225-39, fev. 2008.

KLEIMAN, M. J.; BARENHOLTZ, E.; GALVIN, J. E. Screening for Early-Stage Alzheimer's Disease Using Optimized Feature Sets and Machine Learning. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 81, n. 1, p. 355–366, 4 maio 2021.

KLEINER, G. et al. Non-Motor Fluctuations in Parkinson's Disease: Validation of the Non-Motor Fluctuation Assessment Questionnaire. **Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society**, v. 36, n. 6, p. 1392–1400, 1 jun. 2021.

KLEYNEN, M. et al. Using a Delphi technique to seek consensus regarding definitions, descriptions and classification of terms related to implicit and explicit forms of motor learning. **PloS one**, v. 9, n. 6, 26 jun. 2014.

KLUGER, A. et al. Patterns of Motor Impairment in Normal Aging, Mild Cognitive Decline, and Early Alzheimer' Disease. **The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, v. 52B, n. 1, p. P28–P39, 1 jan. 1997.

KNOPMAN, D. Long-term retention of implicitly acquired learning in patients with Alzheimer's disease. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 13, n. 6, p. 880–894, 1991.

KRAKAUER, J. W. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. **Current opinion in neurology**, v. 19, n. 1, p. 84–90, fev. 2006.

KRAKAUER, J. W. et al. Motor Learning. **Comprehensive Physiology**, v. 9, n. April, p. 613–663, 2019.

KRAKAUER, J. W.; MAZZONI, P. Human sensorimotor learning: adaptation, skill, and beyond. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 21, n. 4, p. 636–644, 1 ago. 2011.

KRAKAUER, J. W.; SHADMEHR, R. Consolidation of motor memory. **Trends in Neurosciences**, v. 29, n. 1, p. 58–64, 2006.

KUZIS, G. et al. Explicit and implicit learning in patients with Alzheimer disease and Parkinson disease with dementia. **Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology**, v. 12, n. 4, p. 265–269, 1999.

LADEWIG, I. A importância da atenção na aprendizagem de habilidades motoras. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 3, p. 62–71, 2000.

LAHLOU, S. et al. Preserved motor memory in Parkinson's disease. **Neuropsychologia**, v. 167, p. 108161, mar. 2022.

LAM, J. M. et al. Impaired implicit learning and feedback processing after stroke. **Neuroscience**, v. 314, p. 116–124, 2016.

LANE, C. A.; HARDY, J.; SCHOTT, J. M. **Alzheimer's disease**. **European Journal of Neurology** Eur J Neurol, , 1 jan. 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28872215/>>. Acesso em: 6 out. 2021

LARA, A. H.; WALLIS, J. D. The Role of Prefrontal Cortex in Working Memory: A Mini Review. **Frontiers in Systems Neuroscience**, v. 9, n. December, p. 1–7, 2015.

LEE, T. D.; SWINNEN, S. P.; SERRIEN, D. J. Cognitive effort and motor learning. **Quest**, v. 46, n. 3, p. 328–344, 1994.

LEE, T. D.; WISHART, L. R. Motor Learning Conundrums (and Possible Solutions). **Quest**, v. 57, n. 1, p. 67–78, 2005.

LEI, Y. et al. Regional Gray Matter Atrophy in Vascular Mild Cognitive Impairment. **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, v. 25, n. 1, p. 95–101, 2016.

LEISMAN, G.; BRAUN-BENJAMIN, O.; MELILLO, R. Cognitive-motor interactions of the basal ganglia in development. **Frontiers in Systems Neuroscience**, v. 8, n. February, p. 1–18, 2014.

LEISMAN, G.; MOUSTAFA, A. A.; SHAFIR, T. Thinking, Walking, Talking: Integratory Motor and Cognitive Brain Function. **Frontiers in Public Health**, v. 0, p. 94, 25 maio 2016.

LEVIN, J. Parkinsonism in genetic and sporadic Alzheimer's disease. **International review of neurobiology**, v. 149, p. 237–247, 1 jan. 2019.

LEVIN, M. F.; DEMERS, M. Motor learning in neurological rehabilitation. **Disability and Rehabilitation**, v. 0, n. 0, p. 1–9, 2020.

LEVINE, D. A. et al. Trajectory of cognitive decline after incident stroke. **JAMA - Journal of the American Medical Association**, v. 314, n. 1, p. 41–51, 2015.

LEZAK, M. D. et al. **Neuropsychological Assessment**. 5. ed. Osford: [s.n.].

LIBON, D. J. et al. Declarative and procedural learning, quantitative measures of the hippocampus, and subcortical white alterations in Alzheimer's disease and ischaemic vascular dementia. **Journal of clinical and experimental neuropsychology**, v. 20, n. 1, p. 30–41, 1998.

LIN, C.-H. J. et al. Effect of task practice order on motor skill learning in adults with Parkinson disease: a pilot study. **Physical therapy**, v. 87, n. 9, p. 1120–31, 2007.

LINGO VANGILDER, J. et al. Exploring the relationship between visuospatial function and age-related deficits in motor skill transfer. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 32, n. 8, p. 1451–1458, 1 ago. 2020.

LIPOWSKI, Z. J. Transient Cognitive Disorders (Delirium, Acute Confusional States) in the Elderly. In: **Psychosomatic Medicine and Liaison Psychiatry**. [s.l.] Springer US, 1983. p. 289–306.

LITVAN, I. et al. Diagnostic criteria for mild cognitive impairment in Parkinson's disease: Movement Disorder Society Task Force guidelines. **Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society**, v. 27, n. 3, p. 349–356, mar. 2012a.

LITVAN, I. et al. Diagnostic Criteria for Mild Cognitive Impairment in Parkinson's Disease: Movement Disorder Society Task Force Guidelines. **Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society**, v. 27, n. 3, p. 349, mar. 2012b.

LIU, Y.; CAO, C.; YAN, J. H. Functional aging impairs the role of feedback in motor learning. **Geriatrics & Gerontology International**, v. 13, n. 4, p. 849–859, out. 2013.

LOPEZ, O. L. et al. Neuropsychological characteristics of mild cognitive impairment subgroups. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v. 77, n. 2, p. 159–165, fev. 2006.

LUFT, A. R.; BUITRAGO, M. M. Stages of motor skill learning. **Molecular neurobiology**, v. 32, n. 3, p. 205–216, 2005.

MAGILL, R. A.; ANDERSON, D. I. **Motor Learning and Control: Concepts and Applications**. 4. ed. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2017.

MARGOLIN, D. I.; WING, A. M. Agraphia and micrographia: Clinical manifestations of motor programming and performance disorders. **Acta Psychologica**, v. 54, n. 1, p. 263–283, 1983.

MARINELLI, L. et al. Learning and consolidation of visuo-motor adaptation in Parkinson's disease. **Parkinsonism & Related Disorders**, v. 15, n. 1, p. 6–11, 2009.

MARINELLI, L. et al. The many facets of motor learning and their relevance for Parkinson's disease. **Clinical Neurophysiology**, v. 128, n. 7, p. 1127–1141, 2017.

MARINUS, J. et al. Risk factors for non-motor symptoms in Parkinson's disease. **The Lancet Neurology**, v. 17, n. 6, p. 559–568, 1 jun. 2018.

MARTENIUK, R. **Information processing in motor skills**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1976.

MASTERS, R. S. W. et al. Implicit motor learning and complex decision making in time-constrained environments. **Journal of motor behavior**, v. 40, n. 1, p. 71–79, 2008.

MEHTA, M. A. et al. Systemic sulpiride in young adult volunteers simulates the profile of cognitive deficits in Parkinson's disease. **Psychopharmacology**, v. 146, n. 2, p. 162–174, 24 set. 1999.

MELLON, L. et al. Cognitive impairment six months after ischaemic stroke: a profile from the ASPIRE-S study. **BMC Neurology**, v. 15, n. 1, p. 31, 12 dez. 2015.

MENDES, F. A. S. et al. Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease - effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. **Physiotherapy**, v. 98, n. 3, p. 217–223, 2012.

MICKES, L. et al. A comparison of two brief screening measures of cognitive impairment in Huntington's disease. **Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society**, v. 25, n. 13, p. 2229–2233, 15 out. 2010.

MILLER, R. R.; SPRINGER, A. D. Amnesia, consolidation, and retrieval. **Psychological Review**, v. 80, n. 1, p. 69–79, jan. 1973.

MITCHELL, A. J. A meta-analysis of the accuracy of the mini-mental state examination in the detection of dementia and mild cognitive impairment. **Journal of psychiatric research**, v. 43, n. 4, p. 411–431, jan. 2009.

MOCHIZUKI-KAWAI, H.; MOCHIZUKI, S.; KAWAMURA, M. A flexible sequential learning deficit in patients with Parkinson's disease: a 2 x 8 button-press task. **Experimental brain research**, v. 202, p. 147–153, 2010.

MONASTERO, R. et al. Mild cognitive impairment in Parkinson's disease: the Parkinson's disease cognitive study (PACOS). **Journal of neurology**, v. 265, n. 5, p. 1050–1058, 1 maio 2018.

MULDER, T. A Process-Oriented Model of Human Motor Behavior: Toward a Theory-Based Rehabilitation Approach. **Physical Therapy**, v. 71, n. 2, p. 157–164, 1 fev. 1991.

MÜLLER, U.; VON CRAMON, D. Y.; POLLMANN, S. D1- Versus D2-Receptor Modulation of Visuospatial Working Memory in Humans. **The Journal of Neuroscience**, v. 18, n. 7, p. 2720–2728, 1 abr. 1998.

MUTHA, P. K.; SAINBURG, R. L.; HAALAND, K. Y. Critical neural substrates for correcting unexpected trajectory errors and learning from them. **Brain : a journal of neurology**, v. 134, n. Pt 12, p. 3647–61, dez. 2011.

NAVEH-BENJAMIN, M.; KILB, A.; FISHER, T. Concurrent task effects on memory encoding and retrieval: Further support for an asymmetry. **Memory & Cognition**, v. 34, n. 1, p. 90–101, jan. 2006.

NAZEM, S. et al. Montreal Cognitive Assessment Performance in Patients with Parkinson's Disease with "Normal" Global Cognition According to Mini-Mental State Examination Score. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 57, n. 2, p. 304, fev. 2009.

NEISSER, U. **Cognitive psychology**. 1. ed. New York: Meredith Publishing Company, 1967.

NEISSER, U. Cognition as Integration. **Science**, v. 199, n. 4325, p. 169–170, 13 jan. 1978.

NEMETH, D. et al. Probabilistic sequence learning in mild cognitive impairment. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 7, n. JUN, 10 jun. 2013.

NIERMEYER, M. A.; SUCHY, Y.; ZIEMNIK, R. E. Motor sequencing in older adulthood: relationships with executive functioning and effects of complexity. **Clinical Neuropsychologist**, v. 31, n. 3, p. 598–618, 3 abr. 2017.

NIEUWBOER, A. et al. Motor learning in Parkinson's disease: limitations and potential for rehabilitation. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 15, n. SUPPL. 3, p. 53–58, 2009.

NISSEN, M. J.; BULLEMER, P. Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. **Cognitive Psychology**, v. 19, n. 1, p. 1–32, jan. 1987.

OAKLEY, F. et al. Differences in activities of daily living motor skills of persons with and without Alzheimer's disease. **Australian Occupational Therapy Journal**, v. 50, n. 2, p. 72–78, 1 jun. 2003.

OLSON, M.; LOCKHART, T. E.; LIEBERMAN, A. Motor Learning Deficits in Parkinson's Disease (PD) and Their Effect on Training Response in Gait and Balance: A Narrative Review. **Frontiers in Neurology**, v. 10, fev. 2019.

PALMA, G. C. DOS S.; CORRÊA, U. C.; TORRIANI-PASIN, C. The differentiated effect of the task complexity on retention and transfer of stroke survivors. **Human Movement Science**, v. 69, p. 102545, 1 fev. 2020.

PAUL, S. S. et al. Dopamine replacement improves motor learning of an upper extremity task in people with Parkinson disease. **Behavioural Brain Research**, v. 377, p. 112213, jan. 2020.

PEDERSEN, K. F. et al. Prognosis of mild cognitive impairment in early Parkinson disease: the Norwegian ParkWest study. **JAMA neurology**, v. 70, n. 5, p. 580–586, 2013.

PENNISI, G. et al. Motor cortex excitability in Alzheimer disease: one year follow-up study. **Neuroscience Letters**, v. 329, n. 3, p. 293–296, 6 set. 2002.

PEREIRA, M. G. **Artigos científicos : como redigir, publicar e avaliar**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. v. 1

PETERS, M. D. J. et al. Guidance for conducting systematic scoping reviews. **International Journal of Evidence-Based Healthcare**, v. 13, n. 3, p. 141–146, 2015.

PETERSEN, R. C. et al. Aging, Memory, and Mild Cognitive Impairment. **International Psychogeriatrics**, v. 9, n. S1, p. 65–69, 1997.

PETERSEN, R. C. et al. Mild Cognitive Impairment. **Archives of Neurology**, v. 56, n. 3, p. 303, 1 mar. 1999.

PETERSEN, R. C. Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. **Journal of Internal Medicine**, v. 256, n. 3, p. 183–194, 1 set. 2004.

PICHIERRI, G. et al. Cognitive and cognitive-motor interventions affecting physical functioning: a systematic review. **BMC geriatrics**, v. 11, n. 1, p. 29, jan. 2011.

PIRON, L. et al. Motor Learning Principles for Rehabilitation: A Pilot Randomized Controlled Study in Poststroke Patients. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 24, n. 6, p. 501–508, 2010.

PLAUTZ, E. J.; MILLIKEN, G. W.; NUDO, R. J. Effects of repetitive motor training on movement representations in adult squirrel monkeys: role of use versus learning. **Neurobiology of learning and memory**, v. 74, n. 1, p. 27–55, 2000.

POE, M. K.; SEIFERT, L. S. Implicit and explicit tests: evidence for dissociable motor skills in probable Alzheimer's dementia. **Perceptual and motor skills**, v. 85, n. 2, p. 631–634, 1997.

POLETTI, M. et al. Mild cognitive impairment in De Novo Parkinson's disease according to movement disorder guidelines. **Movement Disorders**, v. 27, n. 13, p. 1706, nov. 2012.

PRICE, A.; SHIN, J. C. The impact of Parkinson's disease on sequence learning: perceptual pattern learning and executive function. **Brain and cognition**, v. 69, n. 2, p. 252–261, mar. 2009.

PRINCE, M. et al. World Alzheimer Report 2014 Dementia and Risk Reduction AN ANALYSIS OF PROTECTIVE AND MODIFIABLE FACTORS SUPPORTED BY Dr Maëlen Guerchet Dr Matthew Prina. 2014.

PSYCHIATRIC AMERICAN ASSOCIATION. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais (DSM–5)**. 5. ed. Porto Alegre: Arthmed, 2014.

PUY, L. et al. Vascular cognitive impairment: Advances and trends. **Revue Neurologique**, v. 173, n. 7–8, p. 473–480, 2017.

REISBERG, B. et al. Stage-specific behavioral, cognitive, and in vivo changes in community residing subjects with age-associated memory impairment and primary degenerative dementia of the Alzheimer type. **Drug Development Research**, v. 15, n. 2–3, p. 101–114, 1 jan. 1988.

REN, J. et al. Cognitive aging affects motor performance and learning. **Geriatrics & Gerontology International**, v. 13, n. 1, p. 19–27, 2013.

ROALF, D. R. et al. Quantitative assessment of finger tapping characteristics in mild cognitive impairment, Alzheimer's disease, and Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v. 265, n. 6, p. 1365–1375, 4 jun. 2018.

ROBERTSON, E. M. The serial reaction time task: implicit motor skill learning? **The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience**, v. 27, n. 38, p. 10073–10075, 19 set. 2007.

ROBERTSON, E. M. From creation to consolidation: A novel framework for memory processing. **PLoS Biology**, v. 7, n. 1, 2009.

RODRIGUEZ-OROZ, M. C. et al. Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms. **The Lancet Neurology**, v. 8, n. 12, p. 1128–1139, 2009.

ROULEAU, I.; SALMON, D. P.; VRBANCIC, M. Learning, Retention and Generalization of a Mirror Tracing Skill in Alzheimer's Disease. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 24, n. 2, p. 239–250, 9 abr. 2002.

RUBINOV, M.; SPORNS, O. Complex network measures of brain connectivity: uses and interpretations. **NeuroImage**, v. 52, n. 3, p. 1059–69, 2010.

SABE, L. et al. Dissociation Between Declarative and Procedural Learning in Dementia and Depression. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 17, n. 6, p. 841–848, 1995.

SADTLER, P. T. et al. Neural constraints on learning. **Nature**, v. 512, n. 7515, p. 423–426, 2014.

SAGNIER, S. et al. The Influence of Stroke Location on Cognitive and Mood Impairment. A Voxel-Based Lesion-Symptom Mapping Study. **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, p. 1–7, 2019.

SANFORD, A. M. Mild Cognitive Impairment. **Clinics in Geriatric Medicine**, v. 33, n. 3, p. 325–337, 2017.

SCARMEAS, N. et al. Motor signs predict poor outcomes in Alzheimer disease. **Neurology**, v. 64, n. 10, p. 1696–1703, 24 maio 2005.

SCHAEFER, S. Y.; DIBBLE, L. E.; DUFF, K. Efficacy and Feasibility of Functional Upper Extremity Task-Specific Training for Older Adults With and Without Cognitive Impairment. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 29, n. 7, p. 636–644, 23 ago. 2015.

SCHAEFER, S. Y.; DUFF, K. Within-session and one-week practice effects on a motor task in amnesic mild cognitive impairment. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 39, n. 5, p. 473–484, 2017.

SCHAEFER, S. Y.; HENGGE, C. R. Testing the concurrent validity of a naturalistic upper extremity reaching task. **Experimental Brain Research**, v. 234, n. 1, p. 229–240, 2016.

SCHAEFER, S. Y.; LANG, C. E. Using dual tasks to test immediate transfer of training between naturalistic movements: A proof-of-principle study. **Journal of motor behavior**, v. 44, n. 5, p. 313, 1 set. 2012.

SCHEERER, E. Motor Theories of Cognitive Structure: A Historical Review. In: PRINZ, W.; SANDERS, A. F. (Eds.). **Cognition and Motor Processes**. First ed. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1984. p. 77–98.

SCHULTENS, P. et al. Alzheimer's disease. **The Lancet**, v. 388, n. 10043, p. 505–517, 30 jul. 2016.

SCHMAHMANN, J. D. From movement to thought: Anatomic substrates of the cerebellar contribution to cognitive processing. **Human Brain Mapping**, v. 4, n. 3, p. 174–198, 1996.

SCHMAHMANN, J. D.; CAPLAN, D. Cognition, emotion and the cerebellum. **Brain**, v. 129, n. 2, p. 290–292, 1 fev. 2006.

SCHMIDT, R. A. A schema theory of discrete motor skill learning. **Psychological review**, v. 82, n. 4, p. 225–259, 1975a.

SCHMIDT, R. A. A schema theory of discrete motor skill learning. **Psychological Review**, v. 82, n. 4, p. 225–260, 1975b.

SCHMIDT, R. A. **Motor control and Learning - A Behavioral Emphasis**. Second Edi ed. Champaign: HUMAN KINETICS PUBLISHERS, 1988.

SCHMIDT, R. A. Motor Schema Theory after 27 Years: Reflections and Implications for a New Theory. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 74, n. 4, p. 366–375, dez. 2003.

SCHMIDT, R. A. et al. **Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis**. 6. ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2019.

SCHMIDT, R. A.; LEE, T. D. Human Information Processing. In: **Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis**. Fourth ed. Champaign: Humam Kinetics, 2005. p. 52–87.

SCHMIDT, R. A.; LEE, T. D. **Motor Learning and Performance**. Fifth ed. [s.l.] Humam Kinetics, 2014.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Aprendizagem e Performance Motora: Uma abordagem da aprendizagem baseada no problema**. 2ª edição ed. Porto Alegre: [s.n.].

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Aprendizagem e Performance Motora: Uma abordagem da aprendizagem baseada na situação**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

SCHMIDT, R.; LEE, T. **Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis**. 5. ed. [s.l.] Humam Kinetics, 1999.

SCHMIDT, R.; LEE, T. **Motor Control and Learning**. 5. ed. [s.l.] HUMAN KINETICS PUBLISHERS, 2011.

SCHMITZ, X. et al. The benefits of errorless learning for serial reaction time performance in Alzheimer's disease. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 39, n. 2, p. 287–300, 2014.

SCHRÖTER, A. et al. Kinematic analysis of handwriting movements in patients with Alzheimer's disease, mild cognitive impairment, depression and healthy subjects. **Dementia and Geriatric Cognitive Disorders**, v. 15, n. 3, p. 132–142, 2003.

SEIDLER, R. D. Neural correlates of motor learning, transfer of learning, and learning to learn. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 38, n. 1, p. 3–9, 2010.

SERRIEN, D. J.; IVRY, R. B.; SWINNEN, S. P. The missing link between action and cognition. **Progress in Neurobiology**, v. 82, n. 2, p. 95–107, jun. 2007.

SHADMEHR, R.; HUANG, H. J.; AHMED, A. A. A Representation of Effort in Decision-Making and Motor Control. **Current Biology**, v. 26, n. 14, p. 1929–1934, 2016.

SHI, D.; CHEN, X.; LI, Z. Diagnostic test accuracy of the Montreal Cognitive Assessment in the detection of post-stroke cognitive impairment under different stages and cutoffs: a systematic review and meta-analysis. **Neurol Sci**, 2018.

SHIFFRIN, R. M.; SCHNEIDER, W. Controlled and automatic human information processing: I. Detection, Search and Attention. **Psychological Review**, v. 84, n. 1, p. 1–66, 1977.

SINGER, R. N. **Motor learning and human performance**. 3. ed. New York: Macmillan Publishing, 1980.

SMILEY-OYEN, A. L.; WORRINGHAM, C. J.; CROSS, C. L. Motor learning processes in a movement-scaling task in olivopontocerebellar atrophy and Parkinson's disease. **Experimental brain research**, v. 152, n. 4, p. 453–465, out. 2003.

SMITH, E. E. et al. **Cerebral microinfarcts: The invisible lesions**. **The Lancet Neurology** NIH Public Access, , mar. 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22341035>>. Acesso em: 23 maio. 2017

SMITH, J. G.; MCDOWALL, J. The implicit sequence learning deficit in patients with Parkinson's disease: A matter of impaired sequence integration? **Neuropsychologia**, v. 44, n. 2, p. 275–288, 2006.

SQUIRE, L.; ZOLA-MORGAN, S. The medial temporal lobe memory system. **Science**, v. 253, n. 5026, p. 1380–1386, 20 set. 1991.

STEFANOVA, E. D. et al. Visuomotor skill learning on serial reaction time task in patients with early Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 15, n. 6, p. 1095–1103, nov. 2000.

STELMACH, G. E. **Motor Control : Issues and Trends**. [s.l.] Elsevier Science, 1976.

STELMACH, G. E. Information-Processing Framework for understanding Human Motor Behavior. In: KELSO, J. A. S. (Ed.). **Human motor behavior: An introduction**. 1. ed. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1982. p. 63–91.

STRAUCH, C. et al. Pupillometry as an integrated readout of distinct attentional networks. **Trends in Neurosciences**, v. 0, n. 0, jun. 2022.

STUSS, D. T. Functions of the frontal lobes: relation to executive functions. **Journal of the International Neuropsychological Society : JINS**, v. 17, n. 5, p. 759–65, 2011.

SUBRAMANIAN, S. K. et al. **Influence of training environment and cognitive deficits on use of feedback for motor learning in chronic stroke**. 2015 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR). **Anais...IEEE**, jun. 2015. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=7358582>>

SUN, J.-H.; TAN, L.; YU, J.-T. Post-stroke cognitive impairment: epidemiology, mechanisms and management. **Annals of translational medicine**, v. 2, n. 8, p. 80, 2014.

SUZUMURA, S. et al. Differences among patients with Alzheimer's disease, older adults with mild cognitive impairment and healthy older adults in finger dexterity. **Geriatrics & Gerontology International**, v. 18, n. 6, p. 907–914, 1 jun. 2018.

SVENNINGSSON, P. et al. Cognitive impairment in patients with Parkinson's disease: diagnosis, biomarkers, and treatment. **The Lancet. Neurology**, v. 11, n. 8, p. 697–707, ago. 2012.

SZETO, J. Y. Y. et al. Assessing the utility of the Movement Disorder Society Task Force Level 1 diagnostic criteria for mild cognitive impairment in Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 21, n. 1, p. 31–35, 1 jan. 2015.

TANI, G. et al. Aprendizagem motora- tendência. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 18, p. 55–72, 2004.

TANI, G. et al. Pesquisa na área de comportamento motor: modelos teóricos, métodos de investigação, instrumentos de análise, desafios, tendências e perspectivas . **Revista da Educação Física/ UEM**, v. 21, n. 3, p. 329–380, 2010.

TAYLOR, R. Spiral maze performance in dementia. **Perceptual and Motor Skills**, v. 87, n. 1, p. 328–330, 1998.

TEASELL, R. et al. Clinical Consequences of Stroke. In: TEASELL, R. (Ed.). **Stroke Rehabilitation Clinician Handbook**. 1. ed. Canada: Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation, 2014. p. 1–29.

TEASELL, R. et al. Post-Stroke Cognitive Disorders. 2018.

TONEGAWA, S. et al. Memory engram storage and retrieval. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 35, p. 101–109, 2015.

TORRIANI-PASIN, C. et al. Motor Learning of a cognitive-motor task after stroke. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 34, n. 1, p. 1–9, 2020.

TRICCO, A. C. et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. **Annals of Internal Medicine**, v. 169, n. 7, p. 467–473, 2018.

TRZEPACZ, P. T. et al. Relationship between the Montreal Cognitive Assessment and Mini-mental State Examination for assessment of mild cognitive impairment in older adults. **BMC geriatrics**, v. 15, n. 1, 7 set. 2015.

TSOLAKI, M. et al. Extrapyramidal symptoms and signs in Alzheimer's disease: Prevalence and correlation with the first symptom: <http://dx.doi.org/10.1177/153331750101600512>, v. 16, n. 5, p. 268–278, 4 set. 2016.

VAN HALTEREN-VAN TILBORG, I. A. D. A.; SCHERDER, E. J. A.; HULSTIJN, W. Motor-Skill learning in Alzheimer's disease: A review with an eye to the clinical practice. **Neuropsychology Review**, v. 17, n. 3, p. 203–212, set. 2007.

VAN TILBORG, I. A. D. A.; HULSTIJN, W. Implicit motor learning in patients with Parkinson's and Alzheimer's disease: Differences in learning abilities? **Motor Control**, v. 14, n. 3, p. 344–361, 2010.

VAN VLIET, P. M.; WULF, G. Extrinsic feedback for motor learning after stroke: what is the evidence? **Disability and rehabilitation**, v. 28, n. 13–14, p. 831–840, 7 jan. 2006.

VANDENBOSSCHE, J. et al. Does implicit learning in non-demented Parkinson's disease depend on the level of cognitive functioning? **Brain and Cognition**, v. 69, n. 1, p. 194–199, fev. 2009.

VANDENBOSSCHE, J. et al. Impaired implicit sequence learning in parkinson's disease patients with freezing of gait. **Neuropsychology**, v. 27, n. 1, p. 28–36, 2013.

VANGILDER, J. L. et al. Visuospatial function predicts one-week motor skill retention in cognitively intact older adults. **Neuroscience Letters**, v. 664, p. 139–143, 18 jan. 2018.

VÖGLEIN, J. et al. Clinical, pathophysiological and genetic features of motor symptoms in autosomal dominant Alzheimer's disease. **Brain : a journal of neurology**, v. 142, n. 5, p. 1429–1440, 1 maio 2019.

WAHLUND, L.-O. W.; ERKINJUNTTI, T.; GAUTHIER, S. **Vascular cognitive impairment in clinical practice**. First ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

WELLS, GEORGE & SHEA, BEVERLEY & O'CONNELL, D & PETERSON, JE & WELCH, VIVIAN & LOSOS, M & TUGWELL, P. **The Newcastle–Ottawa Scale (NOS) for Assessing the Quality of Non-Randomized Studies in Meta-Analysis**. Disponível em: <[http://www.ohri.ca/programs/clinical\\_epidemiology/oxford.asp](http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp)>.

WHITFIELD, J. A.; GOBERMAN, A. M. Speech motor sequence learning: Acquisition and retention in parkinson disease and normal aging. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 60, n. 6, p. 1477–1492, 2017.

WILLIAMS-GRAY, C. H. et al. Evolution of cognitive dysfunction in an incident Parkinson's disease cohort. **Brain : a journal of neurology**, v. 130, n. Pt 7, p. 1787–1798, 2007.

WILLIAMS-GRAY, C. H. et al. The distinct cognitive syndromes of Parkinson's disease: 5 year follow-up of the CamPaIGN cohort. **Brain : a journal of neurology**, v. 132, n. Pt 11, p. 2958–2969, nov. 2009.

WILLIAMS-GRAY, C. H. et al. The CamPaIGN study of Parkinson's disease: 10-year outlook in an incident population-based cohort. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 84, n. 11, p. 1258–1264, 2013.

WILLINGHAM, D. B. Patients with Alzheimer's disease who cannot perform some motor skills show normal learning of other motor skills. **Neuropsychology**, v. 11, n. 2, p. 261–271, 1997.

WINSTEIN, C. J.; MERIANS, A. S.; SULLIVAN, K. J. **Motor learning after unilateral brain damage. Neuropsychologia**, 1999.

WOLPERT, D. M.; LANDY, M. S. Motor control is decision-making. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 22, n. 6, p. 996–1003, 2012.

WONG, A. L.; HAITH, A. M.; KRAKAUER, J. W. Motor Planning. **The Neuroscientist**, v. 21, p. 385–398, 2015.

WOOD, K. L. et al. Different PD-MCI criteria and risk of dementia in Parkinson's disease: 4-year longitudinal study. **NPJ Parkinson's disease**, v. 2, n. 1, 1 dez. 2016.

WRIGHT, D. L.; SHEA, C. H. Cognition and Motor Skill Acquisition - Contextual Dependencies. In: REYNOLDS, C. (Ed.). **Cognitive Assessment**. 1. ed. New York: Springer Science, 1994. p. 89–106.

WU, Q.; CHAN, J. S. Y.; YAN, J. H. Mild cognitive impairment affects motor control and skill learning. **Reviews in the Neurosciences**, v. 27, n. 2, p. 197–217, 1 jan. 2016.

WULF, G. **Attention and motor skill learning**. 1. ed. [s.l.] HUMAN KINETICS PUBLISHERS, 2007.

WULF, G.; MCNEVIN, N.; SHEA, C. H. The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. **The Quarterly journal of experimental psychology. A, Human experimental psychology**, v. 54, n. February 2015, p. 1143–1154, 2001.

WULF, G.; SHEA, C.; LEWTHWAITE, R. Motor skill learning and performance: A review of influential factors. **Medical Education**, v. 44, n. 1, p. 75–84, jan. 2010.

WULF, G.; WEIGELT, C. Instructions about physical principles in learning a complex motor skill: to tell or not to tell.... **Research quarterly for exercise and sport**, v. 68, n. 4, p. 362–367, 1997.

YAMAWAKI, R. et al. Evaluation of Cognitive Function in Relation to Progression of Parkinson Disease. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 99, n. 7, p. 626–629, 1 jul. 2020.

YAN, J. H. Effects of aging on linear and curvilinear aiming arm movements. **Experimental Aging Research**, v. 26, n. 4, p. 393–407, 2000.

YAN, J. H. et al. Alzheimer's disease and mild cognitive impairment deteriorate fine movement control. **Journal of Psychiatric Research**, v. 42, n. 14, p. 1203–1212, out. 2008.

YAN, J. H.; ABERNETHY, B.; LI, X. The effects of ageing and cognitive impairment on on-line and off-line motor learning. **Applied Cognitive Psychology**, v. 24, n. 2, p. 200–212, fev. 2010.

ZHUANG, L.; YANG, Y.; GAO, J. Cognitive assessment tools for mild cognitive impairment screening. **Journal of Neurology**, v. 268, n. 5, p. 1615–1622, 14 maio 2021.

ZINN, S. et al. Executive Function Deficits in Acute Stroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, n. 2, p. 173–180, 2007.

## MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela 17 -Informações adicionais coletadas dos estudos incluídos para as populações de DA e CCL.

Referência	País	Objetivo	Amostra	Idade (média/ desvio padrão)	População pesquisada
Deweer et al, 1994	França	Avaliar as habilidades de memória que estão prejudicadas ou preservadas na DA	30 pacientes com provável DA em dois grupos: um grupo de pacientes institucionalizados (grupo DA1; N = 13; dois homens, 11 mulheres) e um grupo de pacientes ambulatoriais (grupo DA2; N = 17; três homens, 14 mulheres); e 19 no grupo controle.	GC: 73.4 (59-82); GDA1: 80.2 (71-88); GDA2: 73.6 (65-79)	Doença de Alzheimer
Dick et al, 2001	USA	O papel do feedback visual no desempenho de uma tarefa motora fina, em doentes com doença de Alzheimer (DA) e em idosos saudáveis.	Experimento 1: 18 pacientes com DA e 18 controles idosos saudáveis. Experimento 2: 15 pacientes com DA e 15 controles idosos saudáveis. Experiência 3: 9 pacientes com DA e 9 controles idosos saudáveis.	Experimento 1: DA:79.4 (10.9); controles: 72.6 (12.0). Experimento 2: DA: 79.9 (9.2); controles: 74.6 (6.9). Experimento 3: DA: 77.1 (11.38); controles: 76.2 (4.97).	Doença de Alzheimer
Knopman et al, 2014	USA	Este estudo examinou a retenção da aprendizagem processual.	16 idosos controles (IC) e 11 pacientes com DA apresentaram dados adequados para avaliação do aprendizado inicial. e 14 indivíduos IC e 8 pacientes com DA tinham dados adequados para avaliação de retenção.	DA: 72.8 (6.); EC: 69.4 (6.4)	Doença de Alzheimer

Referência	País	Objetivo	Amostra	Idade (média/ desvio padrão)	População pesquisada
Ferraro et al, 1993	USA	Este estudo examinou o desempenho da memória implícita	Doença de Parkinson: 17 participantes. Grupo Controle pareado por idade: 26 participantes; demência muito leve: 27 participantes; demência leve: 15 participantes.	Doença de Parkinson: 69 anos. Controle pareado por idade: 70 anos; demência muito leve: 73 anos; demência leve: 74 anos	Doença de Parkinson; demência muito leve; demência leve
Dick et al, 1996	USA	Este estudo examinou a aquisição e retenção de longo prazo de uma habilidade motora grossa, ou seja, jogar, em pacientes com doença de Alzheimer (DA) de moderada a severa e adultos mais velhos saudáveis.	23 pacientes com demência moderada a grave de Alzheimer (DA) e 22 idosos saudáveis.	DA: 78,0 (5,9); Idosos: 75,0 (5,6)	Doença de Alzheimer
Dick et al 2003	USA	Para identificar estratégias de aprendizagem ideais, os autores fizeram os participantes praticarem a busca rotativa sob condições constantes, bloqueadas, aleatórias ou sem treinamento.	200 participantes (100 pacientes com doença de Alzheimer (DA) e 100 controles normais (NCs). Grupos: Bloqueado, Constante, Aleatório e Sem treinamento, cada grupo com 25 participantes.	Blocos: 75,4 (+/- 6,6); Constante 75,1 (+/- 6,9); Aleatório 74,4 (+/- 9,3); Sem treinamento 75,8 (+/- 6,3)	Doença de Alzheimer
Nemeth et al 2013	Hungria	investigar a aquisição de conhecimento de sequência no comprometimento cognitivo leve.	34 participantes (17 comprometimento cognitivo leve (MCI); 17 idosos saudáveis)	(Média MCI = 61.82, Desvio padrão MCI = 7.70; Média controle = 57.82, Desvio padrão controle = 8.47)	Comprometimento cognitivo leve

Referência	País	Objetivo	Amostra	Idade (média/ desvio padrão)	População pesquisada
Willingham et al 1997	USA	Investigue se os pacientes com DA podem aprender. Se puder, para saber se existem diferenças sobre o tipo de tarefa e essas tarefas seriam prejudicadas em comparação com participantes que podiam realizar todas as tarefas.	40 participantes (20 DA e 20 controles pareados por idade e educação)	(DA média= 75, desvio padrão= 7.7; Controles média = 74.9, desvio padrão= 5.5)	Doença de Alzheimer
Sabe et al 1995	Argentina	Determinar se há dissociações significativas entre o aprendizado procedimental e declarativo em pacientes não-deprimidos com depressão maior e pacientes deprimidos e não-deprimidos com DA.	85 participantes (Grupo DA-deprimido n = 20; Grupo DA não deprimido n = 35; Grupo Deprimido n = 14; Grupo Controle Normal n = 16)	DA com depressão grave (média= 72.5; desvio padrão =6.8); DA sem depressão (média= 74.2 desvio padrão=7.4); Depressão leve (média = 67.5 desvio padrão=3.8); Grupo controle(média= 69.3 desvio padrão= 8.2)	Doença de Alzheimer
Niermeyer et al. (2016)	USA	Investigar a influência da função executiva na aprendizagem de habilidades motoras seriadas.	Adulto (57), Idoso (90)	Jovens (22.77 +/-4.76), Idosos (68,59 +/- 5.39)	Jovens e idosos sem afecção neurológica (idosos com CCL)
Liu, Cao and Yan (2013)	China	Verificar os efeitos do tempo de feedback na aprendizagem motora de jovens e idosos.	Adulto (55) Idoso (57)	Jovens (25,8 +/- 4.2), Idosos (73.1 +/- 3.8)	Jovens e idosos sem afecção neurológica (idosos com CCL)

Referência	País	Objetivo	Amostra	Idade (média/ desvio padrão)	População pesquisada
Schmitz et al 2014	Canada	Investigar estratégia de diminuição de erros na aprendizagem motora de indivíduos com doença de Alzheimer.	Idoso (14) Doença de Alzheimer (14)	Idosos (78.8 +/- 6.4), Alzheimer (79.4 +/- 4.6)	Alzheimer leve e Idoso.
Dick et al (1995)	USA	Investigar a aquisição e a retenção de longo prazo da tarefa de perseguição variando a quantidade de prática em indivíduos com doença de Alzheimer e controles saudáveis.	Alzheimer (12), controles (12)	Controles (74,5 +/- 4,9), Alzheimer (75,2 +/- 4,8)	Alzheimer moderado a grave e Idosos saudáveis.
Hirono et al (1997)	Japão	Investigar o aprendizado motor em indivíduos com doença de Alzheimer leve.	Alzheimer (36) controles (19).	Controles (70.5 +/- 9), Alzheimer (70.3+/-9).	Alzheimer leve e idosos saudáveis.
Schaefer e Duff (2017)	USA	Investigar o desempenho motor e a aprendizagem dosefeitos da prática de uma tarefa motora em pacientes amnésicos com déficits cognitivos leves.	54 participantes amnésicos com comprometimento cognitivo leve.	75.8 ± 5.9	participantes com comprometimento cognitivo leve amnésico.

Instrumentos de avaliação da cognição	Dados da avaliação cognitiva	Constructo cognitivo avaliado	Gravidade
Mini Exame de Estado Mental (MEEM); Wechsler Memory scale; Logical Memory; PM47 (IQ); Letter fluency; Category fluency.	<b>Wechsler Memory scale</b> GC:113.3 (102-123); GDAI: 70.1 (55-88); GDA2: 81.4 (65-99) <b>Logical Memory</b> GC: 10.5 (6-19); GDA1: 1.6 (0-5), GDA2: 3.8 (2-8); <b>MEEM</b> GC: 28.4 (26-30);, GDA1: 15.9 (10-24), GDA2: 21.6 (14-27); <b>PM 47 (IQ)</b> ; GC:110.6 (87-130), GDA1: 80.2 (70-108), GDA2: 96.1 (60-125); <b>Letter fluency</b> : GC:13.1 (6-27), GDA1: 4.7 (1-12), GDA2: 6.5 (2-13); <b>Category fluency</b> ; GC: 14.6 (8-20), GDA1: 5.5 (1-10), GDA2: 10.4 (5-20); <b>MADRS</b> GC: 5.4 (0-12); GDA1: 6.2 (0-13), GDA2: 8.5 (2-14)	memória lógica, memória visual e associados; nomeação; vocabulário, símbolos de dígitos, discriminação de imagem	demência (dois grupos com doença de Alzheimer)
Mini Exame de Estado Mental (MEEM)	MEEM: Experimento 1: DA: 18,0 (6,3), controles idosos: 27,2 (2,3). Experimento 2: DA: 18,0 (5,6), controles idosos: 28,7 (1,2). Experimento 3: DA: 21,8 (3,8), controles idosos: 28,8 (1,2).	MEEM usado para rastrear a presença de comprometimento cognitivo em controles normais e classificar a gravidade da demência em pacientes com DA.	Demência
Porteus Maze test; Mini Exame de Estado Mental, e Block Design subtest of the Wechsler Adult Intelligence Scale-revised, Visual Reproduction subtest with immediaterecall of the Wechsler Memory Scale	<b>MEEM</b> : DA: 20.7 (3.1), EC: 28.9 (1.3); <b>WMS visual reproduction (immediate recall)</b> ; DA: 3.4 (3.4), EC: 9.1 (2.2); <b>Porteus mazes (test age)</b> : DA: 11.0 (2.9), EC: 16.5 (2.5); <b>WAIS-R Block Design (raw score)</b> : DA: 13.4 (11.4), EC: 27.5 (6.1)	Memória (declarativa e implícita)	Demência
Clinical Escala de Avaliação Clínica de demência; Wechsler Adult Intelligence Scale; Benton visual retention test; Wechsler Adult memory Scale; Benton copy test; trail making form A	<b>Logical memory</b> : DP: 8.59 (3.06). Controle pareado por idade: 10.57 (2.73); Demência muito leve: 5.30 (3.12); Demência leve: 2.60 (1.64). <b>Trail Form A</b> : DP: 58.65 (28.68). Controle pareado por idade: 38.04 (13.20); Demência muito leve: 56.07 (28.24); Demência leve: 64.53 (21.50). <b>WAIS information</b> : DP:21.23 (3.23). Controle pareado por idade: 22.16 (3.89); Demência muito leve: 16.52 (5.83) Demência leve: 11.93 (4.73).	memória, orientação, resolução de problemas, assuntos comunitários, hobbies e cuidados pessoais	Demência muito leve e demência leve

Instrumentos de avaliação da cognição	Dados da avaliação cognitiva	Constructo cognitivo avaliado	Gravidade
Mini Exame de Estado Mental (MEEM);Escala de Avaliação de demência; Blessed Dementia Scale	MEEM: DA: 8.1 (7.4); Idosos: 28.6 (1.6); Escala de Avaliação de demência: DA: 44.0 (42.2); Idosos: 141.1 (2.9) ; Blessed Dementia Scale: DA: 10.4 (3.4); Idosos: 0.1 (0.2)	Gravidade da demência, memória e concentração	Demência
Mini-Mental State Examination (MEEM) and Blessed Information, Memory, and Concentration (BIMC)	MEEM: Blocos: 16 (6.6); Constante: 16.5 (7.2); Aleatório: 18 (5.9); Sem treinamento: 16.2 (5.4); BIMC: Blocos: 14.4; Constante: 15.4 (8.5); Aleatório: 17.2 (7.2);Sem treinamento: 15 (6.2)	Memória	
Mini Exame de Estado Mental—MEEM	MEEM: MCI- [ média 26.91, sd= 1.69] ; Controle [média =29.69, sd= 0.48]	Memória implícita	Sem informações
Escala de Avaliação Clínica de demência (DRS; Mattis, 1976),;the North American Adult Reading Test (NAART; Nelson & O'Connell, 1978); Clock Drawing task (Dal Pan, Stem, Sano, & Mayeux, 1989) and the Benton Visual Retention Test—Copy Administration (Benton, 1963); the Picture Arrangement subtest of the Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS; Wechsler, 1981); and the California Older Adult Stroop test (Pachana, Marcopulos, Yoash-Gantz, & Thompson, 1995).	AD: DRS [média= 115.5, desvio padrão= 12.9]/ NAART [ média=22.2, desvio padrão= 6.5] / Clock [ média= 2.1, desviopadrão= 1.3] / Picture [ média=3.9, desvio padrão= 3.9] / Benton [média= 4.1, desvio padrão= 3.6] / Stroop error [ média= 3.3, desvio padrão= 3.4] / Stroop time [ média= 25.8, desvio padrão= 50.7]	Memória implícita	Os pacientes com DA mostraram evidências claras de comprometimento em amplos domínios da cognição, típicos para seu grau de demência.
Hamilton Depression Scale (HAM-D) (Hamilton, 1960); Mini-Mental State Exam (MEEM) (Folstein, Folstein, & Mc Hugh, 1975; Buschke Selective Reminding Test (Buschke & Fuld, 1974	HDS [ AD depressão grave: média= 19.5, desvio padrão= 8.5 / AD sem depressão: média= 4.6, desvio padrão= 3.8] MEEM[ AD depressão grave: média= 19.3, desvio padrão= 6.4 / ADsem depressão: média= 20.3, desvio padrão= 5.9]	Planejamento	Pacientes com DA, demência moderada e grave

Instrumentos de avaliação da cognição	Dados da avaliação cognitiva	Constructo cognitivo avaliado	Gravidade
Escala de Avaliação Clínica de demência 2nd edition; Delis–Kaplan Executive Function System	Grupo Idosos: Escala de Avaliação Clínica de demência (Mean138.60/ SD 3.9)	Estado cognitivo geral (Escala de Avaliação Clínica de demência), Função Executiva (Delis-Kaplan).	Idosos saudáveis
MEEM, TMT-A, TMT-B.	Grupo Idosos: MEEM, 27–30, 28.9 1.9	Estado cognitivo (MEEM), atenção visual TMT-A, concentração TMT-B, atenção dividida e flexibilidade mental.	Idosos saudáveis
Escala de Avaliação de demência, Stroop test, Test d'évaluation de l'attention (TAP 2.2).	<p><b>Escala de Avaliação de demência:</b> AD média 118.6 Desvio padrão= 6.4, CONTROLES: média 138.7 Desvio padrão 4.4. <b>STROOP - time interference index:</b> AD média 166.1 Desviopadrão 87.1, CONTROLE média 72.2 Desvio padrão 46.1.</p> <p><b>Flexibility:</b> AD média 22.6 Desvio padrão 12.4, CONTROLES média .6 Desvio padrão 7.6. <b>Working memory:</b> AD média 18.7 Desvio padrão 7.7, CONTROLES média 11.1 desvio padrão 8.2.</p>	Demência e Função executiva (inibição, flexibilidade, e memória de trabalho).	Pacientes com DA, demência e idosos
MEEM. Blessed information, memory and concentration test. Clinical Dementia Rating.	<p><b>MEEM:</b> AD média 13.5 SD 4.7, Idosos média 28.5 Desvio padrão 13.5. <b>BDRS:</b> AD média 10.8 Desvio padrão 3.7, Idosos média 30.7 Desvio padrão 1.6. <b>CDR:</b> AD média 2.1Desvio padrão 0.3, Idosos 0/0.</p>	Demência, memória e função executiva.	Pacientes com DA demência moderada

<p>MEEM, Wechsler Adult Intelligence Scale Revised (WAIS-R), Western Aphasia Battery (WAB), Raven Colored Progressive Matrices (RCPM), Alzheimer's Disease Assessment Scale - Cognitive Part (ADAS), Miyake Retention Test (MRT), Wechsler Memory Scale Revised (WMS-R)</p>	<p><b>MEEM:</b> AD média 22.1 Desvio padrão 3.3</p>	<p>Demência, memória e função executiva.</p>	<p>Pacientes com DA demência leve</p>
<p>Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status. Estimate of premorbid intellect (Subtest of the Wide Range Achievement Test - 4). RBANS Delayed Memory Index (DMI), Hopkins Verbal Learning Test-Revised (HVLTR) Delay Recall, and Brief Visuospatial Memory Test- Revised (BVMT-R)</p>	<p>WRAT-4 109.7 ± 8.0 ; GDS 3.4 ± 2.4 ; HVLTR Delayed Recall 32.2 ± 12.9 ; BVMT-R Delayed Recall 33.5 ± 11.9 ; RBANS Total Scale Index 86.1 ± 15.5 ; Attention Index 99.5 ± 15.8 ; Language Index 91.1 ± 15.6 ; Visuospatial/Constructional Index 97.6 ± 17.5 ; Immediate Memory Index 82.2 ± 19.5; Delayed Memory Index 75.9 ± 24.5</p>	<p>Cognição e memória</p>	<p>Comprometimento cognitivo leve amnésico</p>

Tarefa motora realizada no estudo	Desfecho principal	Pré-teste (número detentativas)	Fase de aquisição (Dias/ Blocos de prática/ Tentativas por bloco)	Pós- teste (número detentativas)	Teste de retenção (Intervalo do teste/ número de tentativas)
Rotor de perseguição	Tempo de contato com o alvo(segundos)	Não realizado	(1 dia / 3 sessões / 2 blocos / 4 tentativas)	8 tentativas, separados em dois blocos de quatro	4 semanas
Rotor de perseguição	Tempo de contato com o alvo(segundos)	Não realizado	Experimento 1: (2 dias / 1 bloco / 40 tentativas); Experimento 2: (4 dias / 1 bloco / 40 tentativas + 2 blocos / 10 tentativas em velocidades diferentes); Experimento 3: (3 dias / 2 blocos / 40 ensaios)	não realizado	Não realizado
tarefa de tempo de reação seriada (SRT)	porcentagem média correta para precisão (tempo de reação)	4 blocos (SI: B1-4).	Aprendizagem implícita (Dia 1: 5 blocos / 100 tentativas por bloco; Dia 2: 2 blocos / 100 tentativas por bloco).	não realizado	1 dia
tarefa de tempo de reação seriada (SRT)	porcentagem média correta para precisão (tempo de reação)	1 bloco de 100 tentativas	Aprendizagem implícita: (1 dia / 10 blocos / 100 tentativas)	não realizado	Não realizado
habilidade motora grossa envolvia movimentos de arremesso discretos e fechados (os sujeitos foram treinados no arremesso por baixo de um saco de feijão de 2 x 2 polegadas com a mão dominante em um alvo de 36 polegadas " tipo arco flecha " compreendendo quatro círculos concêntricos)	Alvo	Não realizado	(10 semanas / 2 sessões práticas por semana / 2 séries / 32 tentativas)	não realizado	Intervalo de 4, 7 dias e 30 dias / 64 tentativas cada

Tarefa motora realizada no estudo	Desfecho principal	Pré-teste (número de tentativas)	Fase de aquisição (Dias/ Blocos de prática/ Tentativas por bloco)	Pós- teste (número de tentativas)	Teste de retenção (Intervalo do teste/ número de tentativas)
Rotor de perseguição	Tempo de contato com o alvo(segundos)	5 tentativas	1 dia / 4 blocos / 8 tentativas	18 tentativas	30 minutos
Tarefa de Tempo de Reação em Série Alternada (ASRT)	Tempo de reação, aprendizagem específica de sequência, mudança de habilidade geral offline	Não realizado	(1 dia / 6 blocos / 35 tentativas)	não realizado	(Intervalo de 24 horas / 5 tentativas)
Tarefa SRT; Tarefa de tempo de resposta serial(ISRT) incompatível; Rastreamento de perseguição	SRT (tempo de resposta); ISRT (tempo de resposta e precisão); Rotor de perseguição (erro quadrático médio e tempo médio no alvo)	Não realizado	10 blocos de 60 tentativas da tarefa SRT; 5 blocos de 60 testes do ISRT e 5 blocos de 4 testes no rastreamento de perseguição)	não realizado	não realizado
Labirinto	Tempo para completar o labirinto	Não realizado	1 dia / 5 blocos / 1 tentativa	não realizado	30 minutos de atraso (1 tentativa)
Tarefa de sequenciamento motor	Planejamento de ação, aprendizagem de ação, velocidade e precisão do controle motor.	Não realizado	1 dia / 4 blocos / sequências de 2 a 5 movimentos	não realizado	não realizado

Tarefa motora realizada no estudo	Desfecho principal	Pré-teste (número detentativas)	Fase de aquisição (Dias/ Blocos de prática/ Tentativas por bloco)	Pós- teste (número detentativas)	Teste de retenção (Intervalo do teste/ número de tentativas)
Posicionamento linear	Erro absoluto e variável.	Não realizado	1 dia / 12 blocos / 3 tentativas.	não realizado	não realizado
Tempo de reação seriada	Tempo de resposta	Familiarização (60 elementos aleatórios).	1 dia / 10 tentativas de 6 elementos cada (4 tentativas com conhecimento explícito - sem erros ou errados).	não realizado	não realizado
Rotor de perseguição	Tempo de contato com o alvo(segundos)	Não realizado	Grupo 1: ( 1 dia / 40 tentativas de 22 duração) ; Grupo 2: (2 dia / 80 tentativas); Grupo 3: (3 dias / 120 tentativas)	não realizado	Teste de retenção de 15 tentativas/ Intervalo de 20 min, 2 dias, 7 dias e 37 dias.
Teste de rastreamento coordenado bi-manual(BCTT)	Tempo para completar a tarefa	Não realizado	3 vezes ao dia em 3 dias consecutivos. 1 tentativa por sessão de 20 minutos.	não realizado	não realizado
Nova tarefa motora da extremidade superior (transporte de feijão com uma colher de plástico convencional)	Tempo da tentativa	1 bloco (15 tentativas)	1 dia/ 9 blocos/15 tentativas	não realizado	7 dias de intervalo de tempo / 1 bloco / 15 tentativas

Teste de transferência (Intervalo/ número de tentativas)	Qual era a variável independente do estudo?	Dados da fase de aquisição (pré e pós teste)
Não realizado	Habilidades de memória	Os pacientes do grupo AD1 e seus controles apresentaram melhora significativa de bloco para bloco ( $F = 7,8$ ; $df. = 5, 75$ ; $p < 0,0001$ ), sem efeito de grupo significativo ( $F = 0,8$ ; $df. = 1,15$ ) ou grupo X interação de bloco ( $F = 0,16$ ; $df = 5, 75$ ). Os pacientes do grupo AD2 e seus controles também melhoraram significativamente de bloco para bloco ( $F = 84,8$ ; $df. = 5, 120$ ; $p < 0,0001$ ), sem efeito de grupo significativo ( $F = 0,5$ ; $df. = 1, 24$ ) ou grupo X interação de bloco ( $F = 0,7$ ; $df = 5, 120$ ).
1 dia. Experimento 1: 1 dia de intervalo 40 tentativas. Experimento 2: 1 dia de intervalo 40 tentativas, e um dia após 40 tentativas.	Feedback	Experimento 1: os pacientes com DA realizaram a tarefa em um tempo significativamente mais lento do que os controles normais para atingir o mesmo TOT, $t(34): 3,94$ , $p 0,001$ . Pacientes com DA e controles normais mostraram níveis semelhantes de melhora no acompanhamento ao longo dos dois dias de treinamento; Experimento 2: pacientes com DA e controles normais aprenderam a tarefa de perseguição rotativa igualmente bem durante os ensaios de FV na velocidade basal com ambos os grupos atingindo níveis semelhantes de desempenho no final do Dia 2; Experimento 3: TOT médio durante o primeiro bloco de quatro ensaios de FV não foi significativamente diferente nos pacientes com DA (7,42 (0,86)) e controles normais (M: 7,09 (0,51)). RMANOVA. Apenas o efeito principal para a Condição, $F(1,16): 31,14$ , $p .001$ , atingiu significância.
Não realizado	Tempo de retenção	O grupo EC (incluindo os dois identificados como não aprendizes, $n = 16$ ) mostrou uma redução na latência de resposta nos primeiros quatro blocos da sessão um (163 ms) e um aumento na latência em SI: B5 (128 ms). O grupo de pacientes com DA (incluindo os três identificados como não aprendizes, $n = 11$ ) também mostrou uma redução muito maior nas latências de resposta nos primeiros quatro blocos da sessão um (421 ms), mas um aumento menor no RT em SI: B5 (80 ms). Os subgrupos não diferiram em suas diferenças SI: B5-S1: B4 (AD: 119 f 47 ms; EC: 146 k 74 ms; a interação de bloco do grupo X em uma ANOVA não foi significativa, $F < 1,0$ ).

Teste de transferência (Intervalo/ número de tentativas)	Qual era a variável independente do estudo?	Dados da fase de aquisição (pré e pós teste)
Não realizado	Memória implícita	Todos os grupos apresentaram diminuição na latência de resposta entre os blocos 1 a 4.
Não realizado	Tempo de retenção	Esta análise demonstrou claramente que as duas condições de prática (constante e variável) afetaram o desempenho de pacientes com DA e controles saudáveis de forma diferente. Enquanto os controles saudáveis que receberam prática variável foram capazes de realizar a tarefa de lançamento tão bem ou melhor do que aqueles que receberam prática constante, os pacientes com DA mostraram o padrão oposto.
30 minutos	Tipo de prática	PRE x POS (AD (M = 5.2, SD = 1.1)
SRT: intervalo não mencionado (1 bloco - 60 tentativas); Intervalo não mencionado (2 blocos 5 ensaios)	Memória implícita	aprendizagem de habilidades gerais [mostrado pelo efeito principal significativo de EPOCH: $F(6, 192) = 42,70, \eta^2p = 0,57, p < 0,001$ ]. RTs diminuíram mais acentuadamente no grupo MCI (153 ms da primeira tentativa para a última) do que nos controles (95 ms). Essa diferença foi causada principalmente pelos RTs relativamente mais lentos do grupo MCI na primeira tentativa em comparação com os controles (790 vs. 692 ms, $p = 0,07$ ).
SRT: intervalo não mencionado (1 bloco - 60 tentativas); ISRT: intervalo não mencionado 1 bloco 60 tentativas); Rastreamento de perseguição: (2 blocos 5 tentativas)	Tipos de tarefas	SRT: uma análise de variância (ANOVA) nos primeiros nove blocos sequenciados mostrou que os participantes responderam mais rapidamente nos blocos de ensaio, $F(8,232) = 23,8, p < 0,001, MSE = 39.402$ . Embora os pacientes com DA tenham respondido mais lentamente do que os controles, $F(1,29) = 6,4, p < 0,05, MSE = 967.628$ , não houve uma diferença na taxa de melhoria de RT entre os blocos de teste, $F(8, 232) = 0,9, p > 0,20, A / S \text{ } \text{ } = 39.402$ .

Teste de transferência (Intervalo/ número de tentativas)	Qual era a variável independente do estudo?	Dados da fase de aquisição (pré e pós teste)
Não realizado	Depressão	As pontuações do labirinto foram analisadas de forma semelhante usando uma ANOVA de três fatores. Houve uma interação significativa Demência x tentativa ( $F(5,405) = 2,84, p < 0,05$ ), uma interação Depressão x Demência significativa ( $F(1,81) = 6,23, p < 0,05$ ), e uma interação entre - Depressão significativa x Tentativa $F(5,405) = 2,07, p = 0,06$ .
Não realizado	Funções executivas	Múltiplas análises e regressão, pouco poder preditivo. Os autores citam action learning sem teste de retenção, pela melhoria de desempenho.
30 minutos	Feedback	1 - Houve análise entre jovens e idosos. 2 - Houve análise do timing do feedback (como se fosse dois experimentos). Em um havia análise de 3 condições de feedback atrasado. Em outro havia análise do tempo entre o feedback e a próxima tentativa. 3 - Para cada experimento havia idosos e saudáveis, que eram divididos em experimental (recebia feedback) e controle (sem feedback). no experimental dos idosos metade tinha déficit cognitivo, o que inviabiliza efeito do feedback
Não realizado	Estratégia de diminuição de erros	1 - Error less induziu mais erros em indivíduos Alzheimer e saudáveis. 2 - Os indivíduos Alzheimer só foram piores do que saudáveis quando errofull foi fornecido. 3 - Não houve diferença significativa entre eles na condição sem erros. 4 - O aprendizado implícito para os pacientes de Alzheimer foi melhor para uma condição sem erros.
Não realizado	Quantidade de prática	1 - Não houve diferença significativa entre os grupos para os 40 primeiros blocos de prática. 2 - A prática extra (80 e 120 tentativas) não induziu melhora no desempenho motor para ambos os grupos.

Teste de transferência (Intervalo/ número de tentativas)	Qual era a variável independente do estudo?	Dados da fase de aquisição (pré e pós teste)
Não realizado	Gravidade da demência	Os pacientes de Alzheimer demonstraram melhora no desempenho motor ao longo da prática. Os controles demonstraram melhor desempenho motor do que Alzheimer ao longo de todos os treinos.
Não realizado	Prática	Os participantes demonstraram melhora no desempenho motor no final da prática. 2 - Nenhuma relação significativa entre as medidas dos efeitos da prática e Pontuação total da escala no RBANS

Dados da retenção (comparação com préteste ou pós-teste)	Dados do teste de transferência	Dados da covariável	Segundo os autores, o grupo com comprometimento cognitivo aprendeu? (sim ou não)	O desempenho do grupo com comprometimento cognitivo diferiu do grupo controle?	Segundo os autores, a cognição afetou o processo? (Sim ou não)
A retenção de longo prazo após um atraso de 4 semanas foi semelhante em controles ou em pacientes com DA que foram avaliados.	Não realizado	Não realizado	Sim	Não	Sim
Não realizado	Experimento 1: Todos os participantes mostraram um declínio significativo no TOT . Experimento 2 de RV: ambos os grupos mostraram um declínio noTOT, com a diminuição sendo maior em pacientes com DA do que os controles normais.	O estado cognitivo mostrou uma relação significativa com a velocidade basal em pacientes comDA, $r(33) = 0,52$ , $p < 0,01$ , mas não nos controles.	Sim	Sim	Sim
Ambos os grupos mostraram efeitos da exposição anterior à sequência de repetição, em que eles tiveram RT muito menor em S2:BI do que tinham quando eram inexperientes para a tarefa e a sequência de repetição inicialmente na sessão em S1: BI. Havia um efeito principal do grupo ( $F(1,18) = 22,3$ , $p < 0,0003$ ), mas apenas um efeito marginal de bloco ( $F(1,18) = 4,53$ , $p < 0,05$ ) e nenhum efeito de retardado ( $F(1,18) = 1,94$ , $p = 0,18$ ).	Não realizado	Associação (especulação) entre os piores desempenhos na tarefa e menores pontuações nas avaliações cognitivas (sem teste estatístico).	Sim, porém com desempenho inferior	Sim	Sim
A latência de resposta parece aumentar entre os blocos 4 e 5, esta diferença é menor para o grupo com demência leve em comparação com o grupo de controle e com demência muito leve; finalmente, o grupo PD é semelhante ao grupo de controle.	Não realizado	Não houve correlação dos testes psicométricos com o desempenho na tarefa.	Não	Sim	Sim

Dados da retenção (comparação com préteste ou pós-teste)	Dados do teste de transferência	Dados da covariável	Segundo os autores, o grupo com comprometimento cognitivo aprendeu? (sim ou não)	O desempenho do grupo com comprometimento cognitivo diferiu do grupo controle?	Segundo os autores, a cognição afetou o processo? (Sim ou não)
<p>Na prática constante, os pacientes com DA foram capazes de adquirir e manter a tarefa de lançamento, bem como controles saudáveis; Os pacientes com DA também realizaram a tarefa de lançamento melhor após o atraso de 1 semana (PT2) e 1 mês (PT3) do que imediatamente após o treinamento (PT1). Na prática variável, os pacientes com DA realizaram a tarefa de lançamento significativamente pior do que os controles saudáveis em todos os três pós-testes.</p>	<p>Não realizado</p>	<p>o nível de comprometimento cognitivo foi correlacionado com a distância da linha de base do alvo (<math>r = 0,60</math>, <math>p &lt; 0,05</math>).</p>	<p>Sim, somente o grupo de prática constante</p>	<p>Sim</p>	<p>Sim</p>
<p>Não realizado</p>	<p>pacientes com DA atribuídos à condição de prática constante mostraram pontuações TOT significativamente mais altas durante os testes de transferência que aqueles na condição sem treinamento (<math>M = 2,67</math>, <math>SE = 0,68</math>, <math>p &lt; 0,001</math>).</p>	<p>Resultados da regressão: Pontuação MEEM BASE <math>B = 0,638</math> - <math>t = 9,571</math> <math>p = 0,000</math>; TRANSFERIR MEEM score <math>B = 0,392</math>; <math>t = 6,971</math>; <math>p = 0,000</math></p>	<p>Sim, somente o grupo de prática constante</p>	<p>Sim</p>	<p>Sim</p>
<p>ANOVA revelou aprendizagem específica de sequência [indicado <math>\eta^2</math> pelo efeito principal significativo de TRIPLET: <math>F(1, 32) = 19,68</math>, <math>p = 0,38</math>, <math>p &lt; 0,001</math>] que foi retido ao longo das sessões [TRIPLET <math>\times</math> interação EPOCH: <math>F(1, 32) = 0,51</math>, <math>\eta^2 0,48</math>]. MELHORIAS OFFLINE: consolidação mais fraca de habilidades gerais para o grupo MCI do que para o grupo de controle.</p>	<p>Não realizado</p>	<p>Os grupos diferiram no desempenho no MEEM [<math>t(32) = -6,31</math>, <math>p &lt; 0,001</math>]: a pontuação média foi 26,91 (DP = 1,69, intervalo 25-28) para o grupo MCI e 29,69 (DP = 0,48, intervalo 29-30) para os controles.</p>	<p>Não</p>	<p>Sim</p>	<p>Sim</p>

Dados da retenção (comparação com préteste ou pós-teste)	Dados do teste de transferência	Dados da covariável	Segundo os autores, o grupo com comprometimento cognitivo aprendeu? (sim ou não)	O desempenho do grupo com comprometimento cognitivo diferiu do grupo controle?	Segundo os autores, a cognição afetou o processo? (Sim ou não)
Não realizado	SRT: Bloco 10, $F(1,19) = 19,9$ , $p < 0,01$ , $MSE = 4.124$ . Participantes com DA respondem mais lentamente do que os controles, $F(1,29) = 11,1$ , $p < .01$ , $MSE = 127.922$ , demonstram aumento no RT na mesma medida que os controles, $F(1,29) = 23$ , $p > 0,20$ , $MSE = 4.124$ .	Regressão: [Fator de cognição (todos os testes): tarefa ISRT ( $r = .55$ , $p < .05$ ) e para completar a tarefa SRT ( $r = .78$ , $p < .01$ ) e com velocidade de calibração na tarefa de rastreamento de perseguição aleatória ( $r = 0,49$ , $p < 0,05$ ).	Não	Sim	Sim
pior desempenho na tentativa retardada em comparação com a quinta tentativa ( $p < 0,02$ ).	Não realizado	Uma ANOVA bidirecional para pontuações MEEM mostrou um efeito significativo para demência ( $F(1,81) = 68,5$ , $p < 0,0001$ ).	Não	Sim	Sim
1 - O aprendizado da ação e a precisão do controle motor foram associados à função executiva em idosos. 2 - O planejamento das ações e a velocidade do controle motor não estiveram associados à função executiva em ambos os grupos. 3 - Pessoas com maior comprometimento das funções executivas apresentam déficits no aprendizado da ação e no controle motor.	Não realizado	O estado cognitivo é responsável pelo aumento da associação entre a função executiva e a ação entre os adultos mais velhos.	Não	Sim	Sim

Dados da retenção (comparação com pré-teste ou pós-teste)	Dados do teste de transferência	Dados da covariável	Segundo os autores, o grupo com comprometimento cognitivo aprendeu? (sim ou não)	O desempenho do grupo com comprometimento cognitivo diferiu do grupo controle?	Segundo os autores, a cognição afetou o processo? (Sim ou não)
Idosos com deficiência cognitiva não demonstraram melhora pelo fornecimento de feedback no teste de retenção.	1 - O conhecimento do resultado afeta apenas o desempenho motor dos idosos. 2 - O tempo de feedback não influenciou o desempenho motor de jovens e idosos.	Os idosos com baixos escores de TMT-B apresentaram maiores erros de tempo de aprendizagem (AE, $r(56) = 0,42$ , $P = 0,012$ , $r^2 = 0,18$ ; VE, $r(56) = 0,49$ , $P = 0,009$ , $r^2 = 0,24$ )	sim	Sim	Sim
Não realizado	Não realizado	Apenas a função executiva foi correlacionada com o início da aprendizagem explícita (errorfull). A função executiva não foi correlacionada com a aprendizagem implícita (errorless)	Sim	Sim	Sim
Todos os grupos demonstraram retenção em todos os momentos (20 min, 1 dia, 7 dias e 37 dias; sem diferença entre eles)	Não realizado	Não houve correlação do MEEM com o desempenho motor.	Sim	Sim	Não
Não realizado	Não realizado	Não realizado	Não	Sim	Não
Os participantes foram mais rápidos no teste de retenção do que no pré-teste. 2 - nenhuma relação significativa entre as medidas dos efeitos da prática e a pontuação da escala total no RBANS. 3- Índice de Linguagem, Índice de Memória Imediata, Índice de Atenção, Índice de Construção Visuo espacial não determinou a aprendizagem motora. 4 - Os escores do Delayed Memory Index foram associados a maiores efeitos de prática.	Não realizado	Pontuações mais baixas no Índice de Memória Atrasada foram associadas a maiores efeitos de prática.	Não	Não tinha grupo controle	Sim

**Tabela 18** - Informações adicionais coletadas dos estudos incluídos para a população de AVC.

Referência	Objetivo	Tamanho da amostra (se houver mais de um grupo, descreva cada grupo separadamente)	Idade (anos, descreva média e desvio padrão)	Hemisfério afetado
Cirstea et.al., 2006	Analisar os efeitos da prática de movimentos repetitivos em 2 condições de feedback (conhecimento dos resultados [CR]; conhecimento de performance, [CP]) na reaquisição do alcance. Em segundo lugar, avaliamos o impacto do comprometimento cognitivo na capacidade de reaprendizagem motora.	37 indivíduos com hemiparesia crônica. 14 sujeitos em cada grupo de intervenção (CR e CP) e 9 no grupo controle (C).	KR (55.7 (15.4); KP (59.1 (17.9); C(64.5 (14.1)	Não relatado
Dancause et al 2002	Analisar as estratégias de aprendizagem motora decurso prazo em indivíduos hemiparéticos	10 indivíduos hemiparéticos e 6 controles de saúde	Stroke 47.1±(13.4); Health 23.6±2.3	7 hemisfério esquerdo; 3 hemisfério direito
Dirnberger et al. 2010 (Experiment 1)	O objetivo foi testar se a aquisição de habilidades em pacientes cerebelares é influenciada por demandas executivas, como o exercício intermitente de uma tarefa motora conflitante.	11 indivíduos infarto cerebelar isquêmico	Stroke patients 46±15 [19–67]; Health control 45±14 [21–67]	hemisfério esquerdo (n=3), hemisfério direito (n=4), ambos hemisférios (n=4)
Dirnberger et al. 2010 (Experiment 2)	O objetivo foi testar se a aquisição de habilidades em pacientes cerebelares é influenciada por demandas executivas, como o exercício intermitente de uma tarefa motora conflitante.	4 indivíduos infarto cerebelar isquêmico	Stroke patients 48±17 [29–70]; Health control 42±19 [21–70]	hemisfério esquerdo (n=1), hemisfério direito (n=2), ambos hemisférios (n=1)

Winstein et. al., 1999	determinar se o dano cerebral unilateral relacionado ao acidente vascular cerebral afeta os processos associados ao desempenho e/ou aprendizado de ação programada rápida	40 indivíduos com acidente vascular cerebral e 40 controles saudáveis	Stroke patients 57.1 (11.1); Control 54.4 (12.0)	20 hemisfério direito / 20 hemisfério esquerdo
Subramanian et al 2015	1) a utilização do feedback foi relacionada ao ambiente de treinamento e 2) os comprometimentos cognitivos em pessoas com AVC crônico estão associados ao uso do feedback para aprender e recuperar o desempenho motor do membro superior e as variáveis do padrão de movimento.	24 indivíduos com acidente vascular cerebral crônico	PE group 59.1 (11.6); VE group 63.6 (11.2)	Não relatado

Território afetado	Instrumento de avaliação Motora (nome - abreviação)	Dados de avaliação	Função cognitiva avaliada	Instrumento de avaliação cognitiva
CR ( Cortical n= 6; Sub-cortical n= 3; Cortical + Subcortical n= 5); CP (Cortical n=5; Sub-cortical n = 5; Cortical + Sub-corticaln= 4); C (Cortical n= 2; Sub-cortical n= 4; Cortical + Sub-cortical n=3)	Arm section of Fugl- Meyer Scale [FM]; Com-posite SpasticityIndex [CSI]; arm function (Upper ExtremityPerformanceTest for the Elderly [TEMPA]	FM45.8 (14.1)40.8 (21.8)47.7 (13.0); CSI 6.5 (1.7)7.7 (2.6)7.7 (2.4); TEMPA 7.7 (6.3) 7.3 (5.6) 7.1 (5.0) □ □ □	Memória verbal; Memória visuspatial; Atenção; Flexibilidade mental; Habilidades de planejamento/resolução de problemas	(1)Memória verbal (Wechsler Memory ScaleStories [WMSS]; Rey Auditory Verbal Learning Test [RAVLT]);(2) Memória visuoespacial (Rey-Osterrieth Complex Figure Test[ROCFT]); (3) Atenção (Cancellation test [CT]; ROCFT); (4)Flexibilidade mental (Wisconsin Card Sorting Test [WCST]; StroopTest [ST]); and (5) Planejamento / Resolução de problemas (Tower ofLondon [TOL])
4 participantes com lesão cortical, 2 participantes com lesão cortical/subcortical e 4 participantes somente com lesão subcortical	Chedoke–McMasterstroke assessment scale; composite spasticity index (CSI);Fugl-Meyer scale (FM)	CSI 6.5 (2.8); FM 43.6 (20.5)	Verbal memory; Visuspatial memory;Attention; Executive function	WAIS-R; (1) Memória verbal (Wechsler memory scale (revised), digit span, short prose passages); (2) Memória visuoespacial(Rey–Osterrieth complex figure); (3)Atenção (cancellation testpara focode atenção; trail making tests A andB for atenção sustentada e velocidade de rastreio); (4) Função executiva (Wisconsin cardsorting test, Tower of London)

Território afetado	Instrumento de avaliação Motora (nome - abreviação)	Dados de avaliação	Função cognitiva avaliada	Instrumento de avaliação cognitiva
Isquemia cerebelar	International Cooperative Ataxia Rating Scale	International Cooperative Ataxia Rating Scale 6±4 (range 0–17)	QI; Memória de trabalho e função executiva	Mini Mental State Examination (MMSE), Digit Span, Wisconsin Card Sorting test, Word Fluency, Trail Making
Isquemia cerebelar	International Cooperative Ataxia Rating Scale	International Cooperative Ataxia Rating Scale 6±4 (range 0–17)	QI; Memória de trabalho e função executiva	Mini Mental State Examination (MMSE), Digit Span, Wisconsin Card Sorting test, Word Fluency, Trail Making
Território de circulação anterior	Não realizado	-	Memória	Wechsler Memory Scale Revised (WMS-R) digit span, WMS-R figura memory
Não relatado	Chedoke–McMaster stroke assessment scale; composite spasticity index (CSI); Fugl-Meyer scale (FM)	Fugl-Meyer Assessment scores PE group 7.1 (13.9); VE group 1.5 (17.0)	Atenção, Aprendizagem e memória, Planejamento e resolução de problemas, visuoconstrução e percepção da visão	1) Atenção (Stroop Test) [2]; 2) Aprendizado e memória (Rey Auditory Verbal Learning Test, RAVLT) [25]; 3) Planejamento / resolução de problemas (Tower of London, TOL) [26]; 4) Visuoconstrução e visuopercepção (Rey-Osterich Complex Figure; ROCF copy)

Dados da avaliação cognitiva	Caracterização da amostra	Tarefa Motora	Membro efector da tarefa	Desfechos principais	Pré-teste (número de tentativas)
Memória verbal KR 34,7 (9,05); KP 29,1 (10,4); C 26,7 (8,2); Memória visuoespacial KR 17,7 (14,4), KP 32,1 (21,8), C 23,6 (10,3); Atenção KR 64,4 (23,9), KP 62,6 (8,7), C 58,6 (17,9); Flexibilidade mental KR 54,6 (11,7), KP 51,3 (7,1), C 59,6 (9,9); Planejamento KR 58,1 (33,5), KP 53,7 (29,5), C 35,4 (20,9)	Não relatado	tarefa de apontar com os olhos fechados	braço hemiparético	tempo de movimento, segmentação, variabilidade de velocidade, precisão (erro absoluto)	Dia 1 de prática - 1 hora de prática
Os autores usaram uma classificação baseada em uma comparação com a população e mostraram valor de classificação (acima da média, dentro da média, abaixo a média)	leve a grave (comprometimento motor); leve a grave (comprometimento cognitivo)	posicionamento linear (flexão e extensão do cotovelo)	braço hemiparético	torque, velocidade e posição (ângulo)	1 dia, 5 tentativas
ST [premorbid verbal IQ] Stroke 103±14[85–133], Control 110±15 [85–139]; Digit SpanForward Stroke 7±1 [5–8] Control 7±2 [4–12]; Backward Stroke 5±1 [4–8] Control 7±2 [5–11]; Trail Making A Stroke [s]38±18 [18–69] Control 35±10 [18–56] B Stroke [s]114±152 [38–547] Control 77±34 [37–157]; B-A [s] Stroke 77±140 [20–478] Control 42±31 [17–127]; Word Fluency Phonologic [n] Stroke 9±4 [1–17] Control 13±3 [7–20]; Categorical [n] Stroke 16±3 [12–21] Control 19±6 [11–32]; Alternating [n] Stroke 15±4 [8–20] Control 19±5 [11–24]; Wisconsin Card Sorting Runs Stroke 5±2 [1–7] Control 5±2 [2–8] Non-perseverative errors Stroke 6±5 [2–18] Control 7±6 [0–19]; Perseverative errors Stroke 6±6 [1–17] Control 4±4 [0–13].	leve (comprometimento motor);	tarefa de tempo de reação seriada	Ambos os braços	tempo de reação, pontuação de erro	Não relatado

Dados da avaliação cognitiva	Caracterização da amostra	Tarefa Motora	Membro efector da tarefa	Desfechos principais	Pré-teste (número de tentativas)
MMSE [raw score]Stroke patients 29±1 [28–30], Controls 30±1 [29–30]; WST [premorbid verbal IQ]Stroke patients 109±14 [97–129], Controls 118±16 [101–145]; APM set #1 [spatial IQ] Stroke patients 112±21 [81–124], Controls 121±13 [104–129]	leve (comprometimento motor);	tarefa de tempo de reação seriada	Ambos os braços	tempo de reação, pontuação de erro	Não relatado
Memory (Digit span Control 14.9 (3.5); Stroke 12.1 (4.2); Figural memory (Control 7.4 (1.4), Stroke 5.7 (1.6)	Comprometimento relacionado a memória	movimento coordenado discreto com o membro superior	Braço ipsolateral a lesão	erro quadrático médio (RMSE), erro variável	Não relatado
RAVLT DR PE group (/15 8.1 (3.7) VE group 8.3 (.2); TOL moves (number)PE group 33.3 (20. ), VE group 31.3 (20.0); Stroop Interference (s) PE group 8.7 (88.6), VE group 23.7 (1.7); ROCF copy (/36) PE group 19.0 (5.6), VE group 19.3 (3.5)	Não relatado	tarefa de apontar com os olhos fechados em AF (ambiente físico) ou AV (ambiente virtual)	braço hemiparético	precisão, velocidade final	1 bloco, 12 tentativas

Fase de aquisição (Dias/Blocos de prática/tentativas por bloco)	Pós-teste (número de tentativas)	Teste de retenção (tempo de intervalo (hora ou dias)/número de tentativas)	Teste de transferência (tempo de intervalo (hora ou dias)/número de tentativas)	Fase de aquisição (pré-teste e/ou pós-teste dados)	Retenção (dados de comparação com pré-teste ou pós-teste)
10 dias de prática - 75 tentativas	1h	1 mês após	Não realizado	<p>Resultados Cinemáticos Tempo GC (s) 0,7 (0,1); AVC 1,3 (0,3)**;</p> <p>Precisão (cm) GC 6,5 (1,0) AVC 10,3 (5,5)**; Segmentação (Nº de picos) GC 1,2 (0,6), AVC 3,6 (2,4)*; Velocidade CV (%) GC 11,9 (3,7), AVC 16,5 (5,3)**; Precisão CV (%) GC 28,4 (12,2) AVC 31,6 (13,2)</p>	<p>KR(CR 45,3%) e tempo de movimento (CR 57,4%) e variabilidade (CRv 86,8%; CRp 91,1%) em KP foram maiores que C(P 0,01); preciso (F2,66 2,77; P 0,001) em KR, mais rápido (F2,66 7,57; P 0,001), menos segmentado (F2,66 6,06; P 0,01) e mais consistente (CVv: F2,66 19,5; CVp : F2,66 4,09; P 0,05) em KP e menos segmentado (F2,66 20,9; P 0,001) e mais consistente (CVv: F2,66 5,16; P 0,01) em C.</p>
1 dia, 15 blocos, 10 tentativas	5 tentativas	Não houve intervalo	Não realizado	<p>Grupo AVC T 35,1±5,9, P1 42,3±5,4, P2 43,1±4,5, C 44,3±3,7; Grupo controle T 37,6±4,5 P1 47,4±2,7 P2 48,6±1,1 C 48,5±1,9</p>	<p>Grupo AVC T 55,5±5,3 P1 48,8±4,1 P2 49,4±3,4 C 49,7±3,6; Grupo controle T 59,5±6,4, P1 49,3±1,8 P2 49,1±1,2 C 49,7±1,8</p>

Fase de aquisição (Dias/Blocos de prática/tentativas por bloco)	Pós-teste (número de tentativas)	Teste de retenção (tempo de intervalo (hora ou dias)/número de tentativas)	Teste de transferência (tempo de intervalo (hora ou dias)/número de tentativas)	Fase de aquisição (pré-teste e/ou pós-teste dados)	Retenção (dados de comparação com pré-teste ou pós-teste)
1 dia, 51 blocos, 90 tentativas	Não relatado	Não houve intervalo	Não realizado	Análise intragrupo (F3,63=12,50;p<0,001); Efeito de bloco (F4,84=4,99;p=0,006);	Não realizado
1 dia, 51 blocos, 90 tentativas	Não relatado	Não houve intervalo	Não realizado	diminuição a longo prazo dos tempos de reação de execuções anteriores para posteriores para pacientes com lesões cerebelares e controles saudáveis (F3,21=5,60; p=0,006). Um efeito principal do GRUPO foi explicado por tempos de reação mais lentos para pacientes cerebelares do que controles (F1,7=5,68;p=0,048).	Não realizado
1 dia, 2 blocos, 99 tentativas	Não relatado	2 blocos, 9 tentativas	Não realizado	RMSE do Bloco 1 "M= 23,7° ao Bloco 22" M= 16° e VE do Bloco1 "M= 6,7° ao Bloco 22" M= 4,2°	Não realizado
12 dias, 3 blocos, 24 tentativas	1 bloco, 12 tentativas	3 meses após 1 bloco, 12 tentativas	Não realizado	Não relatado	O grupo AV aumentou sua velocidade final (F1,88 = 5,97, p <0,05); AV tendeu a fazer movimentos mais rápidos para o alvo LM (p = 0,079)

Transferência (dados de comparação com pré-teste ou pós-teste?)	Variável independente	Dados da covariável	O grupo com comprometimento aprendeu? (Sim ou não)	O desempenho difere do grupo controle? Se tiver! (Sim ou não)	A cognição mostra ser uma variável de impacto no processo de aprendizagem motora? (Sim ou não) relato dos autores
Não realizado	Feedback	FM (memória verbal:r=0,41; memória visuoespacial:r=0,39; atenção:r= -0,52; flexibilidade mental:r= 0,39); CSI(memória visuoespacial:r= 0,30, atenção:r -0,39; flexibilidade:= -0,43); e TEMPA (memória verbal:r=-0,38;atenção:r= -0,43)	Grupo AVC aprendeu mas somente o grupo CP	Sim	Sim
Não realizado	Feedback - Correção de erros	os testes de memória verbal, memória não verbal e inteligência (QI) explicaram apenas 10,3% da variância (r=0,32); FUNÇÃO EXECUTIVA (variação explicada=52,3%,r=0,72)	Grupo AVC não aprendeu	Sim	Sim
Não realizado	Prática (Sem Interferência Contextual)	Fluência de palavras (correlação de classificação de Spearman, n=11/n=13, todas $\leq 0,39 $ ; todas n.s.); todos os outros testes cognitivos não foram significativos, e o autor não apresenta esses dados.	Ambos os grupos aprenderam	Não	Não

Transferência (dados de comparação com pré-teste ou pós-teste?)	Variável independente	Dados da covariável	O grupo com comprometimento aprendeu? (Sim ou não)	O desempenho difere do grupo controle? Se tiver! (Sim ou não)	A cognição mostra ser uma variável de impacto no processo de aprendizagem motora? (Sim ou não) relato dos autores
Não realizado	Prática (Sem Interferência Contextual)	todos os testes cognitivos não foram significativos, e o autor não apresenta esses dados.	Ambos os grupos aprenderam	Não	Não
Não realizado	Prática e Feedback	Não realizado	Ambos os grupos aprenderam	Não	Não
Não realizado	Feedback	Os domínios atenção (0,79 ) e visupercepção (0,711) foram incluídos no primeiro componente principal, enquanto memória (-0,765) e resolução de problemas (0,850) foram incluídos no segundo fator.	Não	Não	Sim

**Tabela 19** - Informações adicionais coletadas dos estudos incluídos para a população de DP.

Referência	Objetivo	Tamanho da amostra	Idade (média e desvio padrão)	Medicação (ON/OFF)
Harrington et al (1990)	Comparar o desempenho de controles e pacientes com DP com déficits cognitivos mínimos em um teste de memória declarativa e dois testes de memória processual, um visuoperceptivo (leitura de espelho) e outro motor (rotor de perseguição)	20 PD e 20 controles	Parkinson 65,8 (+/- 6), Controle 66,7 (+/- 9)	19 On; 1 Off
Price and Shin (2009)	Examinar a contribuição das áreas cerebrais afetadas pela DP para o aprendizado de sequência, com foco específico nos processos relacionados à resposta, controle da atenção espacial e funcionamento executivo.	30 DP (20 leves; 10 moderados) e 10 controles.	Controla 70,5 +/-3,2; PD suave 71,9 +/- 2; Moderado 71,4 +/- 1,4	On
Vandenbossche et al (2013)	Examinar a contribuição das áreas cerebrais afetadas pela DP para o aprendizado de sequência, com foco específico nos processos relacionados à resposta, controle da atenção espacial e funcionamento executivo.	28 PD (14 congelamento e 14 sem congelamento) e 14 Controles.	Congelamento 65,12 +/- 7,91; Sem Congelamento 68,03 +/- 5,11; Controles - 67,67 +/- 6,64	ON
Stefanova et al 2001	Testar o papel dos gânglios da base na aprendizagem de habilidades visuomotoras	39 PD, 30 pacientes com aneurisma da artéria anterior e 31 controles	PD 49,26 ± 5,66; ACoA 49,93 ± 9,76; Controles 48,29 ± 9,64	ON
Deerost et al 2006	Investigar a aquisição de movimentos sequenciais na DP por meio da tarefa de tempo de reação serial.	16 PD e 16 Controles	PD 66,6 ± 5,73, CONTROLE 65,9 ± 6,04. Após criaram 2 subgrupos (PD rápido n=11; PD lento (n=5).	ON

Doyon et al 1997	O desempenho de pacientes com doença de Parkinson idiopática (DP), com dano ao cerebelo, ou com uma lesão circunscrita aos lobos frontais foi assim comparado ao de grupos separados de controles normais pareados em uma versão adaptada do Teste de Sequência Repetida.	14 PD, 12 Dano Cerebelar, 12 Dano Frontal. 41 Controles (em comparação com participantes clínicos).	PD 56,1 +/- 6,8; Controles PD 54,6 +/- 11,1	ON
Vandenbossche et al, 2008	Investigar a influência do nível de funcionamento cognitivo na aprendizagem de sequência específica na doença de Parkinson (DP)	25 PD (Com base na análise dos escores do SCOPA-COG, a amostra de pacientes foi dividida em três grupos. LS: pontuação baixa, AS: pontuação média; HS: pontuação alta) LS: 6; AS: 11; HS: 8	Grupo LS: 68,1 anos (SE = 2,79); Grupo AS: 67,2 anos (SE = 1,56); Grupo HS: 58,9 anos (SE = 2,81).	ON
Kuzis et al, 1999	Examinar o comprometimento diferencial da memória implícita e explícita na demência cortical e subcortical	15 AD, 10 PD + demência (PD-D), 15 PD sem demência, 24 anos controle normal comparável	AD: 70,6 (8,7), PD-D: 67,8 (4,0), PD - não D: 65,9 (4,8), Controle: 66,5 (7,8)	Não reportado
Ferraro et al, 1993	Examinar a aprendizagem implícita em pacientes com DP e DA	43 com demência; 17 PD e 26 controle de saúde	demência muito leve: 73; demência leve: 74; DP: 69, Controle de saúde: 70	Não reportado
Jordan & Sagar, 1994	Avaliar o papel do corpo estriado na aprendizagem motora	26 pacientes com DP recém-diagnosticada e não tratada, 34 pacientes com DP atualmente em tratamento e 22 indivíduos controles saudáveis (HCS)	demência muito leve: 73; demência leve: 74; DP: 69, Controle de saúde: 70	OFF

Avaliação Motora	Avaliação cognitiva	Dados da avaliação
New York Disability Scale 18.1 +/- 15	Mini Mental State; Wechsler Memory Quotient; Information in Wechsler Adult Intelligence Scale - Revised (WAIS-R); Block Design in WAIS-R; Line Orientation; Beck Depression Inventory.	Mini mental (27.8 +/- 2); Wechsler Memory Quotient (107.1 +/-14); Information in WAIS-R (11.5 +/- 2); Block design in WAIS-R (6.7 +/- 2); Line Orientation (25.1 +/- 4).
Mild PD in H&Y - UPDRS 7.6+/- 0.8; Moderate PD in H&Y - UPDRS 18.6 +/-1.8	Modified Wisconsin Card Sort Task; Controlled Oral Word Association Test; Computation Span Test of working memory.	<b>Mild PD</b> - MMSE 28.6 +/- 1.8; Cowat 17.7 +/- 1.5; Cspan 5.4 +/- 0.8; WCST categories achieved 2.7 +/- 0.6; WCST perseverative errors 8.3 +/- 1.7. <b>Moderate PD</b> - MMSE 28.5 +/- 1; Cowat 12.3 +/- 1.3; Cspan 5.9 +/- 1; WCST categories achieved 2.5 +/- 0.5; WCST perseverative errors 15.2 +/- 4.1
H&Y (ON) (2; 2.5; 3) - Freezing (42%; 29%; 29%), No freezing (29%; 57%; 14%). UPDRS–III (ON) Freezing 37.21 +/- 15.99; No Freezing 35.64 +/- 9.10	SCOPA-COG, Brixton Spatial Anticipation Test, and Controlled Oral Word Association Test.	Mini mental <b>Freezing</b> 27.93 +/- 1.07; <b>No Freezing</b> 28.79 +/- 1.37; <b>Controls</b> 29.00 +/- 1.30. SCOPA - COG <b>Freezing</b> 27.64 +/- 5.00; <b>No Freezing</b> 30.43 +/- 4.29; <b>Controls</b> 32.43 +/- 5.06. Brixton spatial anticipation test <b>Freezing</b> 11.43 +/- 6.60, <b>No Freezing</b> 12.71 +/- 6.71, <b>Controls</b> 8.64 +/- 2.73. COWAT <b>Freezing</b> 23.79 +/- 9.40; <b>No Freezing</b> 24.57 +/- 10.93; <b>Controls</b> 32.79 +/- 9.92

<p>H&amp;Y stage 1 - 13; stage 1.5 - 8; stage 2 - 15; stage 2.5 - 3</p>	<p>Wechsler Adult Intelligence Scale–Revised (WAISR); Rey Complex Figure test (RCF); Wisconsin Card Sorting Test (WCST); Trail Making Test (TMT) forms A and B.</p>	<p>WAIS-R Information <b>PD</b> 20.51 (3.5) <b>ACoA</b> 20.03 (4.8) <b>Control</b> 22.22 (4.8); WAIS-R Vocabulary <b>PD</b> 57.43 (6.6) <b>ACoA</b> 53.83 (14.1) <b>Control</b> 58.80 (10.1); WAIS-R Block design <b>PD</b> 28.92 (6.4) <b>ACoA</b> 25.66 (7.2) <b>Control</b> 30.22 (6.8); RCF <b>PD</b> 32.56 (3.5) <b>ACoA</b> 32.03 (4.9) <b>Control</b> 34.16 (4.9); WMS-R Digit Spam <b>PD</b> 15.74 (2.6) <b>ACoA</b> 12.63 (3.1) <b>Control</b> 16.32 (2.6); WMS-R Visual Spam <b>PD</b> 14.46 (2.4) <b>ACoA</b> 12.86 (2.9) <b>Control</b> 14.97 (2.8); WCST Category <b>PD</b> 3.74 (1.9) <b>ACoA</b> 3.27 (2.1) <b>Control</b> 4.94 (1.6); WCST Perseverative errors <b>PD</b> 30.59 (19.3) <b>ACoA</b> 34.13 (21.6) <b>Control</b> 15.58 (12.3); WCST Number of trials to first category <b>PD</b> 17.31 (34.7) <b>ACoA</b> 30.70 (47.9) <b>Control</b> 7.68 (22.6); TMT A form <b>PD</b> 77.46 (66.1) <b>ACoA</b> 60.43 (27.6) <b>Control</b> 43.42 (7.5); TMT B form <b>PD</b> 190.35 (106.1) <b>ACoA</b> 175.66 (41.9) <b>Control</b> 116.67 (31.8).</p>
<p>H&amp;Y all participants stage 3. UPDRS PD fast 48.0 +/- 10.96; PD slow 56.4 +/- 3.58</p>	<p>SCOPA-COG</p>	<p>SCOPA-COG memory and learning <b>PD fast</b> 10.2 +/- 2.82; <b>PD slow</b> 6.2 +/- 2.17; SCOPA-COG Attention <b>PD fast</b> 3.5 +/- 0.82 <b>PD slow</b> 3.8 +/- 0.45; SCOPA-COG Executive functions <b>PD fast</b> 9.3 +/- 2.00; <b>PD slow</b> 7.8 +/- 1.30; SCOPA-COG Visuospatial functions <b>PD fast</b> 4.8 0.87 <b>PD slow</b> 3.8 1.30.</p>
<p>H&amp;Y I = 8; II = 4; III = 3</p>	<p>CERAD neuropsychological battery, WAIS-R Vocabulary and Digit Spam</p>	<p>There is no information about that.</p>
<p>HY: III</p>	<p>SCOPA-COG and MMSE</p>	<p>MMSE: LS: 27,5 (0,76), AS: 27,9 (0,44), HS: 28,5 (0,63); SCOPA-COG total: LS: 19,5 (1,31), AS: 25,6 (0,34), HS: 30,8 (0,80); SCOPA-COG - Memory and learning:LS: 6,2 (0,79), AS: 8,8 (0,26), HS: 11,9 (0,61); SCOPA-COG - Attention: LS: 3,2 (0,40), AS: 3,6 (0,16), HS: 4,0 (0,0); SCOPA- COG - Executive functions: LS: 6,8 (0,65), AS: 9,0 (0,33), HS: 10,4 (0,38); SCOPA-COG - Visuospatial functions: LS: 3,3 90,21); AS: 4,2 (0,33), HS: 4,5 (0,27)</p>

<p>UPDRS: AD: 5,5 (5,4), PD-D: 19,1 (7,9), PD - no D: 10,7 (9,7)</p>	<p>MMSE, Buschke seletive reminding test, Buschke visual retention test, Controlled oral word associaion test, Word-stem completion task</p>	<p>MMSE: AD: 25,2 (2,7), PD-D: 24,1 (3,5), PD - no D: 27,7 (1,6), Control: 28,9 (1,2); Buschtke - total recall: AD: 55,4 (13,6), PD-D: 56,5 (14,9), PD - no D: 78,8 (14,6), Control: 54,7 (13,8); Buschke delayed; AD: 2,7 (2,2), PD-D: 3,7 (2,5), PD - no D: 7,1 (2,3), Control: 7,8 (2,2); Buschke retained: AD: 33,2 (25,3), PD-D: 52,8 (23,7), PD- no D: 71,6 (20,8), Control: 74,9 (12,1); Verbal priming: AD: 2,3 (1,3), PD-D: 2,9 (1,6), PD - no D: 3,9 (1,9), Control: 3,0 (,9); Verbal priming recognition: AD: 1,7 (2,5), PD-D: 1,5 (2,1), PD-no D: 3,8 (2,6), Control 3,9 (2,8); Verbal fluency: AD: 34,1 (8,5), PD-D: 32,5 (5,9), Pd - no D: 42,2 (11,6), Control 40,8 (8,7); Benton visual: AD: 6,7 (1,6), PD-D: 5,8 (1,6), PD - no D: 8,7 (1,2), Control: 8,1 (1,2)</p>
<p>no reported</p>	<p>Clinical dementia rating scale; Wechsler Adult Intelligence Scale; Benton visual retention test; Wechsler Adult memory Scale; Benton copy test; trail making form A</p>	<p><b>Logical memory:</b> Parkinson disease: 8.59 (3.06). Health age- matched control: 10.57 (2.73); very mild dementia: 5.30 (3.12); mild dementia: 2.60 (1.64). <b>Trail Form A:</b> Parkinson disease: 58.65 (28.68). Health age-matched control: 38.04 (13.20); very mild dementia: 56.07 (28.24); mild dementia: 64.53 (21.50). <b>WAIS information:</b> Parkinson disease: 21.23 (3.23). Health age-matched control: 22.16 (3.89); very mild dementia: 16.52 (5.83); mild dementia: 11.93 (4.73).</p>
<p>King's College Rating Scale: PD Untreated: 15.2(1.9) ; PD Medicated: 20.1(2.0)</p>	<p>Blessed Dementia Scale (BDS); National Adult Reading Test; Wechsler Memory Scale; Wisconsin Card-Sorting Test (WCST); Beck Depression Inventory (BDI);</p>	<p>NART: Control: 108(6.8) ; PD Untreated: 104(6.4) ; PD Medicated: 109(6.6).</p>

Função cognitiva avaliada	Caracterização da amostra (nível de comprometimento)	Tarefa motora	Desfechos
---------------------------	--	---------------	-----------

Estado de Cognição; Memória (verbal, auditiva, visual, memória de curto prazo e de trabalho); Organização Perceptiva; Compreensão verbal; Habilidade visuoespacial.	Normal em Mini-Mental	Rotor de perseguição	Tempo no alvo
Flexibilidade cognitiva espontânea (COWAT); capacidade de mudar o conjunto mental (WCST); formação de conceito (WCST) e memória de trabalho (Cspan)	DPs leves e moderados	tarefa de tempo de reação serial (SRT)	Tempo de movimento
Memória, atenção, funcionamento executivo e funcionamento visuopatial. Troca de tarefas. Flexibilidade cognitiva.	Normal em Mini-Mental	tarefa de tempo de reação serial (SRT)	Tempo de movimento
Habilidades intelectuais gerais, memória curta, função executiva,	Normal em Mini-Mental	tarefa de tempo de reação serial (SRT)	Tempo de movimento
(1) memória e aprendizagem, (2) atenção, (3) funções executivas e (4) funções visuoespaciais.	Normal em Mini-Mental	tarefa de tempo de reação serial (SRT)	Tempo de movimento
funções cognitivas superiores,	Sem demência	tarefa de tempo de reação serial (SRT)	Tempo de movimento

Memória e aprendizagem, atenção, funções executivas, funções visuoespaciais	Normal em Mini-Mental	<u>tarefa de tempo de reação serial (SRT)</u>	Ts, erros e precisão foram registrados em cada tentativa
Faixa limitada de função cognitiva, aprendizado e memória, percepção visual e memória não verbal, acesso a informações semânticas.	Com e sem demência	Tarefa de labirinto	Tempo para completar o labirinto
memória, orientação, resolução de problemas, assuntos comunitários, hobbies e cuidados pessoais	demência muito leve; demência leve	tarefa de tempo de reação serial (SRT)	Porcentagem média correta para precisão (tempo de reação)
grau de comprometimento cognitivo geral; quociente inteligente; quociente de memória; função executiva de “lobo frontal”; perturbação afetiva.	Não relatado	Força isométrica sem feedback visual, usando um dinamômetro de prensão manual e esforço computadorizado equipamento de medição	Pontuações de erro em repetidos ensaios

**Pré-teste (número de tentativas)**

Não há pré-teste, pós-teste ou teste de retenção de forma formal. A tarefa de perseguição rotativa foi administrada em três blocos por dia. Cada bloco consistiu em seis tentativas de 30 segundos de duração. Todos os sujeitos receberam duas tentativas cada uma a 30,45 e 60 rotações por minuto (rpm).

Os participantes completaram 10 blocos de 76 tentativas de sequências repetidas ou aleatórias. Os blocos 1 e 9 foram aleatórios. Eles compararam o desempenho entre os blocos 8, 9 e 10.

Os participantes completaram 2 fases na tarefa (simples e dupla tarefa). Lavagem de 1 semana. Os participantes completaram 50 tentativas como familiarização. A prática foi composta por 12 blocos de 72 tentativas (o bloco 11 foi aleatório). Eles realizaram uma dupla tarefa auditiva nessa condição.

5 blocos de 10 tentativas intercaladas por 30 segundos de descanso. 4 primeiros blocos foram repetidos, 5º bloco foi aleatório.

50 tentativas aleatórias como familiarização. A prática foi de 2 dias. Cada dia tinha 11 blocos de 75 tentativas intercaladas por 30 segundos de descanso. No primeiro dia a sequência repetida teve uma estrutura de previsão mais do que no segundo dia. Houve uma semana entre os dias de prática. Apenas o bloco 10 foi aleatório nos dois dias.

Os indivíduos receberam quatro blocos de tentativas (ou seja, 10 tentativas contínuas de uma sequência de 10 itens) por dia durante 6 dias de treinamento. Os dias de prática ocorreram uma vez por semana consecutivamente. Um curto período de descanso (90 segundos) também foi dado entre os blocos de tentativas.

Os pacientes foram instruídos a reagir o mais rápido possível à localização do ponto alvo, restringindo a taxa de erro a um máximo de 10% por bloco. As teclas 'c', 'v', 'b' e 'n', situadas na linha inferior de um teclado padrão, correspondiam a um alvo mais à esquerda, à esquerda, à direita e à direita e tinham que ser pressionadas com o meio esquerdo dedo, dedo indicador esquerdo, dedo indicador direito e dedo médio direito, respectivamente. Antes de iniciar o experimento SRT, os pacientes completaram um bloco de prática de 50 tentativas em ordem aleatória para treinar o mapeamento estímulo-resposta. Após praticar o mapeamento, os participantes executaram 15 blocos experimentais de 50 tentativas. No início de um bloco, aparecia um aviso para os próximos testes, pedindo aos participantes que descansassem levemente os dedos nas quatro teclas de resposta.

Os sujeitos são vendados e, em seguida, são solicitados a traçar o caminho completo (que inclui cinco vias de ligação) em três tentativas consecutivas.

1 bloco de 100 teclas pressionadas. Os sujeitos receberam 10 blocos de 100 teclas pressionadas, para um total de 500 teclas pressionadas em todo o experimento. Nos blocos 1 a 4, uma sequência de 10 itens repetiu-se um total de 10 vezes. No bloco 5 a sequência de asteriscos está presente de forma pseudo-aleatória. A experiência dura de 20 a 25 minutos

1 bloco 20 tentativas

Fase de aquisição (pré-teste e pós-teste)	Retenção (em comparação com pré-teste ou pós-teste?)
<p>Não houve diferença significativa entre PD e Controles no dia 1, para todas as rpm. Nos dias 2 e 3 o PD demonstrou pior desempenho em relação ao Controle em todas as rpm. A organização perceptual, a função de memória e a função cognitiva não foram correlacionadas com o desempenho absoluto e a quantidade de aprendizado na DP.</p>	<p>Não relatado</p>
<p>DP leve demonstrou aprendizado implícito. A DP moderada não demonstrou. Não há diferença no aprendizado entre DP leve e controles. Erros de preservação COWAT, WCST foram associados ao aprendizado. Cspan, categorias WCST alcançadas e atenção espacial não se correlacionou com aprendizado. Detalhado: a cognição foi considerada para todos os três grupos nas análises de correlação.</p>	<p>Não relatado</p>
<p>O congelamento de DP não demonstrou aprendizado implícito na tarefa de tempo de reação simples, como nenhum congelamento e os controles demonstraram. Não houve diferença entre os grupos em condições de dupla tarefa. O funcionamento cognitivo global (MMSE) correlacionou-se positivamente com a aprendizagem de ST e DT. Foram encontradas correlações positivas significativas entre o aprendizado da sequência DT e (a) pontuação global SCOPA-COG, (b) aprendizado e memória e (c) subescalas de funcionamento executivo</p>	<p>Não relatado</p>
<p>ACoA e Controles demonstraram melhora na sequência repetida e aumento do tempo de movimento em condições aleatórias. PD não demonstrou melhora ou interferência do bloco aleatório. PD demonstrou maior conhecimento declarativo do que ACoA. O aprendizado de habilidade não foi associado ao geral estado cognitivo e motor no ACoA e controle grupos. No grupo DP, a acurácia após o aprendizado (E2, a diferença entre o quinto e o quarto blocos) está altamente correlacionado com a capacidade de amplitude visual WMS-R (r 4 0,59). Análise correlacional para o PD grupo mostrou a relação entre as medidas de o conhecimento explícito da sequência incorporada no tarefa de geração (A1 e A2) e medidas de WAIS-R: A1 com subteste de informação (r 4 0,52) e desenho de blocos subteste (r 4 0,56), A2 com subteste de projeto de blocos (r 4 0,52) e A1 com intervalo de dígitos WMS-R (r 4 0,46).</p>	<p>não há aprendizado para DP. Os controles e ACoA mantiveram a melhora motora.</p>

<p>Não houve efeito do dia de treino (previsão do dia de treino) entre PD e Controles. Na análise de subgrupos, DP rápido demonstrou desempenho pareado para Controles (ambos aprenderam condições FOC e POC), enquanto DP lento foi mais lento que Controles e aprendeu apenas em FOC. Pontuações no SCOPA-COG (<math>r = 0,62</math>, <math>p &lt; 0,05</math>) e, em particular, pontuações nas subescalas 'memória e aprendizagem' (<math>r = 0,68</math>, <math>p &lt; 0,05</math>) e 'funções executivas' (<math>r = 0,50</math>, <math>p &lt; 0,05</math>) do SCOPA-COG correlacionou-se positivamente com o desempenho do SRT, embora os dois subgrupos tenham obtido escores semelhantes na última subescala. Outras variáveis não se correlacionaram significativamente com os efeitos de aprendizagem em TRs. Com relação aos efeitos de aprendizado nas taxas de erro, colapsado no aprendizado de sequência FOC e SOC, os erros apenas se correlacionaram com o gênero (<math>r = 0,54</math>, <math>p &lt; 0,05</math>).</p>	<p>Não relatado</p>
<p>Todos os grupos demonstraram melhora motora, mas DP nos estágios 2 e 3 demonstraram pior desempenho motor do que os controles. Não houve diferença significativa entre os controles e PD Satge 1. Os pacientes com DP nos estágios 2-3 cometeram significativamente mais erros do que os outros grupos</p>	<p>Não relatado</p>
<p>Os pacientes que obtiveram pontuações mais altas na pontuação SCOPA-COG tiveram um desempenho sistematicamente melhor na tarefa SRT: o grupo cognitivo com pontuação baixa foi significativamente pior na aquisição de informações específicas da sequência do que os pontuadores cognitivos médios e altos</p>	<p>Não relatado</p>
<p>A ANOVA com medidas repetidas para o Teste do Labirinto não mostrou efeito de grupo significativo (todos os quatro grupos apresentaram aprendizado geral semelhante) e todos os grupos apresentaram curva de aprendizado semelhante.</p>	<p>A ANOVA para porcentagem retida não mostrou efeito de grupo significativo, todos os quatro grupos demonstraram uma retenção semelhante ao longo do intervalo.</p>
<p>Todos os grupos apresentaram diminuição da latência de resposta entre os blocos 1 e 4. A latência de resposta parece aumentar entre os blocos 4 e 5, essa diferença é menor para o grupo com demência média em relação ao grupo controle saudável e demência muito média; finalmente o grupo PD é semelhante ao grupo controle saudável</p>	<p>Não relatado</p>

Comparado com indivíduos de controle normais, o grupo DP foi prejudicado no desempenho geral na tarefa conforme julgado por tentativas de critério ( $t = 4,47$ ;  $p < 0,0001$ ), taxa de acerto. ( $t = 2,85$ ;  $p < 0,01$ ) e total escore de erro ( $t = 4,43$ ;  $p < 0,0001$ ) (Tabela 2). Para a análise da aprendizagem motora, o escore de erro foi usado em toda parte porque isso forneceu a medida quantitativa mais sensível de desempenho dentro de uma tentativa e mudança no desempenho entre as tentativas. foram maiores nos primeiros ensaios e declinaram progressivamente ao longo dos últimos testes, indicando que a tarefa foi uma medida bem sucedida de aprendizagem motora. A interação CT aproximou-se da significância ( $F = 1,31$ ;  $p = 0,06$ ), indicando uma tendência do aprendizado em algumas condições ser mais difícil do que em outras. As comparações planejadas mostraram, em geral, mais erros na condição S50 do que na condição V25 ( $p < 0,01$ ), mas as diferenças entre as outras condições não atingiram significância. Nenhuma das interações envolvendo grupo foi significativa. Esses resultados indicam que, embora prejudicado em geral, o grupo DP apresentou uma taxa normal de melhora no desempenho em tentativas repetidas

Transferência (comparada ao pré-teste ou pós-teste?)	Variável independente	Dados covariáveis (descreva)	O grupo com comprometimento aprendeu? (Sim ou não)	O desempenho difere do grupo controle? Se tiver! (Sim ou não)	A cognição mostra ser uma variável de impacto no processo? (Sim ou não)
não relatado	Presença de Parkinson. A cognição não foi uma variável independente.	Não relatado	Sim	sim	não
não relatado	Gravidade dos sintomas da DP	Não relatado	Não	sim	sim
não relatado	Congelamento	Não relatado	sim	sim	sim
não relatado	Características PD e ACoA.	Não relatado	não	sim	sim
não relatado	Presença de DP.	prediction condition in repeated sequences.	Yes (for all subgroups collapsed) and no (for slow PD in POC).	yes, for slow PDs compared to controls and fast PDs.	sim

não relatado	Presença de DP.	Não relatado	sim	sim	não
não relatado	Nível de cognição	Gravidade da DP.	grupo cognitivo de baixa pontuação foi significativamente pior	Sim	sim
não relatado	Nível cognitivo x doença diferentes	Não relatado	sim	não	não
não relatado	Nível cognitivo x diferentes doenças (DA e DP)	Não relatado	A memória implícita é prejudicada em grupos com comprometimento cognitivo.	sim	sim
não relatado	Presença e tratamento de DP	análise de correlação	não	sim	sim

