

Sara Cristina Figueiras Brás

***Melhoria Cognitiva:
Comparação dos efeitos de treinos físicos e cognitivos
numa amostra de jovens adultos saudáveis***



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Faculdade de Ciências Humanas e Sociais
2017

Sara Cristina Figueiras Brás

***Melhoria Cognitiva:
Comparação dos efeitos de treinos físicos e cognitivos
numa amostra de jovens adultos saudáveis***

Mestrado em Neurociências Cognitivas e Neuropsicologia

Trabalho efetuado sob orientação de: Dr. Luís Faísca



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Faculdade de Ciências Humanas e Sociais

2017

Melhoria Cognitiva: Comparação dos efeitos de treinos físicos e cognitivos numa amostra de jovens adultos saudáveis

Declaração de autoria de trabalho

Declaro ser a autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Assinatura

(Sara Cristina Figueiras Brás)

Copyright 2017 Sara Cristina Figueiras Brás: A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

*“Recomeça...
Se puderes,
Sem angústia e sem pressa.
E os passos que deres,
Nesse caminho duro
Do futuro,
Dá-os em liberdade.
Enquanto não alcances
Não descanses.
De nenhum fruto queiras só metade.
E, nunca saciado,
Vai colhendo
Ilusões sucessivas no pomar
E vendo
Acordado,
O logro da aventura.
És homem, não te esqueças!
Só é tua a loucura
Onde, com lucidez, te reconheças.”*

Miguel Torga

AGRADECIMENTOS

A realização deste projeto só foi possível com o apoio, colaboração e disponibilidade de algumas pessoas. Por isso, quero manifestar o meu sentido agradecimento a todos os que contribuíram para a concretização desta dissertação, estimulando-me intelectual e emocionalmente:

Em primeiro lugar, ao *Professor Doutor Luís Faísca*, orientador da dissertação, pela competência científica, disponibilidade, dedicação e recomendações, bem como pelas importantes contribuições na realização deste trabalho. O meu sincero obrigado!

Aos docentes que contribuíram para a realização deste projeto. Em particular, à *Professora Doutora Dina Silva*, pela atenção e preocupação que sempre demonstrou.

Um agradecimento especial ao *Doutor Peter Delahunt*, investigador da *Posit Science*, pela total e imediata colaboração em disponibilizar o *software BrainHQ* utilizado nesta investigação e sem o qual nada teria sido possível. Muito obrigada!

À *Salomé*, que desde o primeiro minuto se disponibilizou a ajudar-me, administrando as aulas de *Fitness* e *Cardio Ballroom Dance*. Um contributo que jamais irei esquecer!
Muito obrigada pelo rigor, dedicação e incentivo!

Ao *Sr. Miguel Domingos* que disponibilizou o acesso à sala onde foram realizados os treinos físicos. Obrigada pela colaboração!

O meu profundo agradecimento a todos os participantes desta investigação, pela entrega e disponibilidade em realizar as avaliações neuropsicológicas, bem como os exigentes treinos físicos e cognitivos ao longo de mais de três meses!
Obrigada por terem participado. Foram uma inspiração!

Muito obrigada à *minha família e amigos*, por acreditarem em mim e me encorajarem a superar todos os desafios! Obrigada pelas palavras certas no momento certo, e pelos momentos de descontração que tornaram o meu percurso mais equilibrado e feliz.

E por último, quero agradecer à *minha mãe*, ao *meu pai* e ao *meu irmão*, as pessoas mais importantes da minha vida e que permitiram todo este percurso...
Muito obrigada pelo amor, dedicação e por todos os ensinamentos de vida.
Obrigada por me impulsionarem a ser mais e melhor, por me incentivarem nos momentos desafiantes e por serem o meu amparo nas adversidades.

A todos, muito obrigada!

RESUMO

A melhoria cognitiva pode definir-se como qualquer tipo de melhoria no desempenho cognitivo decorrente de intervenções orientadas. Alguns estudos têm permitido compreender os benefícios cognitivos inerentes aos programas de treino em computador. E em literatura distinta, o exercício físico tem demonstrado melhorias nas funções cognitivas em geral. No entanto, os estudos têm demonstrado resultados díspares e controversos.

Neste projeto, pretendemos reunir estas duas tendências de pesquisa e analisar os efeitos de um programa de treino cognitivo cuja intervenção foi especificamente projetada para incluir exigências tanto físicas como cognitivas, comparando-o com dois grupos de controle com treinos análogos do ponto de vista cognitivo e físico.

Foram avaliadas cognitivamente 33 participantes do sexo feminino com uma idade média de 22,1 anos ($\pm 3,29$) e uma escolaridade média de 13,7 anos ($\pm 1,44$). As participantes foram atribuídas, atendendo à sua disponibilidade, a uma de três condições: Dança (treino físico e cognitivo), Fitness (treino físico) e Computador (treino cognitivo), procurando emparelhar as participantes quanto à idade, grau de escolaridade, estimativa de inteligência fluida e pertença à área de estudos de Psicologia.

Após a aplicação dos treinos durante 10 semanas, verificou-se um efeito diferencial dos treinos aplicados; contudo, esse efeito revelou-se ligeiro, não sendo possível detetar diferenças significativas em termos estatísticos que sustentem uma vantagem sistemática do grupo experimental. Os resultados foram analisados considerando a literatura e as limitações metodológicas do estudo.

Palavras-Chave: Melhoria cognitiva; Treino cognitivo; Exercício físico; Treino em computador; Jovens adultos saudáveis.

ABSTRACT

The cognitive enhancement can be defined as any kind of improvement in cognitive performance resulting from targeted interventions. Some studies have allowed understand the cognitive benefits inherent in computer training programs. And in distinct literature, physical exercise has shown improvements in cognitive functions in general. However, studies have shown diverse and conflicting results.

In this project, we bring together these two research trends and analyze the effects of a cognitive training program whose intervention has been specifically designed to include both physical and cognitive demands, comparing it with two control groups with similar training of cognitive and physical point of view.

A total of 33 female participants with a mean age of 22.1 years ($\pm 3,29$) and an average schooling of 13,73 years ($\pm 1,44$) were cognitively evaluated. Participants were assigned, according to their availability, to one of three conditions: Dance (physical and cognitive training), Fitness (physical training) and Computer (cognitive training), seeking to match the participants with regard to age, educational level, fluid intelligence and belongs to the area of Psychology studies.

After training for 10 weeks, there was a differential effect of the applied training; however, this effect was slight and it was not possible to detect statistically significant differences that support a systematic advantage of the experimental group. The results were analyzed considering the literature and methodological limitations of the study.

Keywords: Cognitive enhancement; Cognitive training; Physical exercise; Computer training; Healthy young adults.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	2
2.1. Neuroplasticidade.....	2
2.2. <i>Cognitive enhancement</i> e treino cognitivo.....	3
2.3. Limitações de paradigmas de treino cognitivo.....	8
2.4. Tendências de pesquisa sobre melhoria cognitiva	9
2.5. Tarefas em computador e cognição	11
2.6. Atividade física e cognição.....	14
2.7. Treino combinado.....	21
2.8. Abordagem integrada de melhoria cognitiva	22
2.8.1. O caso específico da dança	25
2.9. Pertinência, objetivo e hipóteses de estudo	26
3. METODOLOGIA.....	28
3.1. Participantes	28
3.2. Instrumentos.....	29
3.2.1. Caracterização sociodemográfica	30
3.2.2. d2, Teste de Atenção	30
3.2.3. Memória de Dígitos.....	31
3.2.4. Sequência de Letras e Números	32
3.2.5. Localização Espacial	32
3.2.6. Tarefa de Tempo de Reação Simples.....	32
3.2.7. Tarefa Go / No-Go.....	33
3.2.8. Tarefa de Escolha	33
3.2.9. Matrizes	34
3.3. Procedimento	34
3.4. Paradigma Experimental.....	37
3.4.1. Grupo Experimental: <i>Cardio Ballroom Dance</i> (Dança)	38
3.4.2. Grupo de Controlo Cognitivo: Computador.....	39
3.4.3. Grupo de Controlo Físico: <i>Fitness</i>	43
3.5. Análise estatística	45
4. RESULTADOS.....	46
5. DISCUSSÃO	55
5.1. Limitações.....	62

5.2. Futuras investigações	65
5.3. Conclusão.....	66
6. BIBLIOGRAFIA	67
ANEXOS	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama do fluxo do estudo.....	37
Figura 2. Diagrama das intervenções.....	45
Figura 3. Tarefas de atenção (Teste de Atenção D2): desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, <i>fitness</i>) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção)	49
Figura 4. Tarefas de memória de trabalho [Memória de Dígitos (sentido direto e inverso), Localização Espacial (sentido direto e inverso) e Sequência de Letras e números]: desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, <i>fitness</i>) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção).....	51
Figura 5. Tarefa de velocidade de processamento (Tempo de Reação Simples): desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, <i>fitness</i>) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção).....	52
Figura 6. Tarefa de controlo inibitório [Go / No-Go (acertos; média do tempo de reação dos acertos): desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, <i>fitness</i>) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção)	53
Figura 7. Tarefa de tomada de decisão [Choice (média do tempo de reação dos acertos; <i>accuracy</i>): desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, <i>fitness</i>) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção)	54
Figura 8. Tarefa de raciocínio lógico e inteligência fluída (Matrizes WAIS-III): desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, <i>fitness</i>) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção).....	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização dos grupos e comparação de médias entre as condições relativamente à idade, escolaridade e quociente de inteligência	28
Tabela 2. Avaliação estatística não paramétrica do efeito diferencial das condições experimentais (computador, dança, fitness) sobre a diferença de desempenho observada entre os momentos avaliativos (pré e pós-intervenção); testes de Kruskal-Wallis e de Wilcoxon e medida da magnitude do efeito (r)	47

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Consentimento informado

ANEXO B. Questionário sociodemográfico

ANEXO C. Emparelhamento dos participantes

ANEXO D. Bateria de avaliação neuropsicológica

ANEXO E. Cronograma do treino em computador

ANEXO F. Treino em computador: orientação para aceder e utilizar o *software*

ANEXO G. Folha de presença (*Fitness*)

ANEXO H. Folha de presença (Dança)

ANEXO I. Relatório de desempenho cognitivo

ANEXO J. Cartaz de divulgação do estudo

ABREVIATURAS

cfr – confira, por favor

IHAMS – Iowa Healthy and Active Minds Study

IMPACT – Improvement in Memory with Plasticity-based Adaptive Cognitive Training Study

ms – Milissegundos

MT – Memória de Trabalho

OMS – Organização Mundial de Saúde

SNC – Sistema Nervoso Central

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences

1. INTRODUÇÃO

Em contraste com a visão de longa data de que as mudanças estruturais no cérebro estavam limitadas a estágios de desenvolvimento iniciais, a ideia de que o cérebro continua em expansão ao longo da vida e que os processos cognitivos são dinâmicos tem recebido particular atenção na comunidade científica (Grossman, 1967; Bavelier & Neville, 2002; Hötting & Röder, 2013).

O debate tem-se debruçado sobre as possibilidades em melhorar o desempenho cognitivo de um indivíduo saudável e, por isso, a noção de 'melhoria cognitiva' tem representado um tipo específico de valorização humana que coloca em perspectiva as diferenças individuais na cognição e a sua relação com fatores como o desempenho escolar e profissional, promovendo maior diferenciação entre as pessoas (Moreau & Conway, 2013).

Por conseguinte, cada vez mais surgem estudos acerca da neuroplasticidade aplicada a populações saudáveis, com particular destaque para as crianças e populações idosas. Contudo, este ramo de investigação revela-se escasso no que concerne à faixa etária de jovens adultos (Hillman, Erickson, & Kramer, 2008).

Nos últimos anos, uma infinidade de *softwares* que prometem melhorar a cognição tem sido comercializados em todo o mundo (Dresler *et al.*, 2013). Por outro lado, a prática de atividade física tem vindo a ser referida como uma das formas eficientes de promover a melhoria do funcionamento cognitivo (Moreau & Conway, 2013). Embora os efeitos de tais intervenções na cognição em geral ainda não sejam totalmente claros, parece existir um interesse real por parte das pessoas em melhorar o seu desempenho cognitivo (Moreau & Conway, 2013).

O presente projeto científico pretende contribuir para reduzir a escassez de estudos centrados em jovens adultos saudáveis e esclarecer sobre as potencialidades de intervenções de treino cognitivo que recorrem à atividade física, a tarefas em computador e a atividades motoras complexas.

Em particular, almejamos comparar o impacto cognitivo de um treino que reúne exigências físicas e cognitivas em simultâneo, e que, como tal, reflete uma abordagem de treino integrado (treino com recurso a sessões de Dança), com dois grupos de controlo com treinos análogos do ponto de vista cognitivo (treino com recurso ao *software Brain Fitness Program*) e do ponto de vista físico (treino com sessões de *Fitness*), mas não integrados.

O objetivo principal do estudo é, assim, comparar a eficácia das diferentes condições de treino, avaliando se a evolução do desempenho cognitivo entre os momentos avaliativos é modulada pelo tipo de treino aplicado.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Neuroplasticidade

A ideia de que o sistema nervoso central (SNC) é capaz de mudar a sua organização remonta aos tempos de William James (James, 1890) e Santiago Ramón y Cajal (Ramon y Cajal, 1895). Contudo, a pesquisa empírica que suporta estas teorias iniciou-se apenas nos anos 40 (Hebb, 1949). E até aos anos 60, em Neuropsicologia era comum achar-se que o SNC adulto estava consolidado e que tinha provavelmente uma capacidade de mudança bastante limitada (Grossman, 1967).

Um dos quadros dominantes nas últimas décadas do século XX postulava que o cérebro seria capaz de desenvolvimentos de grande escala numa fase precoce da vida do indivíduo e que depois tornar-se-ia um pouco impermeável à mudança, tendo inclusive surgido termos como ‘período crítico’ ou ‘período sensível’ (Wiesel & Hubel, 1965 cit in Green, Strobach, & Schubert, 2014). Segundo este ponto de vista, não haveria, portanto, forma de melhorar as capacidades cognitivas quando atingida a idade adulta, uma vez que os sistemas cerebrais ter-se-iam tornado rígidos (Bavelier Levi, Li, Dan, & Hensch, 2010 cit in Green *et al.*, 2014). Um outro aspeto que reforçava esta ideia era a noção de ‘especificidade’ que remetia para melhorias do desempenho somente em tarefas especificamente treinadas, e não em outras, ainda que aparentemente semelhantes à tarefa treinada (Green & Bavelier, 2008).

Estudos recentes em humanos e animais têm demonstrado que o cérebro de mamíferos adultos é continuamente moldado por *inputs* ambientais (Pascual-Leone *et al.*, 2005 cit in Hötting & Röder, 2013), e a capacidade de modificar a sua organização em função das exigências ou do ambiente em que está inserido foi denominada de ‘neuroplasticidade’. Este fenómeno, altamente complexo, ocorre quando se adquirem novas competências (resultado do meio onde o indivíduo se encontra), após danos no SNC ou em resultado de alguma privação sensorial (Bavelier & Neville, 2002; Hötting & Röder, 2013). A aprendizagem associativa, por exemplo, induz alterações na libertação de neurotransmissores que, em seguida, podem desencadear uma cascata de eventos neuroquímicos, resultando em mudanças estruturais no córtex cerebral, tais como a formação de novas sinapses ou a reorganização das ligações sinápticas (Rosenzweig *et al.*, 2002 cit in Hötting & Röder, 2013). Estas mudanças estruturais podem, por vezes, levar a uma expansão de mapas corticais (Weinberger, 2004 cit in Hötting & Röder, 2013). E a reorganização dos mapas corticais tem sido associada a alterações nas capacidades cognitivas, que remete para aspetos comportamentais (Recanzone *et al.*, 1991 cit in Hötting & Röder, 2013). A título ilustrativo, os intérpretes que são submetidos a um processo de intenso treino para aprender um novo idioma parecem desenvolver um maior volume de substância cinzenta no hipocampo e

aumentar a espessura cortical do giro frontal médio esquerdo, do giro frontal inferior e do giro temporal superior (Martensson *et al.*, 2012 cit in Hötting & Röder, 2013).

Neste contexto, Willis e Schaie (2009) referem que as funções cognitivas podem ser melhoradas através da prática ou da aprendizagem observacional e que a plasticidade cognitiva envolve um contraste entre o nível médio atual de desempenho do indivíduo em condições normativas e o seu potencial latente. Assim, a plasticidade cognitiva é influenciada por aspetos como o potencial intraindividual, ou seja, o intervalo de plasticidade associado a um determinado indivíduo (Baltes & Lindenberger, 1988 cit in Willis & Schaie, 2009) e, por outro lado, pelo contexto específico no qual a plasticidade cognitiva está a ser investigada e que, habitualmente, reporta a condições experimentais ou de intervenção, as quais pressupõem uma enorme variabilidade relativamente a fatores como a duração e intensidade dessas intervenções (Willis & Schaie, 2009).

2.2. Cognitive enhancement e treino cognitivo

Os avanços da Neurociência, nomeadamente o desenvolvimento de técnicas de neuroimagem e o progresso na compreensão das funções cognitivas, têm evidenciado a importância de manter o cérebro ativo. Simultaneamente parece existir uma maior consciencialização (incitada pela comunidade científica) para a pertinência da prevenção do declínio cognitivo, para o combate às consequências cognitivas de condições médicas e para a melhoria da eficiência da cognição na ausência de comprometimento cognitivo (Jak, Seelye, & Jurick, 2013). Além disso, o aumento da esperança média de vida e o envelhecimento das populações têm, no meu entender, desafiado os investigadores a descobrir formas de garantir a saúde do cérebro durante toda a vida, bem como desenvolver estratégias para estimular o potencial máximo cerebral, sendo este um dos maiores desafios da atualidade.

Neste contexto, o termo ‘melhoria cognitiva’ (do inglês *cognitive enhancement*) reporta a ganhos temporários e/ou de longo prazo no desempenho cognitivo em resultado de intervenções orientadas (Moreau & Conway, 2013). De acordo com Jak e colegas (2013), a melhoria cognitiva consiste no fortalecimento de capacidades cognitivas como atenção, memória, velocidade de processamento e funções executivas; Juengst (1998 cit in Dresler *et al.* 2013) acrescenta que o termo remete para a melhoria do funcionamento mental para além do que é necessário para manter ou restaurar a saúde.

De acordo com Martin, Clare, Altgassen, Cameron e Zehnder (2011), as intervenções com vista à melhoria cognitiva apresentam-se como um programa especificamente projetado que fornece guias práticos e um conjunto de tarefas que se destinam a melhorar o desempenho de um ou mais domínios cognitivos. Estas tarefas devem ser ‘desafiadoras’, ou

seja, tarefas cognitivas que exijam o suficiente para que não se possam resolvê-las de uma vez (subestimulação), e que se apresentem apropriadas para o nível cognitivo do indivíduo, a fim de evitar a frustração do constante fracasso (Lauenroth, Ioannidis, & Teichmann, 2016).

Na literatura são encontrados diversos termos para descrever as técnicas de intervenção no âmbito da ‘melhoria cognitiva’, sendo os mais comumente utilizados a estimulação mental, o treino cognitivo e a reabilitação cognitiva. Apesar de muitas vezes serem considerados sinónimos, estes termos diferem quanto à sua metodologia (Mowszowski, Batchelor, & Naismith, 2010 cit in Golino & Flores-Mendoza, 2016). A discordância na utilização da terminologia tem dificultado a compreensão dos efeitos relevantes de qualquer intervenção (Reijnders *et al.* 2012; Tardif & Simard, 2011) e limitado a produção de estudos de meta-análise que se deparam com nomenclaturas dúbias e com a necessidade de corrigir a classificação do tipo de intervenção reportada pelos autores (Golino & Flores-Mendoza, 2016). Neste sentido, Clare e colegas (2003) elaboraram um referencial taxonómico que foi posteriormente discutido e revisto por Belleville (2008), Mowszowski e colegas (2010) e Bahar-Fuchs, Clare e Woods (2013), tendo-se considerado o seguinte:

- Estimulação Mental: caracteriza-se pela ausência de uma situação de aprendizagem estruturada e direcionada, uma vez que o objetivo é envolver o indivíduo numa situação de esforço mental através da prática e repetição de tarefas (Golino & Flores-Mendoza, 2016). Wilson (2002), por sua vez, refere que a estimulação mental remete para intervenções que promovam um maior envolvimento em atividades cerebrais estimulantes, como por exemplo ler, ouvir música ou jogar xadrez.

- Reabilitação cognitiva: destina-se a populações clínicas e tem como objetivo envolver o indivíduo numa panóplia de atividades gerais (incluindo a estimulação cognitiva), com vista à melhoria geral do funcionamento quotidiano, cognitivo e social (Parente, 2006 cit in Golino & Flores-Mendoza, 2016).

- Treino cognitivo: centra-se na prática guiada de um conjunto de tarefas cognitivas padronizadas que refletem determinadas funções cognitivas; diferencia-se da estimulação mental pelo facto de acrescentar às tarefas cognitivas o ensino de estratégias para otimização do funcionamento mental (Golino & Flores-Mendoza, 2016; Martin *et al.*, 2011).

Os treinos cognitivos (a par da reabilitação cognitiva) podem assumir diferentes formatos, variando quanto à 1) *Modalidade*: sessões individuais ou em grupo; 2) *Funções cognitivas-alvo*: intervenção multidomínio (focada em várias capacidades cognitivas) ou unimodal (centrada numa função cognitiva específica); 3) *Formato dos estímulos*: do tipo ‘lápiz e papel’, tarefas em computador, entre outros; 4) *Medidas avaliativas*: que podem cingir-se às capacidades cognitivas-alvo ou abranger outros domínios da cognição para investigar os

possíveis efeitos de transferência (proximal e distal); 5) *Follow-up*: paradigmas que incluem o acompanhamento a longo prazo com o objetivo de verificar os efeitos de durabilidade temporal da intervenção (Golino & Flores-Mendoza).

A melhoria cognitiva tem-se revelado um tópico tendência tanto no debate acadêmico como público e o desenvolvimento científico sobre o tema tem beneficiado uma grande variedade de pessoas. Desde logo, no contexto da reabilitação, os doentes com distúrbios neurológicos (e.g. demência de Alzheimer, acidente vascular cerebral) ou distúrbios psiquiátricos (e.g. esquizofrenia, depressão, transtorno bipolar) que beneficiam da diminuição de sintomas indesejáveis e da aceleração do processo de reabilitação (Farah *et al.*, 2004 cit in Ignjatović, Kalabić, Batić, & Žikić, 2015). Em segundo lugar, os idosos saudáveis cujas funções cognitivas diminuem com a idade (particularmente a velocidade de processamento, memória de trabalho (MT), funções executivas e memória de longo prazo) e que podem melhorar a qualidade de vida diária e retardar o envelhecimento (Park *et al.*, 2002 cit in Ignjatović *et al.*, 2015). Em terceiro lugar, pessoas envolvidas em profissões de risco e cognitivamente exigentes, como controladores de tráfego, militares e operadores de sistemas de vigilância (Pop *et al.*, 2012 cit in Ignjatović *et al.*, 2015). Em quarto lugar, os alunos que ao estimularem a cognição poderão ver melhorado o seu desempenho acadêmico (Deary *et al.*, 2007 cit in Ignjatović *et al.*, 2015). E por último, as pessoas comuns que podem melhorar o seu desempenho laboral e quotidiano, bem como aspetos como a satisfação e qualidade de vida e reputação na comunidade (Jak *et al.*, 2013).

A compreensão dos processos neuronais subjacentes às intervenções de treino cognitivo é de suma importância no desenvolvimento de paradigmas que facilitem a melhoria da cognição. O referencial teórico para a neuroplasticidade induzida pelo treino cognitivo foi introduzido pela teoria da aprendizagem de Hebb (1949), a qual postula que um grupo de neurónios repetidamente ativos ao mesmo tempo tende a formar associações mais fortes e, conseqüentemente, a atividade num neurónio irá facilitar a atividade no outro. Assim, ao executar uma tarefa cognitiva de forma repetida, as áreas do cérebro associadas às funções cognitivas envolvidas nessa tarefa formam associações mais fortes, e as modificações das ativações cerebrais induzidas pelo treino levam à melhoria dessas capacidades cognitivas (Taya, Sun, Babiloni, Thakor, & Bezerianos, 2015).

Do ponto de vista neuroanatômico, a melhoria cognitiva tem sido corroborada por resultados de estudos que salientam a importância das reservas cognitivas e cerebrais, nomeadamente o aumento do número de ligações dendríticas, o aumento da densidade sináptica e o reforço das redes neuronais que ocorrem em resultado da estimulação cognitiva (Kramer *et al.*, 2004 cit in Jak *et al.*, 2013; La Rue, 2010 cit in Ignjatović *et al.*, 2015). Tem sido

ainda descrito na literatura que a participação em treinos cognitivos se correlaciona positivamente com o aumento da espessura/volume cortical, provavelmente devido à neurogênese associada a este tipo de intervenções (Churchill *et al.*, 2002 cit in Jak *et al.*, 2013).

A literatura referente à aprendizagem de capacidades revela que, desde que haja prática apropriada, os seres humanos são capazes de melhorar em praticamente todos os paradigmas testados, nomeadamente a aprendizagem perceptiva, a aprendizagem motora e o treino cognitivo (Green & Bavelier, 2010). Estes efeitos de um programa de treino cognitivo são, habitualmente, demonstrados quando uma condição experimental revela melhorias significativas em qualquer tipo de tarefa avaliativa, quando comparada com a condição de controlo (Moreau & Conway, 2013). Assim, considera-se que houve eficácia da intervenção do treino cognitivo quando se verificam um ou mais dos seguintes critérios: (1) melhoria no desempenho de tarefas cognitivas-alvo, (2) manutenção da melhoria cognitiva ao longo do tempo, (3) transferência dos efeitos do treino para tarefas que remetem para o mesmo domínio cognitivo ou outros e (4) generalização dos efeitos do treino para o funcionamento diário do indivíduo (Martin *et al.*, 2011; Hertzog *et al.*, 2009 cit in Brehmer, Westerberg, & Backman, 2012).

Neste contexto, importa esclarecer que as tarefas treinadas são as que estão inseridas no programa de melhoria cognitiva e que o indivíduo treina, ou seja se o programa de melhoria cognitiva disponibilizar exercícios de velocidade de processamento, o indivíduo deverá mostrar melhorias nessas mesmas tarefas. Em contraste, as tarefas não treinadas são aquelas que podem refletir o mesmo domínio cognitivo do que o treino, mas não são uma replicação direta do que foi treinado, isto é, se um programa de melhoria cognitiva apresentar exercícios de velocidade de processamento, o indivíduo poderá mostrar melhoria no desempenho em testes neuropsicológicos de velocidade de processamento e não apenas nas tarefas treinadas (Jak *et al.*, 2013).

O conceito de transferência, por sua vez, consiste na generalização dos resultados obtidos a outros domínios da cognição ou a tarefas que de alguma forma diferem do alvo principal do programa de treino (Cavallini, Dunlosky, Bottiroli, Hertzog, & Vecchi, 2010; Moreau & Conway, 2013), podendo ocorrer efeitos de transferência de dois tipos: próxima e distante. Os efeitos de transferência próxima remetem para a melhoria numa função cognitiva que se transfere para outra função cognitiva que compartilha características semelhantes, como por exemplo melhorias na atenção focada serem transferidas para a atenção dividida, e os efeitos de transferência distante remetem para a melhoria num domínio cognitivo que influencia positivamente outro domínio cognitivo dissimilar, como por exemplo

melhorias na memória de trabalho serem transferidas para domínios cognitivos gerais como a inteligência fluida (Jak *et al.*, 2013).

A escolha adequada dos estímulos e da complexidade da tarefa afeta significativamente a intensidade do efeito de transferência (Muijden, Band, & Hommel, 2012 cit in Ignjatović *et al.*, 2015; Klingberg, 2010 cit in Ignjatović *et al.*, 2015). E a maioria dos resultados na literatura demonstram uma enorme especificidade da aprendizagem, ou seja, a melhoria só é observada nas tarefas treinadas, com pouca ou nenhuma transferência da aprendizagem a outros domínios cognitivos, mesmo em tarefas semelhantes à tarefa treinada (Green & Bavelier, 2010).

Uma teoria proeminente que explica o funcionamento da transferência a nível neurocognitivo é a Teoria da Hierarquia Reversa, proposta por Ahissar e Hochstein (2004). Embora originalmente desenvolvida no âmbito da aprendizagem perceptiva, pode ser generalizada a todo o domínio da aprendizagem. Os autores propõem que a aprendizagem é um processo *top-down*, ou seja, nesse processo a informação flui através de estruturas hierarquicamente organizadas, começando num nível mais elevado; apenas quando a informação não é suficiente para resolver a tarefa a nível superior esta irá progredir para níveis mais baixos. De acordo com a teoria, tarefas que são processadas por estruturas de nível superior mostrarão maiores efeitos de transferência, enquanto as tarefas processadas por estruturas de nível mais baixo terão maior tendência a exibir efeitos de especificidade (Ahissar & Hochstein, 2004).

Uma teoria semelhante, a teoria da sobreposição neuronal, hipotetiza que se o treino e a tarefa de transferência invocar atividade nas mesmas regiões cerebrais, irá ocorrer transferência dos efeitos do treino (Lustig, Shah, Seidler, & Reuter-Lorenz, 2009).

O objetivo último do treino cognitivo deve ser o de generalizar os ganhos específicos obtidos à cognição geral e ao funcionamento diário e quotidiano dos indivíduos (Jak *et al.*, 2013). Contudo, a maioria dos treinos cognitivos apresenta pouca validade ecológica, na medida em que as tarefas treinadas em pouco se assemelham a atividades diárias (Kelly *et al.*, 2014). Tarefas cognitivas que envolvem vários domínios da cognição e oferecem um contexto próximo da experiência da vida real são mais propensas a causar o efeito de transferência do que as tarefas baseadas em estímulos simples e de estrita manipulação laboratorial (Delgado-Martínez, Thakor, & Bezerianos, 2014 cit in Ignjatović *et al.*, 2015). Neste contexto, tem sido sugerido que o treino cognitivo deve ser multimodal (estimular várias funções cognitivas) e que os paradigmas devem ser adaptativos e centrados nas necessidades individuais (Johnson, 2011 cit in Ignjatović *et al.*, 2015).

A maioria dos estudos sobre treino cognitivo tem sido relativamente breve e, portanto, o impacto de fatores como a duração e intensidade do treino na cognição permanece pouco compreendido. Ainda assim, vários estudos evidenciam um aumento da magnitude do efeito na presença de um maior número de sessões (e.g. Jaeggi *et al.*, 2008 cit in Willis & Schaie, 2013).

Apesar do reduzido número de estudos que examina a manutenção dos efeitos de treino a longo prazo (Jones *et al.*, 2006 cit in Willis & Schaie, 2013), tem sido referida uma durabilidade temporal de cinco anos num ensaio clínico (Willis *et al.*, 2006 cit in Willis & Schaie, 2013) até 14 anos em estudos menores (Boron *et al.*, 2007 cit in Willis & Schaie, 2013; Willis & Nesselrode, 1990 cit in Willis & Schaie, 2013).

Apesar de existir já um considerável volume de literatura sobre o tema, particularmente com crianças, idosos e populações clínicas, a melhoria cognitiva é uma área cujos resultados são ainda pouco consensuais. A literatura futura deverá, por isso, mais do que identificar paradigmas de treino eficazes, identificar os fatores que contribuem para a eficácia do treino e os candidatos mais adequados para esses paradigmas (Green & Bavelier, 2010).

2.3. Limitações de paradigmas de treino cognitivo

As discussões éticas, legais, políticas e morais relativas às questões da melhoria cognitiva centram-se na utilização de psicofármacos (estimulantes cerebrais que intervêm diretamente na estrutura e funcionamento cerebral) como método de melhoria (Talbot, 2009; Smith & Farah, 2011, cit. in Dresler *et al.*, 2013). Tem sido sugerido que um em cada cinco estudantes universitários consome substâncias como metilfenidato, comercialmente conhecido como ritalina, as quais são, geralmente, prescritas para condições como o défice de atenção e/ou hiperatividade com o objetivo de aumentar o seu desempenho académico (McCabe *et al.*, 2005 e Wilens *et al.* 2008, cit in Dresler *et al.*, 2013). E apesar de relativamente bem toleradas, a toma destas substâncias evidencia efeitos colaterais como aumento do ritmo cardíaco, dor de cabeça e ansiedade. A par disso, limitações na metodologia de determinadas pesquisas dificultam o esclarecimento sobre o desenvolvimento de dependência e tolerância às drogas em indivíduos saudáveis (Repantis *et al.*, 2010 cit in Dresler *et al.*, 2013).

À semelhança dos psicoestimulantes, também outras técnicas de melhoria cognitiva têm sido alvo de críticas na literatura. O treino cognitivo tradicional (baseado no ensino de estratégias destinadas a melhorar capacidades cognitivas específicas) pode revelar-se promissor quando convenientemente aplicado, porém, exige a presença de pessoal qualificado e de ambientes controlados, além do carácter oneroso. A estimulação cerebral pode igualmente evidenciar resultados positivos quando aplicada por um profissional, contudo pode

ser mal implementada por usuários inexperientes. Antagonicamente, métodos como o treino cognitivo com mnemônicas parecem seguros e disponíveis para toda a população, mas revelam-se morosos e pouco motivantes. Intervenções com recurso a *softwares* tendem a reforçar domínios cognitivos específicos e a apresentar resultados promissores, contudo apresentam tarefas pouco ecológicas (Dresler *et al.*, 2013). A meditação pode favorecer sentimentos de autorrealização, autoconfiança e autoconhecimento, mas pressupõe elevados níveis de autodisciplina e dedicação (Kipke, 2010 cit in Dresler *et al.*, 2013). O exercício físico, por sua vez, e apesar de não apresentar vantagens tão evidentes comparativamente a outros paradigmas, evidencia benefícios adicionais, tais como o reforço da saúde mental e da saúde física e não acometem efeitos secundários conhecidos. Ainda assim, indivíduos com deficiência física não podem beneficiar deste género de intervenção (Dresler *et al.*, 2013).

De referir ainda o possível interesse financeiro associado ao desenvolvimento de produtos farmacêuticos patenteados e comercializáveis, de *softwares* de treino cerebral e a promoção de (super)alimentos potenciadores do desempenho cognitivo (Dresler *et al.*, 2013).

Assim, a relação custo-benefício das diferentes intervenções que visam a melhoria cognitiva apresenta-se como uma das questões atuais mais pertinentes e têm promovido o desenvolvimento de paradigmas de treino e metodologias de investigação que suplantem as desvantagens prévias e facilitem a descoberta de um ‘treino ideal’.

2.4. Tendências de pesquisa sobre melhoria cognitiva

Os paradigmas de treino cognitivo mais recentemente investigados têm procurado acompanhar o desenvolvimento tecnológico e científico, bem como os hábitos de vida atuais e visam, como já referido, superar limitações de paradigmas prévios. São exemplo os estudos que apresentam paradigmas baseados na nutrição (e.g. Ferre, 2008), exercício físico (e.g. Ouattas, Haddad, Riahi, Paunescu, & Goebel, 2016), meditação (e.g. Yang *et al.*, 2016), exercícios cognitivos em computador (e.g. Ignjatović *et al.*, 2015), vídeo-jogos (e.g. Anguera *et al.*, 2013), tecnologias de neuroestimulação, nomeadamente a realidade virtual (e.g. Rohani & Puthusserypady, 2015), estimulação elétrica transcraniana (e.g. Scheldrup, 2014) e neurofeedback (e.g. Hsueh, Chen, Chen, & Shaw, 2016).

Por outro lado, têm sido alvo de um crescente interesse os estudos que combinam dois ou mais paradigmas de intervenção (geralmente na tentativa de maximizar os efeitos de treino), como é o caso da pesquisa de Looi e colaboradores (2016) que combinam a aplicação de treinos cognitivos de neuroestimulação e jogos de vídeo.

No que diz respeito às funções cognitivas mais investigadas no âmbito da melhoria cognitiva, nota-se um elevado interesse por processos cognitivos que, em pesquisas

longitudinais, exibem declínios relativamente precoces relacionados com a idade ou que se associam a comprometimentos cognitivos, nomeadamente o raciocínio, a memória episódica, a velocidade de processamento, a memória de trabalho e funções executivas. Paralelamente, os estudos concentram-se em funções cognitivas associadas a regiões cerebrais de maior atrofia no volume cortical, como regiões pré-frontais e temporais (Willis & Schaie, 2009).

Com vista à obtenção de programas de treino cognitivo capazes de induzir melhorias numa ampla gama de capacidades cognitivas, os investigadores têm optado pelo estudo de funções cognitivas que se presume constituírem a base das capacidades cognitivas gerais (Schmiedek, Lovden & Lindenberger, 2010). Uma das funções cognitivas mais frequentemente alvo de treino cognitivo é a memória de trabalho, já que se trata de um domínio cognitivo complexo, essencial para inúmeras tarefas, tais como raciocínio, resolução de problemas e tomada de decisão, além de estar fortemente correlacionada com a inteligência geral (Kane *et al.*, 2004 cit in Moreau & Conway, 2014). Refira-se ainda que a pesquisa experimental e psicométrica neste campo foi certamente impulsionada pelo desenvolvimento de testes padronizados como as tarefas de *N-back* ou do tipo *Span* que, com ligeiras modificações, se tornam facilmente em exercícios de estimulação cognitiva (Moreau & Conway, 2014).

Num trabalho de Jaeggi e colegas (2008 cit in Schmiedek, Lovden e Lindenberger, 2010), por exemplo, foi relatado um efeito de transferência do treino da MT para o desempenho num teste de matrizes que avalia a inteligência fluida. Embora o estudo tenha apresentado algumas limitações, uma vez que a transferência pode ter sido restrita ao teste de avaliação utilizado (baseado em materiais figurativos), não podendo ser generalizável a outros testes (baseados em conteúdo figurativo, materiais numéricos ou verbais), não deixou de ser um resultado promissor (Moreau, Morrison & Conway, 2015).

Apesar da generalização dos ganhos obtidos com o treino da MT para domínios cognitivos não treinados, tais como o controlo de interferências, inteligência fluida, raciocínio e compreensão de leitura ter sido observada em adultos mais jovens (e.g. Klingberg *et al.*, 2002; Jaeggi *et al.*, 2008; Chein & Morrison, 2010), os estudos com adultos mais velhos geralmente relatam efeitos de transferência reduzidos ou inexistentes (e.g. Li *et al.*, 2008; Schmiedek *et al.*, 2010). Neste contexto, alguns autores têm apresentado reservas no que diz respeito ao potencial do treino de funções cognitivas basilares como a MT (e.g. Chooi & Thompson, 2012), e outros salientam a pertinência de investigações mais aprofundadas sobre o tema (Morrison & Chein, 2011).

2.5. Tarefas em computador e cognição

O treino cognitivo em computador surgiu da necessidade de contornar limitações percebidas de outros paradigmas de treino cognitivo, principalmente quando dirigido a indivíduos saudáveis, tendo o seu aparecimento beneficiado, simultaneamente, do desenvolvimento tecnológico e da elevada popularidade dos jogos em computador e dos jogos de vídeo. Assim, apresenta-se como uma abordagem vantajosa comparativamente a outros paradigmas, já que não necessita de um profissional qualificado ou ambiente clínico controlado, encontra-se facilmente acessível a toda a comunidade e exige poucos recursos (computador doméstico e acesso à internet) por parte dos usuários (Jak, Seelye, & Jurick, 2013; Kueider, Parisi, Gross, & Rebok, 2012).

Atualmente, estão disponíveis publicamente vários programas estruturados de treino cognitivo baseados em computador que reivindicam a sua capacidade para melhorar aspetos fundamentais da cognição, em grande parte, apoiados pela imprensa e pelas empresas criadoras destas ferramentas eletrónicas de estimulação cerebral (Jak *et al.*, 2013). Contudo, grande parte das plataformas não apresenta evidência científica que suporte os seus benefícios cognitivos e muitos dos *softwares* disponibilizados não são devidamente testados nem validados para melhorar a cognição (Jak *et al.*, 2013; Anguera & Gazzaley, 2015; Dresler *et al.*, 2013; Moreau & Conway, 2014). Além disso, o elevado número de produtos disponíveis torna difícil determinar, quer por clínicos, quer pela população em geral, quais os programas de treino que fornecem os benefícios cognitivos pretendidos (Jak *et al.*, 2013).

Neste contexto, julgo ser pertinente distinguir os *softwares* criados com o objetivo de melhorar a cognição e os jogos em computador que, embora possam ter efeitos positivos nas capacidades cognitivas, não foram criados com esse intuito, como por exemplo o jogo Tetris. Em geral, os jogos de computador são projetados com vista ao divertimento e envolvimento do jogador e, por isso, fornecem histórias intrincadas com ambientes cativantes e ciclos de recompensa que tornam a experiência mais desafiadora. Os *softwares* de treino cerebral, por sua vez, não dão tanta primazia aos elementos envolventes e motivacionais encontrados nos jogos de entretenimento. E, neste sentido, os programas mais recentemente desenvolvidos têm procurado aproximar os seus exercícios aos jogos em computador, nomeadamente através da inclusão de mecanismos de recompensa e *feedback* e de *designs* atrativos e motivantes com o intuito de ampliar as potencialidades do treino (Anguera & Gazzaley, 2015).

Os *softwares* como o *Brain Fitness Program* (Posit Science, San Francisco, Califórnia), *Cogmed* (Pearson) e *Cognifit* (CogniFit Personal Coach) são desenvolvidos por equipas multidisciplinares, o que permite criar ferramentas atuais e viáveis, focadas em sistemas neuronais ou funções cognitivas específicas (Anguera & Gazzaley, 2015; Jak, Seelye, Jurick,

2013). Estes programas de treino fornecem *designs* com características de entretenimento e níveis de adaptabilidade, uma vez que a evolução do treino ocorre de acordo com o desempenho *online* do indivíduo, sendo que estes aspetos parecem contribuir para a eficácia do treino e para que os indivíduos façam melhor uso do seu potencial latente (Green & Bavelier, 2003; Klingberg *et al.*, 2002; Brehmer *et al.*, 2007; Hertzog *et al.*, 2009). Infelizmente, estes *softwares* são habitualmente comercializados e oferecem livre acesso apenas a alguns conteúdos, bem como uma opção de subscrição que permite aceder a um maior número de exercícios e relatórios de desempenho (Anguera & Gazzaley, 2015).

Grande parte da literatura disponível sobre treino cognitivo em computador tem-se debruçado sobre a plasticidade cerebral em idosos saudáveis ou com comprometimento cognitivo, cujos paradigmas de treino visam prevenir o declínio cognitivo relacionado com a idade e a demência (Cotelli *et al.*, 2012 cit in Dresler *et al.*, 2013; Tardif & Simard, 2011 cit in Dresler *et al.*, 2013). Também têm sido alvo de pesquisa algumas populações clínicas, nomeadamente com distúrbios psiquiátricos (e.g. esquizofrenia), lesões cerebrais adquiridas e doenças neurodegenerativas (e.g. esclerose múltipla), crianças e, embora em menor número, jovens adultos saudáveis (Jak *et al.*, 2013).

Num estudo de revisão de Jak e colegas (2013) foram relatados resultados do estudo de Smith e colaboradores (2009) no qual foi examinada a eficácia do *Brain Fitness Program (Posit Science)*. Numa amostra de 487 adultos saudáveis com mais de 65 anos, os autores demonstraram que, em comparação com o grupo de controlo ativo, o grupo experimental apresentou melhorias significativas nos testes padronizados de atenção e memória, bem como nas tarefas treinadas, tendo sido ainda evidenciados autorrelatos de melhoria das capacidades cognitivas. De acordo com Zelinski e colegas (2011 cit in Jak *et al.*, 2013), num follow-up após 3 meses do término dos treinos, os ganhos obtidos nas medidas de atenção não treinadas e nos testes de memória tornaram-se não significativos, embora as medidas treinadas de velocidade de processamento e uma medida de memória global não treinada tivessem permanecido significativas. Estes resultados são consistentes com estudos prévios que mostram melhorias cognitivas imediatas após o treino, as quais diminuem ao longo do tempo, particularmente na ausência de reforço do treino (Jak *et al.*, 2013).

Ainda no estudo de revisão de Jak e colegas (2013), foi relatada a pesquisa de Brehmer e colaboradores (2012) com uma amostra de jovens adultos (20-30 anos) e adultos mais velhos (60-70 anos) com recurso ao programa de treino *Cogmed QM* para testar os benefícios do treino na MT. A amostra foi distribuída aleatoriamente por um grupo de treino ativo (cujo nível de dificuldade era ajustado automaticamente com base no desempenho – adaptável) e por um grupo de controlo (cujo nível de dificuldade permaneceu baixo ao longo

do treino). A aplicação do treino decorreu por cinco semanas com avaliações cognitivas pré e pós-intervenção e nos três meses após a aplicação do treino. Os resultados indicaram que o grupo de treino ativo apresentou melhorias significativas comparativamente ao grupo de controlo nos testes neuropsicológicos de MT verbal e não-verbal e atenção sustentada, bem como em autorrelatos do funcionamento cognitivo após o treino e no follow-up de 3 meses, não tendo sido observadas melhorias na memória, raciocínio não-verbal, e controlo inibitório. Embora o treino tenha melhorado a MT em tarefas treinadas e não treinadas, os autores não conseguiram demonstrar a generalização do treino para tarefas diárias ecologicamente válidas que exigem capacidades de MT.

Concretamente em estudos com populações mais jovens têm sido evidenciadas melhorias do desempenho cognitivo na memória e na atenção (Smith *et al.*, 2009; Zelinski *et al.*, 2011 cit in Dresler *et al.*, 2013), função executiva e velocidade de processamento (Nouchi *et al.*, 2012; Basak *et al.*, 2008 cit in Dresler *et al.*, 2013) e MT e memória episódica (Schmiedek *et al.*, 2010 cit in Dresler *et al.*, 2013).

Os efeitos de transferência para tarefas não treinadas e para medidas ecologicamente válidas de funcionamento diário permanecem escassos. Num estudo de Owen e colaboradores (2010) 11430 adultos saudáveis com idades compreendidas entre 18 e 60 anos foram alvo de uma intervenção de 6 semanas de treino cognitivo em computador. Os participantes foram atribuídos a uma de três condições possíveis, onde compararam um programa de treino predominantemente focado no funcionamento executivo (com tarefas de raciocínio, planeamento e resolução de problemas), um programa mais amplo do ponto de vista das funções cognitivas, com tarefas que incluíam memória, atenção, capacidades visoespaciais e aritmética e um terceiro grupo (de controlo) no qual os participantes tinham de responder a perguntas informativas com recurso a pesquisas *online* em computador. Não obstante os programas de treino terem evidenciado melhorias nas tarefas treinadas, não houve evidência de generalização dos ganhos para atividades cognitivas não treinadas (Owen *et al.*, 2010).

É de referir que os efeitos de transferência têm sido mais consensuais no que diz respeito à função cognitiva de velocidade de processamento (Dresler *et al.*, 2013) e para que haja efeitos de transferência para funções cognitivas que não a velocidade de processamento, a complexidade do programa de treino parece ser essencial (Basak *et al.*, 2008 cit in Jak *et al.*, 2013; Gates & Valenzuela, 2010 cit in Jak *et al.*, 2013). Contudo, é pertinente mencionar que a maioria das medidas de avaliação utilizadas para avaliar os efeitos de transferência não são necessariamente representativas do funcionamento cognitivo quotidiano (Jak *et al.*, 2013).

As principais limitações metodológicas encontradas nos estudos sobre treino cognitivo em computador prendem-se com o reduzido tamanho das amostras e a ausência de distribuição aleatória das mesmas, a ausência de grupos de controlo ativos ou de placebo e potenciais conflitos de interesse devido a incentivos financeiros associados a produtos comercializados. Acrescem efeitos de transferência e generalização pouco consensuais e questionáveis, a falta de acompanhamento longitudinal que permita aferir sobre a durabilidade e manutenção dos ganhos e ainda a variedade de regimes de treino implementados que dificulta a comparação entre estudos (Gates & Venezuela, 2010 cit in Jak *et al.*, 2013).

Em suma, a literatura sugere que os programas de melhoria cognitiva baseados em computador produzem melhorias mais significativas em tarefas treinadas, com evidência moderada relativa a melhorias em tarefas não treinadas dentro do domínio cognitivo treinado ou domínios cognitivos não treinados (Jak *et al.*, 2013).

Saliente-se que os efeitos de transferência dos ganhos para capacidades cognitivas não treinadas podem depender da complexidade do treino e a generalização dos ganhos a tarefas ecologicamente válidas é ainda escassa (Jak *et al.*, 2013).

Assim, embora os dados sejam promissores e os efeitos colaterais negativos associados a esta abordagem de melhoria cognitiva aparentem ser mínimos, a prova de que os *softwares* de treino cerebral melhoram o funcionamento cognitivo é ainda inconclusiva e carece de aprofundamento empírico.

2.6. Atividade física e cognição

A atividade física tem o potencial de intervir positivamente em aspetos como a capacidade física e composição corporal, apresentando-se como um fator altamente benéfico na prevenção de doenças cardiovasculares ou crónico-degenerativas, na manutenção de condições de saúde e no combate ao sedentarismo (Hillman *et al.*, 2008; Dresler *et al.*, 2013; Marmeleira, 2013; Mensink, 2003 cit in Stroth *et al.*, 2010). Os benefícios da atividade física vão, no entanto, além da saúde física e estendem-se a benefícios de cariz psicológico, nomeadamente distúrbios mentais como a depressão e a ansiedade (Fox, 1999 cit in Stroth *et al.*, 2010), a benefícios psicossociais (Eime *et al.*, 2013 cit in Cooper *et al.*, 2016) e à melhoria do desempenho académico (Esteban-Cornejo, Tejero-Gonzalez, Sallis, & Viega, 2014 cit in Cooper *et al.*, 2016). E recentemente, outro aspeto tem ganho notoriedade, particularmente o interesse pelos efeitos positivos da atividade física na saúde do cérebro e na melhoria das funções cognitivas (Cox *et al.*, 2015).

Devido ao papel globalmente reconhecido da atividade física para a promoção da saúde e do bem-estar, organizações e sociedades internacionais desenvolveram diretrizes para níveis ótimos de atividade física (Clemente, Nikolaidis, Martins & Mendes, 2016; WHO, 2010). De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), as recomendações para adultos com idades compreendidas entre 18 e 64 anos de idade são pelo menos 150 minutos de atividade física de moderada intensidade ou 75 minutos de atividade física de intensidade elevada por semana e a atividade física deve ser realizada em períodos de pelo menos 10 minutos de duração (WHO, 2010). Num estudo de Clemente e colaboradores (2016), observou-se que a quantidade de atividade física que os estudantes universitários portugueses realizam cumpre a recomendação de atividade física moderada a elevada durante a maior parte da semana. Contudo, também foi observada uma diminuição do perfil de atividade física no fim-de-semana, o que não é consistente com as recomendações dadas pela OMS. Estes dados sugerem a necessidade de se adotar estratégias destinadas a aumentar os níveis de atividade física e, neste contexto, os paradigmas de treino cognitivo baseados no exercício físico parecem ser uma mais-valia (Clemente *et al.*, 2016).

A literatura sobre o tema tem demonstrado que a atividade física melhora uma variedade de domínios cognitivos como a aprendizagem, atenção e memória, apresentando, contudo, diferentes magnitudes de efeito em diferentes funções cognitivas (Colcombe & Kramer, 2003 cit in Stroth, Hille, Spitzer & Reinhardt, 2009).

Nos estudos de intervenção têm-se destacado duas principais linhas de pesquisa. Uma delas aborda os efeitos agudos da atividade física sobre variáveis cognitivas, ou seja, o desempenho cognitivo é avaliado antes, durante e depois de uma única sessão de exercício físico com duração de alguns minutos até várias horas. A outra linha de pesquisa centra-se nos efeitos crónicos de programas de treino físico, nos quais os participantes realizam atividades físicas regulares várias vezes por semana durante semanas ou meses e cujas variáveis cognitivas são avaliadas antes do início do protocolo de intervenção, com uma avaliação no final da intervenção e, adicionalmente, múltiplas avaliações no decorrer do protocolo e após o período de intervenção (acompanhamento *follow-up*) (Hötting & Röder, 2013).

O exercício aeróbico, também conhecido como exercício cardiovascular ou cardiorrespiratório, tem sido o mais comumente investigado e remete para a prática de movimentos altamente automatizados a um ritmo moderado, durante um mínimo de 20 minutos consecutivos, que promove gasto energético e induz alterações respiratórias, cardiovasculares e metabólicas (Wasserman, Sue, Stringer & Whipp, 2005 cit in Voelcker-Rehage & Niemann, 2013; Hötting & Röder, 2013). Assim, a maioria dos estudos publicados até

à data tem adotado o exercício aeróbico como condição experimental (Hötting & Röder, 2013), e programas de treino baseados em alongamento e tonificação como condição de controlo (e.g. Colcombe *et al.*, 2004), além de grupos de controlo passivos (e.g. Stroth *et al.*, 2009), podendo as intervenções variar entre algumas semanas (e.g. Stroth *et al.*, 2009) e um ano (e.g. Erickson *et al.*, 2011). Somente alguns estudos de intervenção adotaram atividades físicas alternativas ao exercício aeróbico, nomeadamente o treino de resistência (e.g. Liu-Ambrose *et al.*, 2010) e o treino de coordenação (e.g. Voelcker-Rehage *et al.*, 2011), as quais se apresentam igualmente promissoras na melhoria do funcionamento cognitivo (Hötting & Röder, 2013).

Tem sido também sugerido que os aspetos referentes à modalidade, bem como à duração, intensidade e frequência do treino físico aplicado e as diferentes combinações destes mesmos fatores implicam efeitos diferenciais em diferentes processos neuronais e, conseqüentemente, nas funções cognitivas (Westcott *et al.*, 2009 cit in Cox *et al.*, 2015; Hötting & Röder, 2013; Kramer & Erickson, 2007). Sobre isto, tem sido relatado que o exercício físico agudo não produz necessariamente os mesmos benefícios do que a atividade física regular/crónica (Guiney & Machado, 2013 cit in Cox *et al.*, 2015), sendo esta última mais provável de produzir alterações permanentes no cérebro (Padilla, Perez, & Andres, 2014 cit in Cox *et al.*, 2015), devido à rotina de treino estabelecida que gera reserva cognitiva (Stern, 2009 cit in Padilla *et al.*, 2014). Além disso, a literatura mostra que a atividade física aeróbica (comparativamente a formas não aeróbicas), bem como o exercício físico de moderada intensidade (uma hora por dia, pelo menos três vezes por semana) parecem promover maiores efeitos cognitivos e cerebrais (Kramer & Erickson, 2007). E determinados fatores associados à atividade física, em particular a excitação, o humor e a autoperceção de competência parecem igualmente influenciar o desempenho cognitivo (Marmeleira, 2013).

À semelhança de outros paradigmas de treino cognitivo, a pesquisa sobre os efeitos da atividade física na cognição humana tem-se debruçado particularmente sobre crianças e idosos (Cox *et al.*, 2015). Dados epidemiológicos sugerem que pessoas moderadamente ativas têm menor risco de ser acometidas por distúrbios mentais comparativamente a indivíduos sedentários, e a melhoria do desempenho físico e cognitivo em populações mais velhas tem confirmado que a prática de atividade física exerce benefícios físicos e psicológicos (Boxtel, Langerak, Houx, & Jolles, 1996 cit in Antunes *et al.*, 2006) que se revelam importantes fatores protetores do declínio cognitivo (Laurin, Verreault, Lindsay, MacPherson, & Rockwood, 2001 cit in Antunes *et al.*, 2006; Richards *et al.*, 2003 cit in Dresler, 2013; Van Uffelen *et al.*, 2008 cit in Dresler, 2013). Algumas intervenções com populações mais velhas e crianças ou adolescentes têm relatado melhorias em funções executivas (Colcombe *et al.*, 2004; Smiley-

Oyen *et al.*, 2008; Voelcker-Rehage *et al.*, 2011; Smith *et al.*, 2010), atenção (Colcombe & Kramer, 2003; Smith *et al.*, 2010), memória (Stroth *et al.*, 2009; Smith *et al.*, 2010) e velocidade de processamento (Moul *et al.*, 1995; Colcombe & Kramer, 2003; Smith *et al.*, 2010) quando comparadas com condições de controlo ativas e passivas.

Muito poucos estudos têm incidido sobre populações na fase adulta (Cox *et al.*, 2015; McMorris, 2016) e uma das razões mais óbvias para esta escassez de literatura poderá estar associada aos picos de saúde característicos da adultez (Salthouse & Davis, 2006 cit in Hillman *et al.*, 2008). Ainda assim, numa recente revisão sistemática da literatura de Cox e colaboradores (2015) com jovens adultos e adultos de meia-idade saudáveis (18-50 anos), foram evidenciados efeitos significativos da atividade física na função cognitiva em doze dos catorze estudos incluídos. A revisão incluiu estudos transversais, longitudinais e de intervenção relativamente recentes, sendo que a maioria foram publicados nos últimos 12 anos, e apresentavam medidas de avaliação validadas.

Segundo os autores, a atividade física teve efeitos significativos nas funções executivas em sete dos estudos incluídos na revisão, sendo que apenas dois estudos não apresentaram efeitos significativos. Os resultados menos favoráveis podem estar relacionados com o alto nível de funcionamento cognitivo associado à fase adulta (Bixby *et al.*, 2007 cit in Cox *et al.*, 2015), pelo facto do comprometimento cognitivo devido ao envelhecimento não se manifestar (habitualmente) até aos 60 anos (Salthouse, 2009 cit in Cox *et al.*, 2015), e os efeitos positivos do exercício físico serem mais dificilmente observados em populações mais jovens e saudáveis (Hillman, Erickson & kramer, 2008). Por outro lado, a natureza complexa e multi-dimensional das funções executivas (Guiney & Machado, 2013 cit in Cox *et al.*, 2015), aliado à dificuldade em avaliar este domínio (Etnier & Chang, 2009 cit in Cox *et al.*, 2015) pode ter influenciado a capacidade de discernir associações significativas. Cox e colaboradores (2015) salientaram ainda que os estudos que revelaram efeitos significativos da atividade física sobre a função executiva se distinguiam pela inclusão de avaliações da aptidão física, as quais revelavam diferenças claras na capacidade física dos participantes que, por sua vez, podem ser necessárias para que ocorra uma mudança mensurável na função executiva em jovens adultos saudáveis.

No mesmo estudo de revisão foram observados efeitos significativos da atividade física na memória em quatro dos estudos incluídos, embora tenha havido discrepâncias entre os sub-tipos de memória. Ainda assim, os resultados inconsistentes podem ser justificados pelas diferenças nas baterias de avaliação cognitiva utilizadas que podem ter influenciado a capacidade de evidenciar os efeitos do treino (Cox *et al.*, 2015).

E apesar de apenas sete dos catorze estudos incluídos terem avaliado a velocidade de processamento e terem usado menos testes cognitivos dirigidos a este domínio da cognição comparativamente a outras funções cognitivas, foi possível observar um efeito significativo da atividade física sobre a velocidade de processamento em dois dos sete estudos, sendo que os cinco restantes não evidenciaram efeitos de treino (Cox *et al.*, 2015).

Num estudo de intervenção com jovens adultos saudáveis de Stroth e colegas (2009), no qual 28 participantes (17-29 anos) foram aleatoriamente atribuídos a um grupo experimental que previa 30 minutos diários, pelo período de 5 dias por semana de treino de corrida, ou a um grupo de controlo passivo pelo período de 6 semanas. Os resultados do estudo indicaram que os participantes do grupo experimental melhoraram significativamente o desempenho cognitivo da memória viso-espacial, mas não a memória verbal ou a capacidade de concentração em comparação com o grupo de controlo. Segundo os autores, a ausência de efeito significativo na memória verbal pode ser atribuída ao facto de terem recorrido a tarefas avaliativas de evocação livre, as quais se apresentam cognitivamente mais exigentes do que as tarefas avaliativas de reconhecimento utilizadas em estudos anteriores. A ausência de efeito significativo no desempenho da concentração (avaliado através do teste de atenção d2) pode ser interpretada à luz da 'hipótese de processamento controlado' de Chozko-Zajko e colaboradores (1992) que sugere que as tarefas que exigem um processamento controlado devem ser mais sensíveis às diferenças na condição física do que as tarefas de processamento automático. Segundo este ponto de vista, a tarefa presente no teste de concentração implica um processamento de informação que requer um esforço cognitivo relativamente fraco, e que facilmente se torna numa tarefa de processamento automático. Porém, esta interpretação necessita de mais evidências que a justifiquem. Ainda assim, a duração, intensidade e frequência do treino presente neste estudo parece ter sido suficiente para provocar um aumento significativo na performance física dos participantes com benefícios concomitantes na cognição (Stroth *et al.*, 2009).

No estudo de Stroth e colegas (2010) foram igualmente encontrados efeitos significativos associados ao aumento da aptidão física para domínios cognitivos executivos, nomeadamente a flexibilidade e o controlo cognitivo, tendo-se verificado ainda uma influência parcial da atividade física na MT.

Em literatura distinta, porém, não foram encontrados efeitos significativos do treino físico aeróbico sobre variáveis cognitivas (e.g. Blumenthal & Madden, 1988, Madden *et al.*, 1989; Panton *et al.*, 1990; Colcombe & Kramer, 2003) e nalgumas pesquisas apenas foram encontrados efeitos benéficos da atividade física num subconjunto de medidas avaliadas (Hötting *et al.*, 2012b; Kramer *et al.*, 2001).

Sobre esta inconsistência de resultados, tem sido sugerido que a atividade física aeróbica apenas beneficia algumas funções cognitivas específicas e, como tal, somente os estudos que avaliaram essas funções foram capazes de demonstrar efeitos significativos. Por outro lado, tem sido criticado o predomínio de estudos centrados no exercício físico com elevadas características cardiovasculares e, por isso, ser eventualmente menosprezado o potencial benéfico do exercício físico 'leve' sobre a cognição. Similarmente tem sido sugerido que determinados grupos de controlo ativos possam também ter subestimado os seus efeitos benéficos na cognição e inviabilizado a possibilidade de efeitos diferenciais entre os treinos. Acresce ainda a variedade de regimes de treino físico utilizados, a adoção de diferentes metodologias de investigação, bem como a presença de amostras e medidas avaliativas distintas entre os estudos, que dificultam a comparação e posterior generalização dos resultados (Hötting & Röder, 2013).

Estudos de neuroimagem com base em intervenções em adultos saudáveis também mostraram que o exercício físico pode levar a várias alterações no cérebro, nomeadamente o aumento da atividade funcional nas regiões frontal e parietal e a diminuição da atividade funcional em regiões do córtex cingulado anterior (Colcombe *et al.*, 2004 cit in Dhami, Moreno & DeSouza, 2014; Colcombe *et al.*, 2006 cit in Dhami *et al.*, 2014) e hipocampo (Erickson *et al.*, 2011 cit in Dhami *et al.*, 2014), e aumentos significativos no volume sanguíneo do giro dentado do hipocampo (Pereira *et al.*, 2006 cit in Dhami *et al.*, 2014; Al., 2007 cit in Dhami *et al.*, 2014). Estas alterações, particularmente as evidenciadas no hipocampo, foram correlacionadas com melhorias na cognição (Pereira *et al.*, 2007 cit in Dhami *et al.*, 2014; Erickson *et al.*, 2011 cit in Dhami *et al.*, 2014).

Em estudos em modelos animais, um dos resultados mais consistentes é o aumento da neurogénese no giro dentado do hipocampo em resultado de intervenções baseadas no exercício físico (Hillman *et al.*, 2008; Praag, 2008 cit in Dhami *et al.*, 2014) que, por sua vez, está associado a melhorias na cognição, particularmente na aprendizagem e na memória (Praag *et al.*, 1999, 2005 cit in Dhami *et al.*, 2014; Vaynman *et al.*, 2004 cit in Dhami *et al.*, 2014; Praag, 2009 cit in Dhami *et al.*, 2014).

Um conjunto crescente de dados de estudos em humanos e animais tem revelado potenciais mecanismos psicológicos, fisiológicos e neurobiológicos através dos quais a atividade física pode influenciar a estrutura e função cerebrais, com benefícios concomitantes nos processos cognitivos (Kramer & Erickson, 2007; Marmeleira, 2013). Neste contexto, têm sido referidos mecanismos relacionados com a aptidão cardiovascular que incluiu o aumento do fluxo sanguíneo cerebral e, conseqüentemente, o aumento do oxigénio e o aporte de nutrientes no cérebro (Swain *et al.*, 2003 cit in Phillips *et al.*, 2014; Marmeleira, 2013),

alterações na estrutura cortical (neurogénese e sinaptogénese), mudanças no metabolismo cerebral, na regulação da glicose e do *stress* oxidativo (Cotman & Berchtold, 2002 cit in Marmeleira, 2013; Etnier *et al.*, 2009 cit in Marmeleira, 2013). Evidências de estudos com animais demonstraram que o exercício físico também induz alterações neurotróficas, nomeadamente o aumento do fator neurotrófico derivado do cérebro, do fator neurotrófico de crescimento e do fator de crescimento semelhante à insulina que, por sua vez, medeiam a neurogénese e a angiogénese (Trejo *et al.*, 2001 cit in Kramer & Erickson, 2007) e que são consistentes com a melhoria da atividade neuronal, da estrutura sináptica e plasticidade (Dustman & White, 2006 cit in Marmeleira, 2013; Winter *et al.*, 2007 cit in Marmeleira, 2013). Literatura adicional em animais tem fornecido, ainda, evidências de que a atividade física influencia os mecanismos dopaminérgico, noradrenérgico e serotoninérgico (Meeusen, 2005 cit in Marmeleira, 2013). Colcombe e colaboradores (2003 cit in Phillips *et al.*, 2014) salientaram também que o aumento dos níveis de atividade física se correlaciona com reduções da perda de matéria branca e cinzenta, em particular nas regiões pré-frontal, parietal superior e córtices temporais. Do ponto de vista imunológico, a atividade física parece favorecer o aumento global da função imunitária e de processos anti-inflamatórios importantes na prevenção da disfunção cognitiva, doenças cardiovasculares e doenças neurodegenerativas (Gleeson *et al.*, 2011 cit in Phillips *et al.*, 2014).

No que se refere às principais limitações metodológicas encontradas nos estudos sobre os efeitos da atividade física na cognição de jovens adultos saudáveis, Cox e colegas (2015) salientaram o tamanho reduzido das amostras ($n < 100$), que limita a capacidade de detetar efeitos significativos, e o facto de a maioria dos estudos não permitir comparações de resultados devido à diversidade de características dos treinos. Outra das limitações prende-se com a variedade de medidas de avaliação do desempenho cognitivo utilizadas nos estudos (Cox *et al.*, 2015). Para colmatar esta limitação, Young e colegas (2015 cit in Cox *et al.*, 2015) têm recomendado que seja estabelecido um acordo entre investigadores relativamente a uma pequena bateria de testes cognitivos que se considerem fundamentais do ponto de vista científico e clínico.

Apesar dos estudos transversais e observacionais procurarem controlar possíveis fatores confusionais, como sexo, educação e estado de saúde, este *design* de investigação (contrariamente a estudos de intervenção) não tem permitido fazer qualquer tipo de inferência sobre as relações causais entre atividade física e cognição, na medida em que os efeitos observados podem ser justificados pelo facto de indivíduos com capacidades cognitivas elevadas serem mais propensos a envolverem-se em atividades físicas. Além disso, variáveis como nível educacional e socioeconómico elevados, bem como um estilo de vida saudável e a

ausência de problemas de saúde podem influenciar tanto as variáveis cognitivas quanto a probabilidade de serem fisicamente ativos (Hötting & Röder, 2013).

De referir ainda que a exclusão de estudos em idiomas que não o inglês e a restrição a determinada faixa etária nas revisões da literatura pode não estar a contemplar estudos relevantes sobre esta temática.

Em suma, estudos em humanos e animais têm sugerido que o exercício físico tem um efeito facilitador sobre a neuroplasticidade e a melhoria do funcionamento cognitivo (Hillman *et al.*, 2008; Dresler *et al.*, 2013; Hötting & Röder, 2013). Os domínios cognitivos alvo de maior benefício são a função executiva, a memória e a velocidade de processamento. Porém, as evidências encontradas na literatura apontam para a falta de resultados consensuais, o que remete para a necessidade de mais investigação nesta área (Cox *et al.*, 2015).

Paradigmas baseados na atividade física crónica apresentam-se como importantes alternativas de treino cognitivo sobretudo em virtude da sua aplicabilidade, já que se trata de um método relativamente barato, de fácil implementação e com benefícios adicionais, sobretudo do ponto de vista físico e psicológico (Stroth *et al.*, 2010).

2.7. Treino combinado

Atendendo às mudanças cognitivas e neuronais subjacentes aos treinos cognitivos e físicos já abordadas anteriormente neste enquadramento teórico, a literatura revela um recente interesse pela combinação de ambos os paradigmas no sentido de otimizar os efeitos do treino sobre a cognição (e.g. Curlik & Shors, 2013; Moreau & Conway, 2013; Tomporowski *et al.*, 2011; Fabel e Kempermann, 2008 cit in Dhimi *et al.*, 2014). Esta ideia tem sido corroborada por estudos que comparam os efeitos individuais e combinados de intervenções baseadas no exercício físico e no treino cognitivo, os quais relatam maiores benefícios cognitivos quando o treino baseado na atividade física estimula a capacidade aeróbica (e, portanto, promove adaptações fisiológicas e neurobiológicas) e incorpora tarefas comportamentais que estimulem diretamente componentes cognitivos (Marmeleira, 2013).

Na maioria dos programas de treino, as exigências físicas e cognitivas têm sido abordadas separadamente, isto é, em combinações de dupla-tarefa (e.g. treino cognitivo com realidade virtual enquanto realiza treino físico de corrida numa passadeira) ou combinações sequenciais (e.g. treino físico de corrida em passadeira seguido de treino cognitivo com recurso à realidade virtual) (Lauenroth *et al.*, 2016).

Num artigo de revisão, Lauenroth e colegas (2016) referem que um programa de treino combinado bem-sucedido inclui sessões de treino físico cardiovascular e treino de força combinados com o treino da atenção, MT e funções executivas. No que diz respeito à

componente física do treino combinado, tanto o exercício cardiovascular como o treino de força são necessários para que o treino exerça uma influência positiva no desempenho cognitivo. Além disso, é necessário que o treino físico apresente um nível crescente de dificuldade, sem, contudo, ser de intensidade excessiva por razões de saúde. Nesse sentido, o treino deve ser realizado sob monitorização da frequência cardíaca (Lauenroth *et al.*, 2016).

No que concerne à componente cognitiva, é importante que o treino seja suficientemente exigente para melhorar o desempenho cognitivo. Todos os estudos analisados no artigo de revisão de Lauenroth e colegas (2016) incluíam pelo menos uma tarefa cognitiva desafiadora, como o treino de atenção, MT ou do funcionamento executivo. Além disso, a componente cognitiva deve ser avaliada com recurso a ferramentas padronizadas (testes cognitivos) (Lauenroth *et al.*, 2016).

Os autores referem ainda que o nível de dificuldade das tarefas físicas e cognitivas deve ser gradualmente crescente e adaptado ao desempenho dos participantes, sendo simultaneamente fornecido feedback do desempenho ao indivíduo (Lauenroth *et al.*, 2016).

A variedade de parâmetros metodológicos presentes nas pesquisas sobre melhoria cognitiva tem influenciado os resultados dos estudos e são, em grande parte, responsáveis pela controvérsia a eles associada (Lauenroth *et al.*, 2016).

Para que a literatura seja mais conclusiva e comparável, as pesquisas devem idealmente implementar um protocolo experimental padronizado que inclua um grupo de treino físico e cognitivo combinado, um grupo de treino físico, um grupo de treino cognitivo, um grupo de controlo ativo preocupado com tarefas físicas e cognitivas, sem treino (e.g. alongamento, leitura) e um grupo de controlo passivo (sem intervenção). Além disso, a duração do treino deve variar entre 60 e 180 minutos por sessão, com uma frequência de três vezes por semana, durante um período de 3 a 4 meses ou mais. Tendo em conta a escassez de estudos que incluam acompanhamento dos efeitos do treino (follow-up), não tem sido possível, até à data, tirar quaisquer conclusões sobre quais os efeitos duradouros do treino combinado sobre a cognição (Lauenroth *et al.*, 2016).

2.8. Abordagem integrada de melhoria cognitiva

Como anteriormente referido, na maioria dos programas de treino, as exigências físicas e cognitivas são abordadas separadamente, ou seja, em intervenções de dupla-tarefa ou sequenciais em vez de abordagens integradas (Lauenroth *et al.*, 2016), provavelmente devido à crença de que a atividade física não é suficientemente desafiadora do ponto de vista cognitivo, quando comparada com programas de treino cognitivo (Moreau, 2015).

Contudo, num estudo de intervenção recente com adultos saudáveis de Moreau e colaboradores (2015), foi possível observar que uma atividade especificamente adaptada à MT e à capacidade espacial mediante a incorporação de coordenação motora complexa no espaço tridimensional, superou intervenções exclusivamente focadas em exigências físicas ou cognitivas, bem como em biomarcadores de saúde geral, como frequência cardíaca de repouso e pressão arterial.

A eficácia de abordagens integradas tem sido igualmente corroborada por estudos em animais que sugerem que a combinação de atividades físicas e cognitivas pode melhorar significativamente a capacidade de aprendizagem e de MT em comparação com qualquer atividade realizada sozinha, independentemente da intensidade ou duração da intervenção (Langdon & Corbett, 2012 cit in Dhimi *et al.*, 2014). Estudos em animais também sugerem um efeito sinérgico das intervenções combinadas, possivelmente devido a diferenças na forma como a atividade física e a estimulação cognitiva induzem a neuroplasticidade. Pensa-se que, embora o exercício físico possa aumentar o número de células precursoras, a estimulação cognitiva pode aumentar o recrutamento de células para serem integradas em redes funcionais (Fabel & Kempermann, 2008 cit in Dhimi *et al.*, 2014).

Assim, alguns autores propuseram que as atividades motoras complexas, como o desporto de combate ou a dança, podem apresentar-se como uma ótima maneira de induzir a transferência entre tarefas e combinar os benefícios de treinos cognitivos e físicos numa única atividade (Moreau & Conway, 2013).

A combinação de componentes físicos e cognitivos numa abordagem integrada revela-se, por isso, bastante vantajosa, nomeadamente pelo facto de permitir economizar tempo e reduzir custos, uma vez que incorpora numa única atividade potenciais benefícios de dois paradigmas (Moreau *et al.*, 2015). E, por outro lado, a combinação de componentes físicos e cognitivos oferece um desafio fisiológico interessante, já que obriga os diferentes órgãos do organismo a competir por recursos (e.g. fornecimento de sangue, oxigénio e nutrientes), forçando o cérebro a trabalhar de forma mais eficiente (Gómez-Pinilla, 2008 cit in Moreau *et al.*, 2015).

De salientar também que a maioria das atividades físicas requer mais do que o exercício aeróbico simples, uma vez que implica a elaboração de objetivos específicos individuais e em equipa, os quais propiciam o envolvimento de vários processos cognitivos igualmente presentes na vida quotidiana das pessoas. Nesta perspetiva, o desporto parece revelar-se uma importante alternativa ecológica de treino cognitivo (Moreau *et al.*, 2015).

Moreau e Conway (2013) consideram que o primeiro componente crítico de um programa de treino baseado na atividade física é a novidade. Novos ambientes tendem a

estimular as funções cognitivas (Praag *et al.*, 2000 cit in Moreau & Conway, 2013), uma vez que os indivíduos precisam de estabelecer objetivos para alcançar um resultado desejado, além de determinarem o melhor curso de ação a partir do seu repertório motor. Na ausência de ações motoras apropriadas, a prática e a repetição permitirão que surja uma nova coordenação para alcançar os objetivos inicialmente estabelecidos. Esta exigência funcional implica um envolvimento ativo de funções cognitivas como a MT e processos executivos, domínios cognitivos alvo da maioria dos programas de treino (Moreau & Conway, 2013).

Outro aspeto importante na elaboração de programas de treino bem-sucedidos é a diversidade. Pesquisas sobre neuroplasticidade sugerem que a diversidade é fundamental para aumentar o crescimento neuronal e sináptico (Brown *et al.*, 2003 cit Moreau & Conway, 2013; Kempermann, Kuhn, & Gage, 1997 cit in Moreau & Conway, 2013; Praag *et al.*, 2000 cit in Moreau & Conway, 2013) e a atividade física oferece uma oportunidade adequada para atender a este critério, particularmente porque diferentes modalidades exigem capacidades cognitivas distintas (Memmert, 2007 cit in Moreau & Conway, 2013), podendo estas ser combinadas em função dos objetivos do treino. Além disso, a diversidade também influencia fatores motivacionais, os quais desempenham um papel importante no envolvimento individual ao longo do tempo e ajudam a manter a atratividade da atividade física (Moreau & Conway, 2013).

O terceiro componente crítico de um programa de treino é a complexidade. Inicialmente lidar com ações motoras requer todos os recursos cognitivos disponíveis, mas com a prática, algumas ações motoras acabam por se tornar automáticas, permitindo que os recursos cognitivos sejam direcionados a outras fontes de informação como o ambiente. À medida que o desempenho evolui, a dificuldade inerente proporcionada pelo ambiente aumenta, quer devido ao incremento das exigências autoogeradas, quer devido ao aumento das exigências promovidas pelo ambiente e pela observação dos adversários/colegas, oferecendo situações de constante estimulação (Moreau & Conway, 2013).

Por último, um fator primordial em programas de treino baseados na atividade física é o componente aeróbico do treino. Apesar do treino aeróbico não ser suficiente *per se* para alcançar resultados positivos, parece ser promissor no alcance de objetivos cognitivos (Cotman & Berchtold, 2002 cit in Moreau & Conway, 2013). Além disso, a aquisição de competências motoras é um processo baseado na capacidade de lidar com movimentos repetidos ao longo do tempo que, por sua vez, depende de uma condição física adequada (Moreau & Conway, 2013).

2.8.1. O caso específico da dança

A dança apresenta-se como uma experiência multissensorial que incorpora componentes como atividade física, aptidão motora, equilíbrio, flexibilidade e coordenação, escuta de música e interação social (Johansson, 2012 cit in Dhami *et al.*, 2014; Voelcker-Rehage *et al.*, 2010 cit in Dhami *et al.*, 2014). Pelo facto de envolver uma grande variedade de funções cognitivas, tais como perceção, funcionamento executivo, memória e capacidade motora, pode ser considerada uma atividade cognitivamente estimulante e, por isso, promissora em abordagens integradas de melhoria cognitiva (Foster, 2013 cit in Dhami *et al.*, 2014; Lustig *et al.*, 2009 cit in Dhami *et al.*, 2014; Kraft, 2012 cit in Dhami *et al.*, 2014).

Os efeitos cognitivos do treino da dança têm sido corroborados por estudos de comparação entre dançarinos e não dançarinos que demonstram efeitos em tarefas específicas de memória (Starkes *et al.*, 1987 cit in Dhami *et al.*, 2014; Smyth & Pendleton, 1994 cit in Dhami *et al.*, 2014; Hüfner *et al.*, 2011 cit in Dhami *et al.*, 2014), bem como diferenças estruturais nas redes sensório-motoras (Hänggi *et al.*, 2010 cit in Dhami *et al.*, 2014) e no hipocampo (Hüfner *et al.*, 2011 cit in Dhami *et al.*, 2014). Estudos de neuroimagem mostraram ainda uma atividade generalizada no cérebro durante ensaios de movimentos de dança (Brown *et al.*, 2006 cit in Dhami *et al.*, 2014), apoiando a ideia de que o treino com dança pode induzir mudanças neuroplásticas.

Kattenstroth, Kalisch, Holt, Tegenthoff e Dinse (2013) investigaram os efeitos de uma intervenção com dança em idosos saudáveis. O grupo experimental participava em uma aula de dança semanal de 1 hora pelo período de 6 meses e foi comparado com um grupo de controlo emparelhado. Os resultados mostraram que a participação em aulas de dança, ainda que somente de 1 hora semanal durante 6 meses, foi capaz de induzir melhorias significativas na postura, tempos de reação, desempenhos tácteis e motores e atenção. As melhorias foram ainda superiores nos idosos cujos desempenhos pré-intervenção tinham sido mais pobres, sugerindo que a dança pode ser mais eficaz em indivíduos com piores desempenhos iniciais (Kattenstroth *et al.*, 2013).

Os elementos específicos da dança podem variar muito, mas características comuns incluem a aprendizagem de sequências de movimentos e a compreensão de como esses movimentos devem ser conduzidos em relação a pistas externas (Dhami *et al.*, 2014). Esta aprendizagem pode ser melhorada através da observação de informações cinemáticas dinâmicas fornecidas por outros dançarinos durante a aprendizagem (Gray, Neisser, Shapiro, & KounsGray, 1991 cit in Dhami *et al.*, 2014), uma vez que em resposta a essa observação de ação se verifica um aumento na atividade em regiões do cérebro consideradas parte do sistema de espelho humano (Calvo-Merino, Glaser, Grèzes, Passingham, & Haggard, 2005 cit in

Dhami *et al.*, 2014; Cross, Hamilton, & Grafton, 2006 cit in Dhami *et al.*, 2014). Além disso, o substrato neuronal da aprendizagem da dança através da observação pode ser semelhante ao da aprendizagem pela prática física (Cross, Kraemer, Hamilton, Kelley, & Grafton, 2009 cit in Dhami *et al.*, 2014), com a especulação de que a aprendizagem observacional pode influenciar outras capacidades cognitivas (Kattenstroth *et al.*, 2013).

Do ponto de vista físico e motor, a dança oferece a prática de atividade física aeróbica e de movimentos complexos que colocam o cérebro num estado plástico, preparando-o para responder à estimulação cognitiva e permitindo, assim, um maior impacto das atividades cognitivas (Hotting e Röder, 2013). Além de que a atividade física em si pode também ser uma fonte de estimulação cognitiva (Dhami *et al.*, 2014).

A exigência da atividade física em termos da aprendizagem de novas competências físicas também pode favorecer potenciais alterações neuroplásticas. Sobre isto, Black, Isaacs, Anderson, Alcantara e Greenough (1990 cit Dhami *et al.*, 2014) relataram que em ratos o treino acrobático (que implica aprender novas e difíceis tarefas motoras) levou a uma maior sinaptogénese no córtex cerebelar comparativamente com o treino físico simples que consistia na atividade repetitiva de uma tarefa bem conhecida (andar).

Estudos com adultos mais velhos também salientaram o impacto da complexidade dos componentes físicos sobre resultados cognitivos. Exercícios de coordenação demonstraram ter um maior impacto na melhoria da atenção e da concentração do que exercícios aeróbicos simples, possivelmente devido à complexidade dos exercícios de coordenação e ao facto de envolverem redes neuronais que não são recrutadas em exercícios aeróbicos simples (Budde, Voelcker-Rehage, Pietraßyk-Kendziorra, Ribeiro, & Tidow, 2008 cit in Dhami *et al.*, 2014). Estes resultados poderão ser generalizados à dança quando comparada com outros exercícios. Coubard e colegas (2011) relataram que a dança teve um efeito significativo sobre o controlo da atenção em adultos saudáveis mais velhos, ao passo que o Tai Chi, bem como exercícios de prevenção de queda, não tiveram qualquer efeito.

2.9. Pertinência, objetivo e hipóteses de estudo

Após a revisão da literatura, pareceu-nos inegável que a melhoria cognitiva (independentemente do paradigma de treino utilizado) é uma das recentes tendências de pesquisa que se encontra em rápido crescimento e que apresenta elevado potencial futuro.

Não obstante as investigações até à data terem contribuído para uma melhor compreensão dos mecanismos subjacentes aos treinos cognitivos, as investigações empíricas sobre melhoria cognitiva apresentam resultados díspares e controversos, sendo este, por si só, um motivo válido para a contínua pesquisa sobre a temática.

Do ponto de vista das populações estudadas, pode verificar-se que a maioria das investigações se centra em questões de desenvolvimento e fatores protetores do declínio cognitivo. Estas circunstâncias remetem para a necessidade de desenvolver pesquisas com populações saudáveis e no auge das suas potencialidades cognitivas.

Simultaneamente verificou-se que a generalidade das intervenções compara a condição experimental a um grupo de controlo (habitualmente passivo), sendo pertinente elaborar estudos que disponibilizem condições de controlo ativas, necessários a uma avaliação fiável dos específicos de cada intervenção.

E ainda que estudos recentes combinem metodologias de treino sequenciais ou de dupla-tarefa para promover efeitos sinérgicos das intervenções, consideramos importante explorar se os benefícios de diferentes abordagens podem ser combinados num único treino especificamente projetado e se o mesmo se apresenta como uma alternativa viável para estimular a cognição.

Assim, considerou-se relevante reunir duas recentes tendências de pesquisa sobre melhoria cognitiva (treino cognitivo em computador e treino baseado na atividade física) e elaborar uma intervenção baseada na abordagem integrada, que inclua exigências tanto físicas como cognitivas. Neste sentido, comparou-se o impacto cognitivo de um treino com recurso a sessões de Dança (que se apresenta como o treino integrado deste estudo, uma vez que reúne exigências físicas e cognitivas), com dois grupos de controlo com treinos análogos do ponto de vista cognitivo (treino com recurso ao *Brain Fitness Program*) e do ponto de vista físico (treino com sessões de *Fitness*), mas não integrados.

Além das razões de ordem prática, a opção por uma amostra de jovens adultos saudáveis é especialmente relevante pelo facto de a maioria da população mundial se encontrar nesta faixa etária e os estudos sobre melhoria cognitiva se revelarem escassos no que diz respeito a amostras com essas características.

Definiu-se, então, como objetivo geral avaliar se a evolução do desempenho cognitivo entre os dois momentos de avaliação é modulada pelo tipo de treino aplicado. Para tal, construiu-se a seguinte hipótese:

Espera-se verificar um efeito diferencial das condições (computador, dança, *fitness*) na diferença de desempenho observado entre os momentos avaliativos (pré e pós-intervenção).

Especificamente, é expectável que o grupo de treino 'dança' evidencie maior evolução no desempenho comparativamente às restantes condições.

3. METODOLOGIA

3.1. Participantes

No presente estudo participaram voluntariamente um total de trinta e três participantes do sexo feminino com uma idade média de 22,1 anos ($\pm 3,29$) anos e uma escolaridade média de 13,7 anos ($\pm 1,44$) anos.

A amostra foi recolhida da população geral, tendo sido adotados os seguintes critérios de inclusão: (1) género feminino; (2) idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos; (3) escolaridade igual ou superior ao 12º ano; (4) nacionalidade portuguesa. Foram considerados como fatores de exclusão: (1) historial clínico neurológico e/ou psiquiátrico, nomeadamente doenças cardíacas, neurodegenerativas, desordens neurológicas (AVC, TCE, dislexia), e/ou desordens psiquiátricas; (2) indivíduos que, atualmente, apresentassem dificuldades de visão e/ou audição não corrigidas; (3) sujeitos que praticassem alguma atividade física ou desporto com regularidade; (4) indivíduos que tivessem hábito de jogar *online*; (5) sujeitos que tomassem medicação com possíveis efeitos na cognição e/ou na saúde cardiovascular; e (6) sujeitos que consumissem algum tipo de substância / droga ilícita.

Dos trinta e nove participantes inicialmente avaliados, foram excluídos seis, um dos quais por apresentar historial clínico neurológico, nomeadamente dislexia, e os restantes devido a abandono na participação.

A amostra foi dividida por três condições de treino (*cf.*, Tabela 1): Grupo Experimental – *Cardio Ballroom Dance* (Dança), Grupo de Controlo Cognitivo – Computador e Grupo de Controlo Físico – *Fitness*, não tendo sido verificadas diferenças significativas entre os grupos para os valores médios obtidos na idade (teste Kruskal-Wallis, $p = .264$), escolaridade (teste de Kruskal-Wallis, $p = .353$) e pontuação bruta obtida no teste cognitivo Matrizes (WAIS-III) para aferir sobre o quociente de inteligência (teste de Kruskal-Wallis, $p = .561$).

Tabela 1. Caracterização dos grupos e comparação de médias entre as condições relativamente à idade, escolaridade e quociente de inteligência.

	Amostra total (N=33)		Computador (N=14)		Dança (N=10)		Fitness (N=9)		χ^2	p
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP		
Idade (anos)	22.09	3.29	22.79	3.83	20.70	2.75	22.56	2.74	2.66	.264
Educação (anos)	13.73	1.44	14.29	1.85	13.20	1.03	13.44	.726	2.08	.353
Q.I. (valor bruto)	17.85	2.86	17.36	3.05	18.30	2.95	18.11	2.67	1.16	.561

Nota: M-Média; DP-Desvio-padrão; d -magnitude de efeito; p -valor p obtido na comparação entre três amostras independentes; χ^2 -Estatística do teste de Kruskal-Wallis

3.2. Instrumentos

A seleção das provas de avaliação neuropsicológica (*cfr.*, Anexo D) teve em conta alguns aspetos em particular: (i) os objetivos da investigação, (ii) a revisão da literatura, nomeadamente no que diz respeito às funções cognitivas comumente estudadas neste tipo de investigação, assim como os testes cognitivos mais utilizados, (iii) a existência de provas congéneres aferidas ou adaptadas à população portuguesa (que, excetuando as provas de velocidade de processamento, foi cumprido); e (iv) o tempo de aplicação dos testes, tendo sido dada prioridade a provas de maior rapidez de aplicação.

Artigos recentes têm criticado a utilização de baterias de testes cognitivos muito breves, por vezes com uma única medida avaliativa (Melby-Lervag & Hulme, 2013 cit in Green, Strobach & Schubert, 2014; Shipstead et al., 2012b cit in Green et al., 2014). Neste sentido, tem sido sugerido o recurso a baterias mais extensas, que incluam várias tarefas avaliativas de uma mesma função cognitiva no sentido de, por um lado, facilitar a deteção mais fiável dos efeitos do treino e, por outro lado, facilitar a inserção de tarefas avaliativas ‘sem interesse’, isto é, tarefas que não se espera serem afetadas pelo treino, mas que podem adicionar informação relevante (Green *et al.*, 2014). Importa, porém, reconhecer as potenciais desvantagens em se utilizar uma bateria de testes cognitivos extensa. Desde logo, o facto de quanto maior o número de medidas avaliativas, maior a probabilidade de cometer erros de Tipo I. Além disso, pelo facto dos testes que avaliam constructos semelhantes compartilharem de alguma forma a sua estrutura, ao aumentar o número de testes de um mesmo domínio cognitivo, aumentamos a probabilidade de ocorrerem efeitos de prática e, consequentemente, diminuimos a probabilidade de observar os efeitos de treino *per se* (Green *et al.*, 2014). Um outro aspeto a ter em consideração é a depleção cognitiva (Schmeichel, 2007 cit in Green *et al.*, 2014) ou efeitos de fadiga (Bryant & Deluca, 2004 cit in Green *et al.*, 2014). Existem evidências de que o desempenho em determinadas tarefas (em particular do tipo executivo) diminui em função do tempo gasto nessas tarefas (Salminen, Strobach, & Schubert, 2012 cit in Green *et al.*, 2014). Tem sido ainda sugerida a alternância das tarefas avaliativas no sentido de reduzir o viés associado aos efeitos da dependência temporal (Green *et al.*, 2014).

Todas estas questões importam na seleção das provas e na extensão da bateria de testes cognitivos. Essa extensão depende criticamente do objetivo do estudo, uma vez que se o objetivo for testar possíveis efeitos num único processo, será suficiente usar um menor número de tarefas avaliativas intimamente relacionadas com o processo em questão. Ainda assim, deve-se usar o menor número possível de testes necessários para obter os objetivos da pesquisa (Green *et al.*, 2014).

É pertinente referir que a maioria das intervenções se tem debruçado sobre capacidades que, em estudos longitudinais prévios, exibem declínios relativamente precoces relacionados com a idade tais como o raciocínio, a MT, a velocidade de processamento e o funcionamento executivo (Green *et al.*, 2014). Paralelamente, a literatura concentra-se em funções cognitivas associadas a regiões cerebrais de maior atrofia no volume cortical, como regiões pré-frontais e temporais (Willis & Schaie, 2009). Por outro lado, os investigadores têm optado pelo estudo de funções cognitivas que se presume constituírem a base das capacidades cognitivas gerais (Schmiedek, Lovden & Lindenberger, 2010), como a MT, já que se trata de um domínio cognitivo complexo, essencial para inúmeras tarefas como o raciocínio, a resolução de problemas e a tomada de decisão, além de estar fortemente correlacionada com a inteligência geral (Kane *et al.*, 2004 cit in Moreau & Conway, 2014).

Além dos aspetos referidos acima, a escolha da bateria de testes cognitivos presente neste estudo teve ainda em consideração as funções cognitivas subjacentes aos treinos aplicados nesta investigação e o facto de se tratar de treinos mais abrangentes, com possíveis efeitos num maior número de domínios cognitivos, tais como a atenção, MT, velocidade de processamento e funcionamento executivo.

3.2.1. Caracterização sociodemográfica

Aplicou-se um breve questionário em que os participantes respondiam a questões para a caracterização de variáveis como: idade, escolaridade, historial médico e neurológico, bem como perguntas relacionadas com os critérios de exclusão, nomeadamente, no que diz respeito à prática de atividade física regular, recurso a jogos *online* e ainda acerca da disponibilidade para frequentar os treinos cognitivos.

3.2.2. d2, Teste de Atenção

Este teste neuropsicológico é uma versão adaptada do teste original alemão de R. Brickenkamp e permite avaliar a capacidade de atenção visual, nomeadamente a atenção concentrada (com carácter seletivo e intensivo) e a atenção sustentada (relacionada com a manutenção da atenção). Assim, é avaliada a capacidade do sujeito para atender seletivamente a determinados aspetos relevantes de uma tarefa, enquanto ignora os mais irrelevantes, de forma rápida e precisa. O teste permite dissecar informações tais como a velocidade ou quantidade de trabalho, que corresponde ao total de estímulos processados durante um determinado período de tempo e que pressupõe aspetos como a motivação; a qualidade do trabalho, que corresponde ao grau de precisão na tarefa e que está inversamente relacionado com a percentagem de erros (avalia o controlo da atenção); e a

relação entre velocidade e precisão no desempenho, que permite aferir sobre a estabilidade, consistência, fadiga e eficácia da inibição atencional. O tempo de aplicação do teste é de sensivelmente dez minutos.

A tarefa consiste em procurar em cada linha, da esquerda para a direita, as letras 'd' com dois traços (e.g. dois traços em cima, dois traços em baixo ou um traço em cima e outro em baixo) e assinalá-las com um traço. É necessário que o sujeito tenha em atenção que existem letras 'd' com mais do que dois traços e menos do que dois traços, assim como letras 'p' (também com um ou mais traços) e que em ambos os casos estas letras não devem ser assinaladas. Tratando-se de um teste cronometrado, o sujeito dispõe de 20 segundos por linha, num total de 14 linhas. Através da cotação do d2 é possível obter resultados sobre: (1) Total de Carateres – número de carateres processados nas catorze linhas, que permite avaliar a velocidade de processamento da informação e quantidade de trabalho realizado; (2) Total de Acertos – número de carateres assinalados corretamente nas catorze linhas, o que permite avaliar a precisão/eficácia do sujeito na realização da tarefa; (3) Total de Eficácia – total de carateres processados menos o total de erros e que corresponde a uma medida do desempenho global; (4) Índice de Concentração – total de acertos menos o total de erros de tipo 2 e que corresponde a uma medida da capacidade de concentração; (5) Índice de Variabilidade – diferença entre o número máximo e o número mínimo de carateres processados por linha, o que permite avaliar a estabilidade e a consistência do desempenho do sujeito ao longo da tarefa; (6) Percentagem de Erros – percentagem de erros cometidos ao longo do teste, podendo ser de dois tipos: tipo 1 (omissão dos carateres relevantes) e tipo 2 (marcação de carateres irrelevantes) e que avaliam aspetos como a precisão e a meticulosidade (d2 Teste de Atenção, 2007).

3.2.3. Memória de Dígitos

Este subteste faz parte da *Wechsler Adult Intelligence Scale III* e é constituído por duas tarefas: (1) memória de dígitos no sentido direto; e (2) memória de dígitos no sentido inverso. Em ambas as tarefas são apresentadas oralmente sequências de números, uma de cada vez e à medida que a tarefa avança a sequência de números a memorizar aumenta. Na tarefa de memória de dígitos em sentido direto o indivíduo deve repetir a sequência pela mesma ordem em que foi apresentada; na memória de dígitos no sentido inverso, deve repetir cada sequência pela ordem inversa. Cada item é constituído por dois ensaios. Relativamente à pontuação, é atribuído um ponto a cada resposta correta (sequência exata) e zero pontos a cada resposta incorreta (ausência de dígitos ou erros na sequência). A prova é interrompida após insucesso nos dois ensaios de um mesmo item (Wechsler, 2008).

3.2.4. Sequência de Letras e Números

Este subteste faz parte da *Wechsler Adult Intelligence Scale III*. São apresentadas oralmente sequências de letras e números, uma de cada vez e à medida que a tarefa avança a sequência de letras e números a memorizar aumenta. O indivíduo deve repetir a sequência apresentada, ordenando-a, por forma a repetir em primeiro lugar os números, por ordem crescente e, em segundo lugar, as letras por ordem alfabética. Cada item é constituído por três ensaios. Relativamente à pontuação, é atribuído um ponto a cada resposta correta (sequência exata) e zero pontos a cada resposta incorreta (ausência de letras ou números ou erros na sequência). A prova é interrompida após insucesso nos três ensaios de um mesmo item (Wechsler, 2008).

3.2.5. Localização Espacial

Este subteste faz parte da *Wechsler Memory Scale III* e é constituído por duas tarefas: (1) localização espacial no sentido direto; (2) localização espacial no sentido inverso. Para a sua aplicação, é necessário recorrer ao *Spatial Span Board* ou aos Cubos de Corsi. A tarefa de localização espacial em sentido direto consiste em observar o avaliador a tocar numa sequência de cubos dispostos num tabuleiro, uma de cada vez e repetir, tocando nos mesmos cubos e pela mesma ordem. A tarefa de localização espacial em sentido inverso consiste em observar visualmente a sequência apresentada e repetir, tocando nos mesmos cubos, mas pela ordem inversa. Em ambas as tarefas à medida que a tarefa avança a sequência de toques nos cubos aumenta. Cada item é constituído por dois ensaios. Relativamente à pontuação, é atribuído um ponto a cada resposta correta (sequência exata) e zero pontos a cada resposta incorreta (ausência de toques ou erros na sequência). A prova é interrompida após insucesso nos dois ensaios de um mesmo item (Wechsler, 1997).

3.2.6. Tarefa de Tempo de Reação Simples

Esta tarefa foi projetada para correr em computador com recurso ao *software Presentation* para avaliar a velocidade de processamento dos participantes. Em cada ensaio, uma cruz para fixação do olhar aparece no centro do ecrã durante 500 milissegundos (ms), sendo seguida por um intervalo em branco com duração variável (entre 500 ms a 1800 ms). Após este intervalo, um estímulo (círculo azul) aparece no centro do ecrã e permanece visível até que o participante pressione a barra de espaço, ou por um período máximo de 2000 ms. Na sequência do desaparecimento do estímulo, inicia-se um novo ensaio. Os participantes são instruídos a responder ao estímulo tão rapidamente quanto possível. São realizados 10 ensaios

de treino e 40 ensaios experimentais. É registado o tempo de reação do participante, considerado como indicador avaliativo da velocidade de processamento cognitivo.

3.2.7. Tarefa Go / No-Go

Tal como a anterior, esta tarefa foi projetada para correr em computador com recurso ao *software* Presentation e pretende avaliar a velocidade de processamento e a capacidade de controlo inibitório. Um de dois estímulos (círculo verde ou círculo vermelho) é apresentado aos participantes, sendo o círculo verde considerado o estímulo-alvo (estímulo *Go*) e o círculo vermelho o estímulo não-alvo (estímulo *No-Go*). Em cada ensaio, um desses dois estímulos aparece no centro do ecrã e permanece visível até que o participante pressione a barra de espaço, ou por um período máximo de 2000 ms. Após o desaparecimento do estímulo, decorre um intervalo em branco de duração variável (entre os 500 ms e os 2000 ms) até ao surgimento do próximo estímulo. O participante é instruído a responder o mais rapidamente possível ao estímulo-alvo (pressionando a barra de espaços) mas é-lhe pedido que retenha a resposta sempre que o estímulo não-alvo surja no ecrã (ou seja, o julgamento *No-Go*). São realizados 18 ensaios de treino, dos quais 14 são estímulos *Go* e 4 são estímulos *No-Go*, e 150 ensaios experimentais, dos quais 120 são estímulos *Go* (80% dos estímulos) e 30 são estímulos *No-Go* (20% dos estímulos). Os estímulos são apresentados numa sequência aleatória para cada participante. São registadas a precisão de resposta (número de acertos e de falsos alarmes) e o tempo de reação nos ensaios corretos; esses valores são tidos como indicadores avaliativos da velocidade de processamento cognitivo dos sujeitos.

3.2.8. Tarefa de Escolha

Esta tarefa foi igualmente projetada com recurso ao *software* Presentation e pretende avaliar a velocidade de processamento e a capacidade de julgamento e tomada de decisão. À semelhança da tarefa anterior, é apresentado ao sujeito um estímulo que varia na sua cor (círculo preto ou lilás). Nesta tarefa, o participante é instruído a pressionar a tecla *Shift Esquerdo* quando o estímulo apresentado for de cor preta e pressionar a tecla *Shift Direito* quando o estímulo apresentado for de cor lilás. Mais uma vez, em cada ensaio, o estímulo aparece no centro do ecrã e permanece visível até que o participante pressione uma das duas teclas (*Shift Esquerdo* ou *Shift Direito*), ou pelo período máximo de 2000 ms. Após o desaparecimento do estímulo, dá-se um intervalo em branco de duração variável (entre os 500 ms e os 2000 ms) antes que o próximo estímulo apareça. O participante é instruído a responder o mais rápido e precisamente quanto possível aos estímulos. São realizados 18 ensaios de treino, das quais nove se referem a estímulos de cor preta e nove a estímulos de

cor lilás, e 150 ensaios experimentais aleatórios, dos quais 75 são com estímulos de cor preta e 75 de cor lilás. São registadas a velocidade e precisão de resposta dos participantes e esses valores são tidos como indicadores avaliativos da velocidade de processamento cognitivo dos sujeitos.

3.2.9. Matrizes

Este subteste faz parte da *Wechsler Adult Intelligence Scale III* e dele fazem parte quatro tipos de tarefas de raciocínio lógico não-verbal: completamento de padrões, classificação, analogias e raciocínio serial. O sujeito deverá observar uma matriz, na qual estão dispostas determinadas figuras segundo regras subjacentes que necessitam de ser descobertas, possibilitando a extrapolação no reconhecimento de qual, dentre cinco opções de resposta, completa corretamente o espaço em branco da matriz. O subteste é constituído por 26 itens e à medida que a tarefa avança o grau de dificuldade subjacente aumenta. Relativamente à pontuação, é atribuído um ponto a cada resposta correta e zero pontos a cada resposta incorreta. A prova é interrompida após quatro insucessos consecutivos (itens cotados com zero pontos) ou quatro cotações de zero pontos em cinco itens consecutivos (Wechsler, 2008).

3.3. Procedimento

A presente investigação decorreu em três fases: (1) elaboração do *design* do estudo, avaliação cognitiva inicial das participantes e distribuição da amostra; (2) estimulação cognitiva (aplicação dos treinos); e (3) avaliação cognitiva final.

Inicialmente procedeu-se a uma análise de potência para estimar a dimensão mínima da amostra necessária para que um teste paramétrico (ANOVA mista) tenha potência suficiente (potência = 0.80) para detetar como significativo ($\alpha = 0,05$) um efeito da intervenção de magnitude moderada (η^2 parcial = 0.06); neste caso específico, o efeito da intervenção refere-se à interação entre um fator entre-sujeitos (três grupos correspondentes às três intervenções) e um fator intra-sujeitos (avaliação antes e depois da intervenção). A análise recorreu-se ao *software* G*Power (Faul, Erdfelder, Lang & Buchner, 2007) e indicou a necessidade de ter pelo menos 14 participantes por grupo; como os procedimentos estatísticos que vão ser usados são de natureza não-paramétrica, este valor de 14 será apenas uma aproximação. Apesar de não existir nenhum estudo publicado até à data com o mesmo *design* do que a presente investigação, o que nos dificulta a ideia da magnitude do efeito que se espera induzir com as condições experimentais implementadas, teve-se em consideração alguns estudos publicados com *designs* semelhantes, nomeadamente o facto de apresentarem

mais do que duas condições experimentais e grupos de treino cognitivos e físicos. Assim, tendo como referência o trabalho de Moreau, Morrison e Conway (2015) e trabalhos prévios (Chein & Morrison, 2010; Moreau et al., 2012 cit in Moreau, Morrison & Conway, 2015), deveriam ser incluídos pelo menos 21 participantes por condição.

Os participantes foram abordados no sentido de perceber o seu interesse e disponibilidade para participar no estudo. Recorreu-se, para isso, a vários métodos de divulgação, tais como através de *email* (recorrendo para isso ao email académico), das redes sociais (facebook), cartazes afixados no Campus Universitário e em lojas locais, da rádio universitária e ainda em algumas aulas do Curso de Psicologia, onde foi possível, com a colaboração dos docentes, divulgar o projeto junto dos estudantes.

Os participantes foram selecionados através da técnica não probabilística, intencional por conveniência.

Num primeiro momento, facultou-se aos participantes um documento com o intuito de divulgar a natureza e objetivos da presente investigação científica e, de seguida, procedeu-se ao preenchimento da Declaração de Consentimento (*cf.*, Anexo A) a fim de formalizar a sua participação no estudo de forma voluntária e consciente. Logo depois, realizou-se a aplicação de um breve questionário sociodemográfico (*cf.*, Anexo B) por forma a obter informações quanto à idade, sexo, escolaridade, área de estudos e preenchimento de critérios para participação no estudo. A avaliação inicial das participantes prosseguiu com a aplicação dos vários testes cognitivos anteriormente mencionados, no sentido de recolher informação relativa à performance cognitiva das participantes. Esta primeira fase da investigação foi realizada individualmente, em local apropriado, com uma duração aproximada de 90 minutos.

Apesar de pretendermos proceder a uma distribuição aleatória das participantes, tal não foi concretizável devido à pouca disponibilidade das participantes relativamente às datas e horários estabelecidos para a realização dos treinos com componente física. Atendendo a esta circunstância, as participantes que podiam frequentar qualquer um dos treinos disponibilizados no estudo foram distribuídas aleatoriamente pelas condições; as restantes cuja disponibilidade se restringia a um ou dois dos treinos possíveis foram atribuídas a um dos grupos por conveniência, evitando, desta forma, possíveis abandonos da investigação.

Procedeu-se ainda à tentativa de emparelhamento das participantes com o intuito de formar tripletos entre as condições (*cf.*, Anexo C) e atendendo aos seguintes parâmetros: (1) idade, com um desvio máximo de quatro anos entre sujeitos; (2) escolaridade, com um desvio máximo de quatro anos entre sujeitos; (3) pontuação no subteste Matrizes (WAIS III) – utilizado para aferir sobre o quociente de inteligência dos participantes – com um desvio máximo de quatro pontos obtidos na prova; e (4) área de estudo: Psicologia ou outra (no

sentido de colmatar o eventual conhecimento das provas neuropsicológicas utilizadas). Uma vez mais, esta metodologia de investigação não foi totalmente concretizada devido ao número reduzido de participantes e ao facto dos grupos não apresentarem o mesmo número de participantes, o que dificultou a formação de tripletos homogéneos.

A segunda fase do estudo consistiu na aplicação dos treinos, cada um dos quais com uma carga total de 900 minutos de estimulação. As participantes foram informadas acerca do grupo de intervenção do qual fariam parte através de *email*, tendo-lhes sido também fornecidas todas as indicações sobre como realizar a estimulação cognitiva.

Os treinos com recurso à Dança (*Cardio Ballroom Dance*) e ao *Fitness* foram realizados uma vez por semana com duração média de 90 minutos cada e por um período de 10 semanas (10 sessões). O treino de estimulação com Dança realizou-se às quartas-feiras, pelas 16h15, com início a 6 de Abril de 2016 e término a 8 de Junho de 2016, tendo sido concedidas três sessões de reposição a participantes que, por algum motivo, faltaram a alguma das sessões. O treino de estimulação com *Fitness* realizou-se às segundas-feiras, pelas 16h15, com início a 11 de Abril e término a 20 de Junho de 2016, tendo sido também concedidas duas sessões de reposição. Ambos os treinos foram aplicados por uma instrutora de Dança e *Fitness* em sala apropriada, cedida pela Universidade do Algarve (Campus de Gambelas). A assiduidade aos treinos foi controlada por meio de folhas de presença fornecidas pela autora do projeto em cada sessão de treino (*cf.* Anexo G e H).

O treino computadorizado realizou-se três vezes por semana (segundas, quartas e sextas-feiras), com sessões de duração média de 30 minutos cada, o que perfaz 90 minutos semanais, e por um igual período de 10 semanas. Para facilitar a aplicação deste treino, foi permitido aos participantes realizá-lo num *software* específico em qualquer local (primordialmente em casa) e a qualquer hora, estando cada sessão disponível numa plataforma *online* durante 24 horas (*cf.* Anexo E). A realização do treino foi controlada através do *software*, uma vez que o mesmo avançava com informação referente à data e hora em que as participantes efetuavam *login*, bem como o relatório do desempenho do treino realizado.

De ressaltar que foi pedido às participantes que realizassem os treinos sempre nas devidas condições com o objetivo de maximizar a estimulação e não comprometer a investigação, salientando o apelo à assiduidade aos treinos e à realização do mesmo em horário apropriado (evitando horas de maior fadiga mental). Foi ainda solicitado às participantes que se abstivessem da prática de exercício físico regular e / ou do hábito de jogar em computador ou jogos de vídeo.

A terceira fase da investigação diz respeito à avaliação final, na qual se procedeu à replicação dos testes neuropsicológicos de forma individual e com uma duração aproximada

de 60 minutos. A pós-avaliação ocorreu em local apropriado e no período imediatamente após a realização dos treinos (três a três meses e meio após a primeira avaliação).

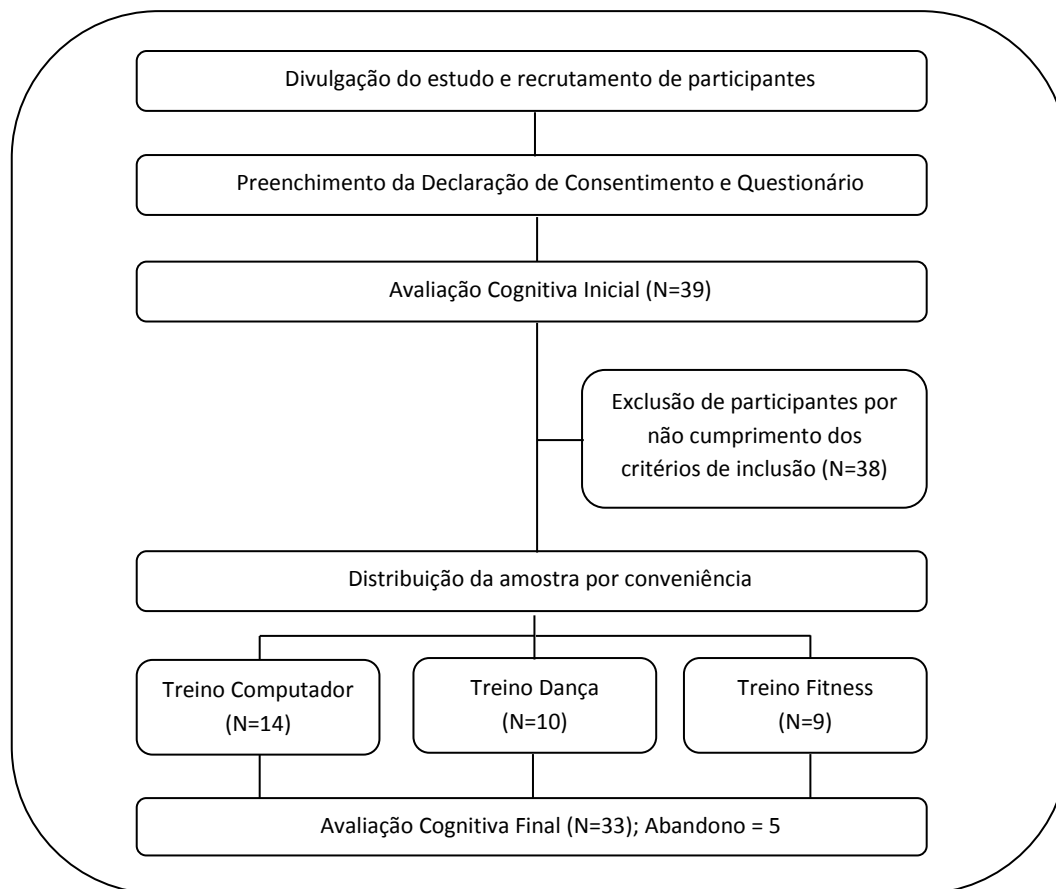


Fig. 1. Diagrama do fluxo do estudo.

3.4. Paradigma Experimental

Em primeiro lugar, foi realizada uma pesquisa dos estudos nacionais e internacionais sobre intervenções cognitivas em indivíduos saudáveis, dando primazia a *designs* aleatórios e controlados, bem como a trabalhos de meta-análise e de revisão sistemática da literatura para definir os aspectos estruturais do presente projeto científico. Devido à carência de estudos consensuais relativamente aos aspectos metodológicos de investigação sobre o tema (em particular os aspectos referentes ao *design* experimental, condições de controlo, modalidade, quantidade e frequência do treino, bem como medidas de avaliação utilizadas), e atendendo à escassez de estudos que disponibilizem os protocolos de treino utilizados com adequado detalhe e instruções de aplicação, optou-se pela elaboração de um protocolo original, ainda que baseado em estudos prévios, nomeadamente o estudo de Moreau, Morrison e Conway (2015).

3.4.1. Grupo Experimental: *Cardio Ballroom Dance* (Dança)

O treino de estimulação cognitiva com recurso à prática de *Cardio Ballroom Dance* (Dança) afigura-se como o grupo experimental desta investigação. A escolha desta modalidade, conforme justificado anteriormente, deve-se sobretudo às características intrínsecas da dança que se pressupõe possibilitarem a estimulação quer a nível físico quer a nível cognitivo.

Assim, o grupo de participantes inseridos neste grupo realizou aulas de *Cardio Ballroom Dance*, em grupo, ao longo de dez sessões semanais com uma carga horária média de 90 minutos por sessão que perfaz cerca de 900 minutos totais de treino de estimulação.

A modalidade frequentemente designada de *Cardio Ballroom Dance* tem ganho popularidade nos últimos anos e pode ser descrita como a combinação entre as características do *fitness/aeróbica* e das danças de salão e/ou danças latinas. Habitualmente, as aulas desta modalidade são estruturadas e permitem aos seus participantes aprender movimentos típicos/clássicos de vários estilos de dança como por exemplo salsa ou merengue. Além disso, aborda o desenvolvimento da coordenação, dos processos de respiração e de frequência cardíaca. Uma das suas principais particularidades é o facto de não exigir um parceiro, podendo as coreografias ser executadas individualmente.

No caso particular desta investigação, foram seleccionados três estilos de danças de salão, sendo eles: (1) *Cha cha cha*; (2) *Jive*; (3) e *Paso doble*.

Em termos genéricos, o *Cha cha cha* é um estilo bastante popularizado que se caracteriza por ser enérgico, sensual e com uma batida constante, que exige elevada competência de coordenação entre tronco e membros, musicalidade e competência técnica de movimentos. O *Jive* é uma mistura de *Rock* e *Boogie woogie*; apresenta-se como uma das danças de salão mais rápidas, intensas e cansativas cujas características são o ritmo e o balanço que, por sua vez, remetem para influências do *Rock'n' Roll*. O *Paso doble* é uma dança de origem espanhola popularizada nas touradas e desfiles militares e, por isso, trata-se de uma dança forte, decidida, de tempos e movimentos bem marcados, de grande tensão muscular e atitude corporal.

As sessões de treino – administradas por uma instrutora de dança – iniciavam-se com um período de aquecimento de cinco minutos, cuja predominância de exercícios se focou nos processos de respiração bem como na preparação para o treino físico intensivo (e.g. rotação da cabeça, ombros, antebraços, braços e pulsos; flexões de tronco e quadris; rotação das pernas ao nível dos joelhos; rotação do pé, entre outros). No final de cada sessão, era realizado um período de relaxamento de cinco minutos focado em exercícios de respiração e

alongamento muscular (replicação dos exercícios de aquecimento). Quer o período de aquecimento como o relaxamento foram tratados como parte integral do treino experimental.

Em cada uma das sessões foram abordados os três estilos de dança selecionados, cada um dos quais por um período de aproximadamente 25 minutos no sentido de promover a repetição e manter a consistência do treino. Em todas as aulas o primeiro estilo de dança ensinado foi o *Cha cha cha*, seguido do *Jive* e, por último do *Paso doble*, tendo as participantes de aprender e reproduzir uma coreografia diferente para cada um dos estilos de dança.

As participantes eram sujeitas a um aumento gradual da dificuldade do treino (inter e intra-sessão) para torná-lo mais desafiador e promover a estimulação cognitiva pretendida. Ou seja, foi projetada uma coreografia de base para cada estilo de dança, à qual eram progressivamente adicionados novos passos ou realizadas ligeiras alterações a passos previamente ensinados. Além disso, as indicações verbais da instrutora que antecipavam os passos a realizar foram sendo reduzidas no decurso do treino, estimulando as funções cognitivas, nomeadamente a atenção, concentração e memória de trabalho das participantes. Por outro lado, o tempo para descanso ao longo das sessões também foi sendo minorado por forma a promover a estimulação quer do ponto de vista físico quer do ponto de vista cognitivo.

Para manter a motivação das participantes adotaram-se estratégias como o reconhecimento aquando do sucesso, o incentivo verbal da instrutora, a utilização de músicas adequadas ao estilo de dança interpretado e, indiretamente, a observação vicariante.

É de reforçar que o treino pretendeu ser o mais personalizado possível, tendo as participantes realizado o treino de forma adequada ao seu nível físico, isto é com maior ou menor frequência de tempos de descanso, com um nível de intensidade adequado e com um grau de dificuldade adaptado ao seu desempenho.

3.4.2. Grupo de Controlo Cognitivo: Computador

O treino cognitivo computadorizado apresenta-se como um dos grupos de controlo desta investigação. Trata-se, por isso, de um treino análogo do ponto de vista cognitivo ao treino de estimulação realizado com recurso ao *Cardio Ballroom Dance* – Dança, na medida em que a estimulação pretendida com o treino em computador se centra em funções cognitivas (e áreas cerebrais associadas) que se entende terem sido igualmente estimuladas no grupo experimental.

O treino em computador foi realizado com recurso à plataforma *online BrainHQ* comercialmente disponível exclusivamente através da *Posit Science*, uma empresa sediada em São Francisco, Califórnia (EUA), e que conta com o trabalho de uma rede global de

cientistas em diversas Universidades que projetam, desenvolvem e aprimoram exercícios computadorizados que intentam abordar de forma eficaz os problemas cognitivos relacionados com o envelhecimento saudável, bem como uma ampla gama de condições clínicas. Este *software* de estimulação cerebral tem-se revelado um dos mais recentemente utilizados em projetos de investigação na área das Neurociências Cognitivas, nomeadamente em trabalhos sobre declínio cognitivo e plasticidade cerebral (<http://www.brainhq.com>, recuperado em 01, março, 2017).

Não obstante várias entidades promoverem e comercializarem produtos alternativos que visam o treino cognitivo, poucas têm sido submetidas a qualquer teste clínico e, até à data, poucas se submetem a estudos de revisão independentes. Porém, os exercícios utilizados na plataforma *BrainHQ* têm sido rigorosamente testados e cientificamente validados, tendo sido já publicados, em revistas científicas de relevo, mais de uma centena de estudos independentes, revistos por pares e em vários países. Estas publicações têm apresentado amostras diversificadas e diferentes metodologias de investigação, nomeadamente estudos randomizados e controlados, estudos longitudinais e estudos com *follow-ups* que salientam a sua eficácia, como é o caso do estudo ACTIVE, do estudo IHAMS e do estudo IMPACT, sendo estas algumas das investigações mais citadas na literatura (Smith *et al.*, 2009).

Assim, o treino cognitivo em computador deste estudo caracterizou-se pela realização (individual e autónoma) de nove exercícios cognitivos da plataforma *BrainHQ*, prévia e intencionalmente selecionados, que se focaram nas seguintes funções cognitivas: atenção, designadamente a atenção dividida, concentrada e seletiva, memória de trabalho auditivo-verbal e viso-espacial, velocidade de processamento e ainda funções executivas tais como tomada de decisão, resolução de problemas, controlo inibitório e raciocínio lógico.

Os nove exercícios foram intencionalmente distribuídos por três dias da semana (segundas, quartas e sextas-feiras). Em cada um destes dias, os participantes tiveram de realizar três exercícios de duração aproximada de 5 minutos cada, sendo que cada exercício era repetido uma vez, perfazendo trinta minutos diários e, conseqüentemente, noventa minutos semanais de treino cognitivo. Em anexo (anexo E), encontra-se o cronograma do treino cognitivo computadorizado, com a distribuição temporal dos exercícios efetuados pelos participantes ao longo de dez semanas de intervenção.

Importa esmiuçar as características no que concerne aos objetivos e funções cognitivas associadas a cada exercício.

Todas as segundas-feiras foi dada primazia às funções cognitivas de atenção dividida (com recurso ao exercício 'Atenção dividida'), atenção concentrada (através do

exercício 'Olho vivo') e atenção seletiva e controlo inibitório (recorrendo ao exercício 'Estátua').

No primeiro exercício, a participante tinha de classificar imagens em categorias, num tempo limite e com precisão; apareciam repetidamente no ecrã do computador duas imagens e a participante tinha de pressionar a tecla de seta para a esquerda quando as duas imagens preenchiam o mesmo critério, como por exemplo serem da mesma cor, e pressionar a tecla de seta para a direita quando as duas imagens não preenchiam o mesmo critério, como por exemplo não serem da mesma cor. O treino evoluía com a alteração dos critérios de classificação das imagens (e.g. cor, forma, padrão de preenchimento, etc) ou com a necessidade de prestar atenção a mais do que um dos critérios. Além disso, o tempo de aparecimento das imagens, bem como o tempo de permanência das mesmas no ecrã aumentava ou diminuía em função do desempenho obtido.

No exercício 'Olho vivo', aparecia no ecrã um determinado número de bolhas e, sendo adicionadas mais bolhas assim que as primeiras se começassem a mover. A tarefa da participante consistia em acompanhar as bolhas iniciais e, quando elas parassem de se mover, devia clicar em cada uma delas, identificando-as. Com a evolução do treino e em função do sucesso ou insucesso no exercício, o *software* acrescentava ou diminuía o número de bolhas a rastrear. Por outro lado, as bolhas podiam deslocar-se mais rapidamente, por períodos de tempo mais longos e em áreas maiores do ecrã. Além disso, o contraste entre as bolhas e o fundo diminuía, tornando mais difícil rastrear os alvos.

No exercício 'Estátua' era pedido à participante para discriminar imagens-alvo de distratores. Eram apresentadas uma série de fotografias, cada uma delas por um período de tempo limitado, sendo o objetivo pressionar a tecla de seta para a direita sempre que a foto apresentada não fosse a foto-alvo. Sempre que aparecesse a foto-alvo, a participante devia "congelar", ou seja devia inibir-se de carregar na tecla de seta para a direita. Com a evolução do treino, poderia ocorrer uma aceleração das imagens, fazendo com que os distratores aparecessem com mais frequência e maior semelhança com o alvo. Nos primeiros níveis, os alvos eram imagens exatamente iguais enquanto em níveis mais avançados o alvo poderia ser um único elemento particular ou um pormenor de uma imagem.

Às quartas-feiras o foco da estimulação era a memória de trabalho auditivo-verbal (através dos exercícios: 'Jogo da memória' e 'Pilha de sílabas') e memória de trabalho viso-espacial, (recorrendo ao exercício 'Estranho no ninho').

No exercício 'jogo da memória' a participante deveria, num tempo limite, encontrar sons correspondentes, clicando sobre cartões que apareciam no ecrã. À medida que

o treino avançava, as sílabas escutadas tornavam-se mais semelhantes para aumentar o grau de dificuldade do exercício.

No exercício 'Pilha de sílabas' eram escutadas uma série de sílabas e, logo depois, a participante deveria clicar nos cartões com as sílabas escutadas pela mesma ordem em que foram apresentadas. A evolução do treino remetia para o aumento do número de sílabas escutadas, para a diminuição do tempo de apresentação entre as sílabas (dando ao cérebro menos tempo para 'gravar' cada uma delas) e à inclusão de cartões-distratores que não representavam qualquer um dos sons escutados.

No exercício 'Estranho no ninho' um número de objetos era apresentado no ecrã do computador, desaparecendo logo em seguida. Depois, reapareciam, mas com um item adicional. A tarefa consistia em recordar a cena que aparecia em primeiro lugar e detetar o item adicional que aparecia posteriormente, clicando sobre ele. Para tornar o exercício mais desafiador, o número de itens aumentava, o fundo tornava-se mais complexo, o tempo de duração da apresentação dos itens diminuía, a área de exibição dos itens aumentava e os elementos eram dispostos de forma mais dispersa no ecrã.

Por último, às sextas-feiras foi dado enfoque às funções cognitivas de memória de trabalho viso-espacial e velocidade de processamento recorrendo, para isso, aos exercícios 'Olho de águia', 'Foco nos detalhes' e 'Jogo de malabares'.

No primeiro exercício, apareciam no ecrã um grupo de pássaros que desapareciam rapidamente. Ao reaparecerem, a participante tinha de procurar o pássaro que seria diferente dos restantes, clicando na área do ecrã onde o mesmo se encontrava. O exercício evoluía através da mudança dos estímulos: as aves tornavam-se mais semelhantes, desafiando o cérebro a fazer distinções mais refinadas; as aves surgiam em posições mais díspares, solicitando ao cérebro a perceção de detalhes em zonas mais periféricas do centro da atenção visual; o fundo tornava-se mais complexo, estimulando a deteção de detalhes subtis; e o tempo de apresentação dos estímulos alterava-se em função do desempenho.

No exercício 'Foco nos detalhes' aparecia no ecrã uma série de 3 a 5 imagens de forma sequencial. Dessas imagens, algumas coincidem, enquanto outras eram semelhantes, mas não eram iguais. A tarefa consistia em observar as imagens que apareciam no ecrã e quando elas desaparecessem, clicar na posição onde se encontravam as imagens iguais entre si. A participante só deveria clicar nas que eram iguais, ignorando as que não coincidiam. À medida que o treino evoluía, as imagens poderiam aparecer mais rapidamente, o número de elementos apresentados aumentava, esses mesmos elementos tornavam-se mais semelhantes entre si e apareciam em posições mais distantes no ecrã, o que estimulava, adicionalmente, a melhoria do varrimento do campo visual.

No 'jogo dos malabares' era apresentada uma sequência de números dentro de círculos em movimento e a tarefa da participante era reconstruir a sequência na ordem certa e nos locais corretos. Ou seja, deveria recordar-se dos círculos em que os números apareciam e, em seguida, clicar nesses círculos pela mesma ordem. O treino evoluía da seguinte forma: o número de itens na sequência aumentava à medida que melhorava na tarefa; a trajetória dos objetos tornava-se mais complexa; a cadência de apresentação dos elementos acelerava; e surgiam elementos distratores (como por exemplo, círculos a vermelho).

De ressaltar que, previamente à aplicação deste treino, cada participante deste grupo recebeu, por *email*, a informação relativa ao nome de utilizador e palavra-passe de acesso ao *software*, bem como todas as orientações sobre como proceder para realizar este treino de forma individual e autónoma. Foi fornecido um guia intitulado "Treino em Computador: Orientações para aceder e utilizar o *software*" (*cfr.* Anexo F), do qual também faziam parte uma breve descrição e instruções dos exercícios a realizar, que serviram para minorar eventuais dificuldades percebidas pelas participantes ao realizar o treino. Além disso, foi ainda enviado para as participantes um documento relativo à distribuição temporal das sessões e respetivos exercícios a realizar.

Destaque-se ainda que este treino (à semelhança dos restantes nesta investigação) ambicionou ser personalizado, desafiante e motivador. Nesse sentido, sempre que a participante realizava um exercício pela primeira vez, era estabelecida uma *baseline* de desempenho que, uma vez melhorada, ditava um novo limiar inferior, estimulando-a à melhoria da sua performance. Ao longo dos exercícios, a participante recebia constantemente feedback visual e auditivo relativo ao seu desempenho, podendo arrecadar 'estrelas' e subir de nível e a evolução dos exercícios era constantemente adaptada ao desempenho da participante, para torná-lo mais desafiador e promover, assim, a estimulação cognitiva.

3.4.3. Grupo de Controlo Físico: *Fitness*

O treino cognitivo com recurso à prática de *fitness* apresenta-se como o segundo grupo de controlo desta investigação. Assim, este grupo realizou um treino análogo do ponto de vista físico ao treino realizado pelo grupo experimental (*Cardio Ballroom Dance*), uma vez que a estimulação pretendida com o treino com recurso ao *fitness* se concentra nas características físicas que se aferiu terem sido igualmente estimuladas no grupo experimental.

Este grupo de controlo caracterizou-se pela realização de aulas de *fitness* em grupo com uma componente cardíaca e física bastante evidente, bem como características

aeróbicas que, em conjunto, procuraram melhorar o trabalho de mobilidade, flexibilidade, tonificação e resistência físicas.

Ao longo de dez sessões, prévia e intencionalmente projetadas, foram sendo explorados vários exercícios clássicos de *fitness* (infra descritos) com diferentes objetivos e de dificuldade acumulativa. Todas as sessões se iniciavam com um período de cinco minutos de aquecimento, onde predominavam exercícios de respiração e preparação para o treino físico intensivo (e.g. rotação da cabeça, ombros, antebraços, braços e pulsos; flexões de tronco e quadris; rotação das pernas ao nível dos joelhos; rotação do pé, entre outros). Todas as sessões terminavam com um período de relaxamento de cinco minutos com particular foco em exercícios de respiração e alongamento muscular (replicação dos exercícios de aquecimento). Tanto o aquecimento como o relaxamento foram tratados como parte integral do treino físico.

Em cada uma das sessões foram sendo incluídos os seguintes tipos de exercício: (1) exercícios genéricos (e.g. agachamento livre, passada lateral com coordenação); (2) exercícios com pesos – costas (e.g. inclinação lateral, remada – de pé – bilateral, remada – inclinada – bilateral); (3) exercícios com pesos – ombros (e.g. extensão de ombros – de pé – alternado, extensão de ombros – de pé – pegada pronada, levantamento frontal do deltoide – na horizontal); (4) exercícios com pesos – coxas (e.g. agachamento, avanço frontal, avanço estacionário); (5) exercícios com pesos – bíceps (e.g. rosca – de pé, rosca – de pé – alternado, rosca martelo – de pé, peso morto); (6) exercícios com pesos – tríceps (e.g. extensão de tríceps – de pé – um braço, coice ou *kickback* dos tríceps – agachado); (7) exercícios com pesos para o antebraço (e.g. flexão de pulso – de pé – duas mãos); (8) exercícios para os glúteos (e.g. agachamento sumo com haltere, elevação pélvica); (9) abdominais (e.g. flexão do tronco, flexão do quadril, prancha frontal, prancha lateral, rotações torácicas).

À semelhança dos restantes treinos implementados neste estudo, ao longo das sessões de *fitness* foram sendo repetidos os vários tipos de exercícios para manter a consistência do treino, porém com alternância dos exercícios com o intuito de manter a motivação das participantes. Além disso, promoveu-se um aumento gradual da dificuldade do treino (inter e intra-sessão) através da implementação de séries repetidas de cada exercício (que aumentavam de intensidade e frequência) e/ou da adição de pesos/halteres aos exercícios (que resulta num incremento da estimulação física).

No sentido de manter a motivação das participantes, adotaram-se estratégias como o incentivo verbal, o recurso a música ritmada e divertida, o uso de contagens regressivas por parte da instrutora e, indiretamente, a observação vicariante.

Uma vez mais, procurou-se que o treino fosse o mais personalizado possível, promovendo que as participantes realizassem o treino de forma adequada ao seu nível físico,

tendo sido adaptado a cada participante o número de repetições dos exercícios e o grau de dificuldade dos mesmos.

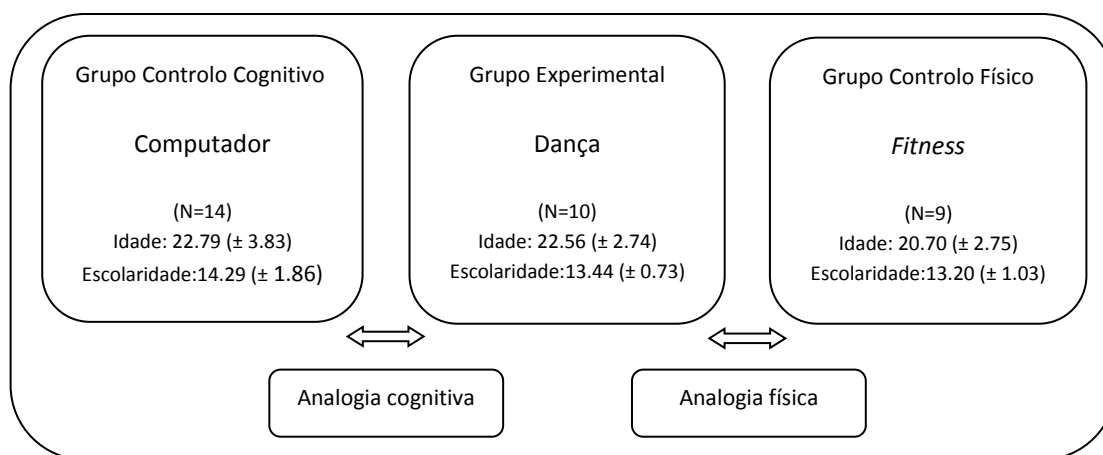


Fig. 2. Diagrama das intervenções.

3.5. Análise estatística

Foi calculada a estatística descritiva (média e desvio-padrão) referente às características sociodemográficas dos participantes.

Para analisar a significância estatística do efeito diferencial das condições experimentais (computador, dança, fitness) sobre a diferença de desempenho observada nos testes neuropsicológicos entre os momentos avaliativos (pré e pós-intervenção) recorreu-se a procedimentos não paramétricos (teste de Kruskal-Wallis), devido à dimensão reduzida das amostras. Não existindo técnicas não-paramétricas para avaliação de interações, foi necessário obter as diferenças de desempenho de cada sujeito, calculadas através da subtração dos valores obtidos na avaliação inicial aos valores obtidos na avaliação final em todas as medidas utilizadas.

Com o objetivo de analisar a evolução do desempenho cognitivo observado entre os momentos avaliativos (pré e pós-intervenção) recorreu-se ao cálculo da magnitude das diferenças de desempenho observadas dentro de cada grupo entre os dois momentos através da estatística r (mais adequada a uma análise não-paramétrica do que o d de Cohen), sendo a significância estatística dessas diferenças avaliadas através do teste não paramétrico de Wilcoxon.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com recurso ao *software* de análise estatística SPSS versão 20.0.

4. RESULTADOS

Conforme apresentado abaixo (*cfr.* Tabela 2), analisou-se primeiro a magnitude das diferenças de desempenho observadas dentro de cada condição experimental (computador, dança, *fitness*) entre os dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção), bem como da significância estatística dessas diferenças (teste de Wilcoxon); depois, testou-se o efeito diferencial das condições experimentais sobre essas diferenças de desempenho, recorrendo, para isso, a procedimentos estatísticos não paramétricos (teste de Kruskal-Wallis).

Atenção

A primeira análise diz respeito ao total de caracteres processados da prova cognitiva d2-Teste de Atenção que permite avaliar a velocidade com que o sujeito processa a informação assim como a quantidade de trabalho que é capaz de realizar. A análise revela um efeito forte do momento de avaliação nas três condições experimentais ($r \geq .5$), obtendo a generalidade dos participantes um desempenho significativamente mais elevado na segunda avaliação do que na primeira (Computador [$Z = -2.9, p = .003$]; Dança [$Z = -2.6, p = .009$]; *Fitness* [$Z = -2.1, p = .038$]). No entanto, este aumento nos níveis de desempenho da primeira para a segunda avaliação não parece ser afetado pelo tipo de treino, uma vez que não se verifica um efeito diferencial das condições [$\chi^2(2) = 1.63, p = .443$]; *cfr.* Figura 3.

A segunda análise refere-se ao total de acertos da prova cognitiva d2-Teste de Atenção que permite avaliar a precisão / eficácia do sujeito na realização da tarefa, e também revela um efeito forte ($r > .6$) e significativo do momento de avaliação nas três condições (Computador [$Z = -3.3, p = .001$]; Dança [$Z = -2.8, p = .005$]; *Fitness* [$Z = -2.6, p = .011$]), uma vez que a generalidade dos participantes obteve um desempenho mais elevado na segunda avaliação comparativamente com a primeira. Porém, este aumento nos níveis de desempenho da primeira para a segunda avaliação não parece ser afetado pelo tipo de treino, não se tendo verificado um efeito diferencial das condições [$\chi^2(2) = 0.59, p = .746$].

Ao analisar o total de eficácia na prova cognitiva d2-Teste de Atenção (medida do desempenho global na prova), foi possível verificar mais uma vez um efeito forte ($r > .5$) e significativo do momento de avaliação (Computador [$Z = -3.3, p = .001$]; Dança [$Z = -2.8, p = .005$]; *Fitness* [$Z = -2.4, p = .015$]), obtendo a generalidade dos participantes um desempenho mais elevado na segunda avaliação do que na primeira. Contudo, e mais uma vez, este aumento nos níveis de desempenho da primeira para a segunda avaliação não parece ser afetado pelo tipo de treino, não tendo sido observado um efeito diferencial das condições [$\chi^2(2) = 1.16, p = .561$].

Tabela 2. Avaliação estatística não paramétrica do efeito diferencial das condições experimentais (computador, dança, *fitness*) sobre a diferença de desempenho observada entre os momentos avaliativos (pré e pós-intervenção); testes de Kruskal-Wallis e de Wilcoxon e medida da magnitude do efeito (*r*).

Medidas	Diferenças entre os dois momentos de avaliação - comparação entre grupos	Comparação entre os dois momentos avaliativos						
		Computador (N = 14)		Dança (N = 10)		Fitness (N = 9)		
		Wilcoxon	Effect Size	Wilcoxon	Effect Size	Wilcoxon	Effect Size	
Atenção	d2 (total caracteres)	$\chi^2(2) = 1.63, p = .443$	Z = -2.9, p = .003*	r = .548	Z = -2.6, p = .009*	r = .581	Z = -2.1, p = .038*	r = .495
	d2 (total de acertos)	$\chi^2(2) = 0.59, p = .746$	Z = -3.3, p = .001*	r = .624	Z = -2.8, p = .005*	r = .626	Z = -2.6, p = .011*	r = .613
	d2 (total de eficácia)	$\chi^2(2) = 1.16, p = .561$	Z = -3.3, p = .001*	r = .624	Z = -2.8, p = .005*	r = .626	Z = -2.4, p = .015*	r = .566
	d2 (índice concentração)	$\chi^2(2) = 0.59, p = .745$	Z = -3.3, p = .001*	r = .624	Z = -2.8, p = .005*	r = .626	Z = -2.6, p = .012*	r = .613
	d2 (índice de variabilidade)	$\chi^2(2) = 2.29, p = .319$	Z = -0.1, p = .944	r = .019	Z = -1.5, p = .138	r = .335	Z = -1.7, p = .084	r = .401
	d2 (% erros)	$\chi^2(2) = 3.40, p = .183$	Z = -1.9, p = .057	r = .359	Z = -2.0, p = .042*	r = .447	Z = -2.5, p = .012*	r = .589
Memória de trabalho	Mem. Dígitos (direto)	$\chi^2(2) = 0.66, p = .720$	Z = -2.6, p = .009*	r = .491	Z = -1.6, p = .112	r = .358	Z = -1.4, p = .167	r = .330
	Mem. Dígitos (inverso)	$\chi^2(2) = 2.39, p = .303$	Z = -0.1, p = .891	r = .019	Z = -1.6, p = .101	r = .358	Z = -0.3, p = .739	r = .071
	Sequência Letras e Números	$\chi^2(2) = 7.31, p = .026^*$	Z = -1.5, p = .138	r = .283	Z = -2.8, p = .005*	r = .626	Z = -0.1, p = .943	r = .024
	Loc. Espacial (direto)	$\chi^2(2) = 0.97, p = .617$	Z = -1.9, p = .059	r = .359	Z = -0.8, p = .443	r = .179	Z = -0.1, p = .891	r = .024
	Loc. Espacial (inverso)	$\chi^2(2) = 6.37, p = .041^*$	Z = -0.6, p = .547	r = .113	Z = -2.6, p = .010*	r = .581	Z = -0.8, p = .453	r = .189
Velocidade Proc.	TR simples (média)	$\chi^2(2) = 3.08, p = .214$	Z = -0.9, p = .363	r = .170	Z = -1.5, p = .139	r = .335	Z = -1.1, p = .260	r = .259
Controlo inibitório	'GnG' (exatidão)	$\chi^2(2) = 0.64, p = .727$	Z = -1.4, p = .171	r = .265	Z = -0.4, p = .677	r = .089	Z = -0.4, p = .726	r = .094
	'GnG' (TR acertos - média)	$\chi^2(2) = 4.30, p = .116$	Z = -2.2, p = .030*	r = .416	Z = -2.8, p = .005*	r = .626	Z = -1.0, p = .314	r = .236
Tomada de decisão	'Choice' (exatidão)	$\chi^2(2) = 0.94, p = .626$	Z = 0.0, p = 1.00	r = .000	Z = -1.2, p = .214	r = .268	Z = -0.9, p = .374	r = .212
	'Choice' (TR acertos - média)	$\chi^2(2) = 5.93, p = .052$	Z = -3.1, p = .002*	r = .586	Z = -2.8, p = .005*	r = .626	Z = -1.2, p = .214	r = .283
Inteligência Fluída	Matrizes	$\chi^2(2) = 1.72, p = .423$	Z = -2.9, p = .003*	r = .548	Z = -2.4, p = .018*	r = .537	Z = -1.7, p = .088	r = .401

* $p < .05$

$r \approx .1$ corresponde a um efeito pequeno; $r \approx .3$ corresponde a um efeito moderado; $r \approx .5$ corresponde a um efeito forte.

Relativamente ao índice de concentração na prova cognitiva d2-Teste de Atenção, observa-se um efeito forte ($r > .6$) e significativo do momento de avaliação em todas as condições (Computador [$Z = -3.3, p = .001$]; Dança [$Z = -2.8, p = .005$]; *Fitness* [$Z = -2.6, p = .012$]), obtendo a generalidade dos participantes um desempenho mais elevado na segunda avaliação comparativamente com a primeira. Porém, este aumento nos níveis de desempenho da primeira para a segunda avaliação não parece ser afetado pelo tipo de treino, uma vez que não se verifica um efeito diferencial das condições [$\chi^2(2) = 0.59, p = .745$].

Em certa medida era expectável a similaridade no padrão de resultados destas quatro variáveis, uma vez que estas se baseiam numa quantificação absoluta do desempenho dos participantes (total de caracteres e total de acertos), gerando assim correlação entre as medidas.

A análise do índice de variabilidade na prova cognitiva d2-Teste de Atenção, que possibilita a avaliação da estabilidade e consistência do desempenho do sujeito ao longo da tarefa, revela que nenhuma das condições exerceu um efeito significativo entre os dois momentos de avaliação (Computador [$Z = -0.1, p = .944$]; Dança [$Z = -1.5, p = .138$]; *Fitness* [$Z = -1.7, p = .084$]); esta ausência de efeito parece ser equivalente nas três condições de treino [$\chi^2(2) = 2.29, p = .319$]. Ainda assim, é de assinalar que a magnitude do efeito da condição Computador parece ser claramente inferior ($r < .1$) ao efeito moderado das outras duas condições ($r = .3$ e $r = .4$, respetivamente para as condições Dança e *Fitness*).

No que diz respeito à percentagem de erros na prova cognitiva d2-Teste de Atenção, que permite aferir acerca dos aspetos qualitativos do desempenho como a precisão e a meticulosidade, verifica-se um efeito significativo do momento de avaliação em dois grupos de treino (Dança [$Z = -2.0, p = .042$]; *Fitness* [$Z = -2.5, p = .012$]) e um efeito tendencialmente significativo no outro grupo (Computador [$Z = -1.9, p = .054$]), obtendo os participantes destes grupos um melhor desempenho na segunda avaliação comparativamente com a primeira. No entanto, a melhoria nos níveis de desempenho da primeira para a segunda avaliação não parece ser afetada pelo tipo de treino, uma vez que não se verifica um efeito diferencial das condições [$\chi^2(2) = 3.40, p = .183$].

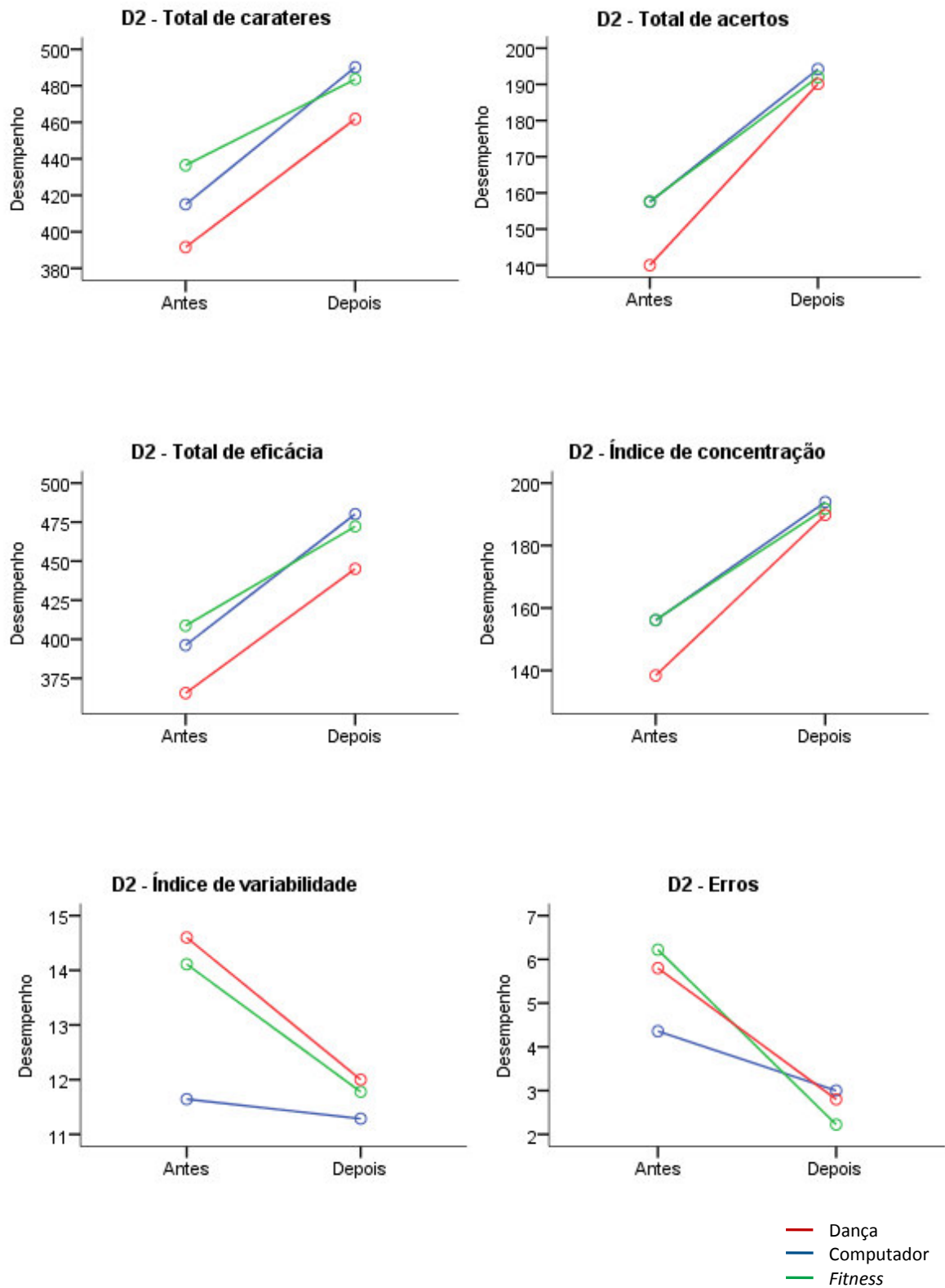


Fig. 3. Tarefas de atenção (Teste de Atenção D2): desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, *fitness*) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção).

Memória de Trabalho

No que concerne à prova cognitiva Memória de Dígitos em sentido direto que avalia a capacidade de memória auditivo-verbal imediata, observa-se um efeito forte ($r \approx .5$) e significativo do momento de avaliação somente no grupo de treino em Computador [$Z = -2.6, p = .009$]), sendo o efeito observado nas outras duas condições moderado e não significativo ($p > .1$); *cfr.* Figura 4. Contudo, a melhoria nos níveis de desempenho da primeira para a segunda avaliação não parece ser afetada pelo tipo de treino, não se verificando, assim, um efeito diferencial das condições [$\chi^2(2) = 0.66, p = .720$].

A análise da prova cognitiva Memória de Dígitos em sentido inverso, que avalia a capacidade de memória auditivo-verbal imediata conjuntamente com a capacidade executiva requerida pela inversão da série a memorizar, revela que nenhum dos efeitos é significativo (Computador [$Z = -0.1, p = .891$]; Dança [$Z = -1.6, p = .101$]; *Fitness* [$Z = -0.3, p = .739$]), embora a condição Dança alcance um efeito moderado ($r \approx .4$). Porém, esta diferença não é suficiente para que o efeito diferencial das condições de treino seja significativo [$\chi^2(2) = 2.39, p = .303$].

Relativamente à prova cognitiva Sequência de Letras e Números, que avalia a capacidade de memória de trabalho auditivo-verbal bem como a capacidade para reorganizar a informação em sentido crescente, observa-se um efeito forte do momento de avaliação na condição experimental Dança [$Z = -2.8, p = .005, r \approx .6$], uma vez que a generalidade dos participantes deste grupo obteve um melhor desempenho na segunda avaliação do que na primeira. Efeitos semelhantes mas de magnitude mais reduzida e não significativos ocorrem nas outras duas condições (efeito moderado no caso da condição Computador e pequeno no caso da condição *Fitness*). Este aumento nos níveis de desempenho da primeira para a segunda avaliação parece, assim, ser afetado pelo tipo de treino, uma vez que se observa um efeito diferencial da condição experimental [$\chi^2(2) = 7.31, p = .026$].

A análise da prova cognitiva Localização Espacial em sentido direto, que permite a avaliação da capacidade de memória de trabalho viso-espacial, revela que nenhum dos efeitos de treino é significativo (Computador [$Z = -1.9, p = .059$]; Dança [$Z = -0.8, p = .443$]; *Fitness* [$Z = -0.1, p = .891$]), uma vez que a generalidade dos participantes apresenta desempenhos relativamente idênticos em ambas as avaliações, bem como quando analisado o efeito diferencial das condições de treino [$\chi^2(2) = 0.97, p = .617$].

Na prova cognitiva Localização Espacial em sentido inverso, que avalia a capacidade de memória de trabalho viso-espacial conjuntamente com a capacidade executiva requerida pela inversão visual da série, observa-se um efeito forte e significativo do momento de avaliação na condição experimental Dança [$Z = -2.6, p = .010, r \approx .6$], resultante de um melhor desempenho

por este grupo na segunda avaliação do que na primeira, enquanto nas outras condições o efeito é mais reduzido ($r < .2$). Assim, o aumento nos níveis de desempenho do primeiro para o segundo momento avaliativo parece ser afetado pelo tipo de treino, já que se observa um efeito diferencial significativo da condição experimental [$\chi^2(2) = 6.37, p = .041$].

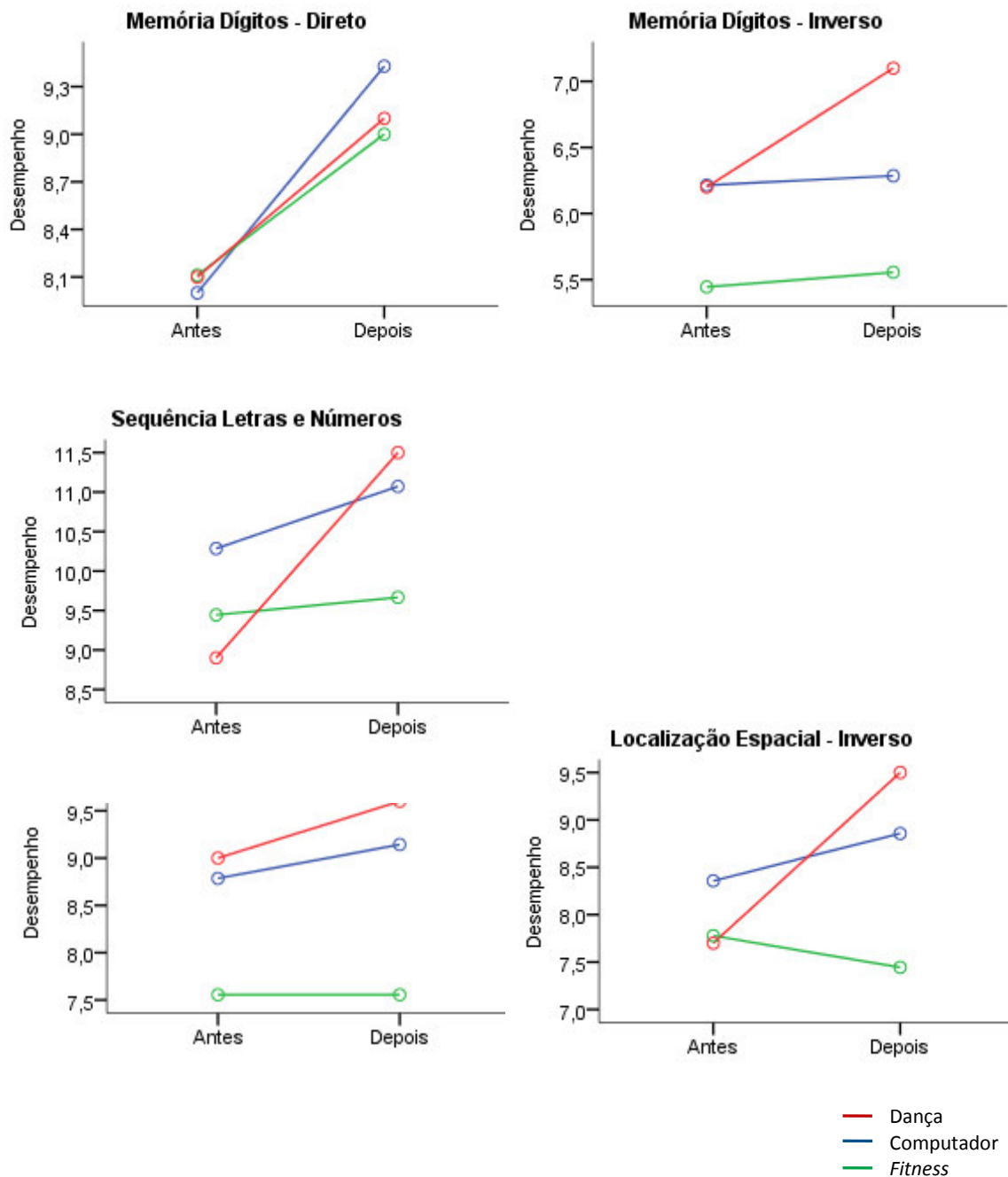


Fig. 4. Tarefas de memória de trabalho [Memória de Dígitos (sentido direto e inverso), Localização Espacial (sentido direto e inverso) e Sequência de Letras e números]: desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, *fitness*) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção).

Velocidade de Processamento

No que diz respeito à média da velocidade de processamento, embora os efeitos observados sejam moderados ($r \approx .3$), nenhum deles é estatisticamente significativo ($p > .1$). Curiosamente, enquanto o efeito das condições Dança e Computador refletem uma diminuição dos tempos de resposta entre o primeiro e o segundo momento de avaliação, verifica-se o inverso para os participantes da condição *Fitness* (cfr. Figura 5). No entanto, estas diferenças não são suficientes para se poder considerar um efeito diferencial das condições [$\chi^2(2) = 3.08, p = .214$].

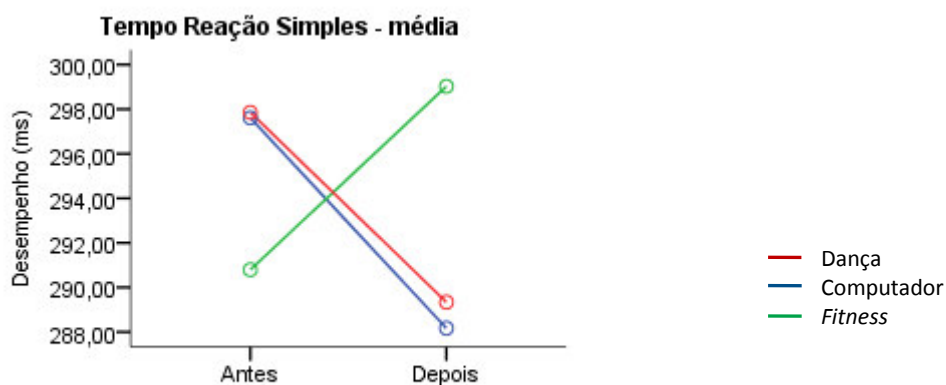


Fig. 5. Tarefa de velocidade de processamento (Tempo de Reação Simples): desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, *fitness*) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção).

Controlo Inibitório

Relativamente à tarefa de controlo inibitório, nomeadamente a exatidão do desempenho da tarefa Go/No-Go (incluindo julgamentos *Go* e *No Go* corretos), observa-se que nenhum dos efeitos é significativo (cfr. Figura 6), nomeadamente quando se comparam os dois momentos de avaliação (Computador [$Z = -1.0, p = .317$]; Dança [$Z = -0.2, p = .854$]; *Fitness* [$Z = -1.3, p = .180$]), não se verificando efeito diferencial das condições [$\chi^2(2) = 2.26, p = .322$].

Analisando a média dos tempos de resposta aos julgamentos *Go*, verifica-se um efeito significativo do momento de avaliação em dois grupos de treino (Computador [$Z = -2.2, p = .030$]; Dança [$Z = -2.8, p = .005$]), tendo mostrado os participantes destes grupos uma resposta mais rápida na segunda avaliação do que na primeira. No entanto, esta melhoria não parece ser afetada pelo tipo de treino, uma vez que não se observa um efeito diferencial das condições [$\chi^2(2) = 4.30, p = .116$].

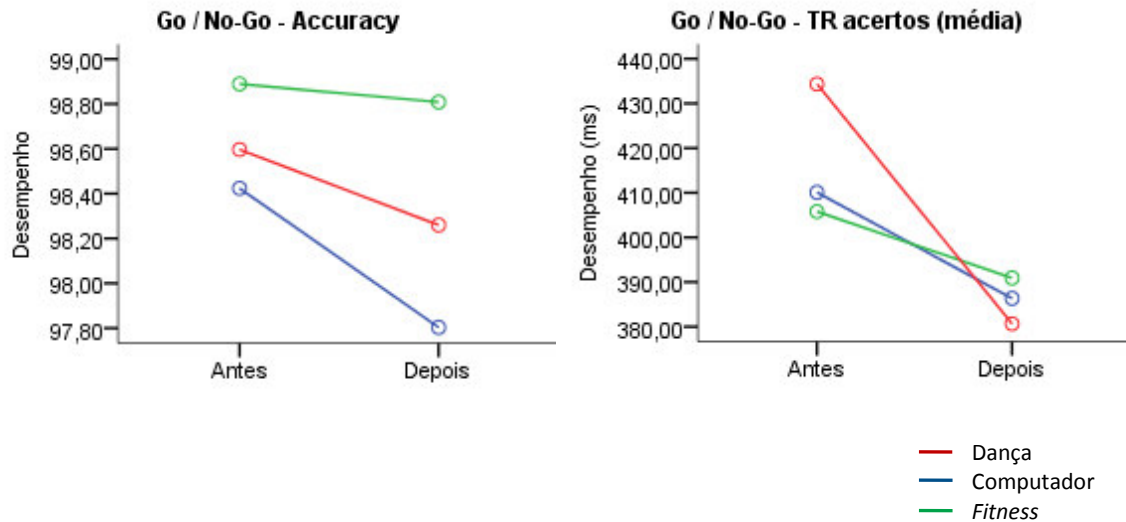


Fig. 6. Tarefa de controlo inibitório [Go / No-Go (acertos; média do tempo de reação dos acertos): desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, *fitness*) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção).

Tomada de Decisão

Relativamente à exatidão na prova cognitiva de tomada de decisão, nenhum dos efeitos é significativo (Computador [$Z = -0.0$, $p = 1.00$]; Dança [$Z = -1.2$, $p = .214$]; *Fitness* [$Z = -0.9$, $p = .374$], já que a generalidade dos participantes obtém um desempenho similar na primeira e segunda avaliações (*cf.* Figura 7). Não se observa efeito diferencial das condições [$\chi^2(2) = 0.94$, $p = .626$].

A análise da média dos tempos de reação nos acertos na tarefa de decisão revela um efeito forte e significativo do momento de avaliação em duas condições de treino (Computador [$Z = -3.1$, $p = .002$, $r \approx .6$]; Dança [$Z = -2.8$, $p = .005$, $r \approx .6$]), evidenciando os participantes destes grupos um melhor desempenho na segunda avaliação do que na primeira. O efeito diferencial das condições experimentais é marginalmente significativo [$\chi^2(2) = 5.93$, $p = .052$].

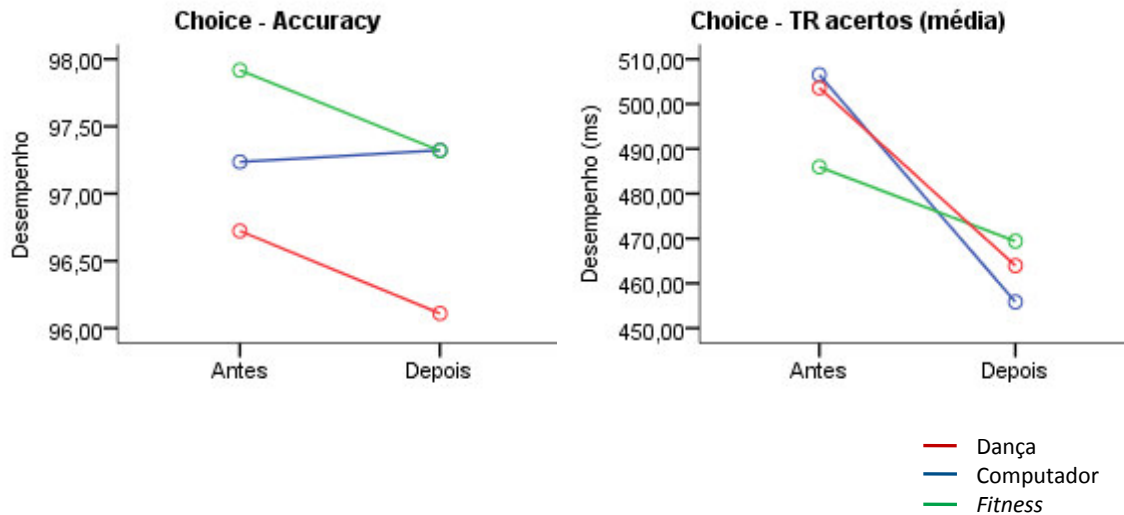


Fig. 7. Tarefa de tomada de decisão [Choice (média do tempo de reação dos acertos; *accuracy*)]: desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, *fitness*) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção).

Raciocínio lógico não-verbal e inteligência fluída

Por último e relativamente às capacidades de raciocínio lógico não-verbal e inteligência fluída avaliadas através da prova Matrizes, verifica-se um efeito significativo do momento de avaliação em dois grupos de treino (Computador [$Z = -2.9, p = .003$]; Dança [$Z = -2.4, p = .018$]), uma vez que a generalidade dos participantes destes grupos obtém um desempenho mais elevado na segunda avaliação comparativamente com a primeira (*cfr.* Figura 8). No entanto, a melhoria nos níveis de desempenho da primeira para a segunda avaliação não parece ser afetada pelo tipo de treino, já que não se observa um efeito diferencial das condições [$\chi^2(2) = 1.72, p = .423$].

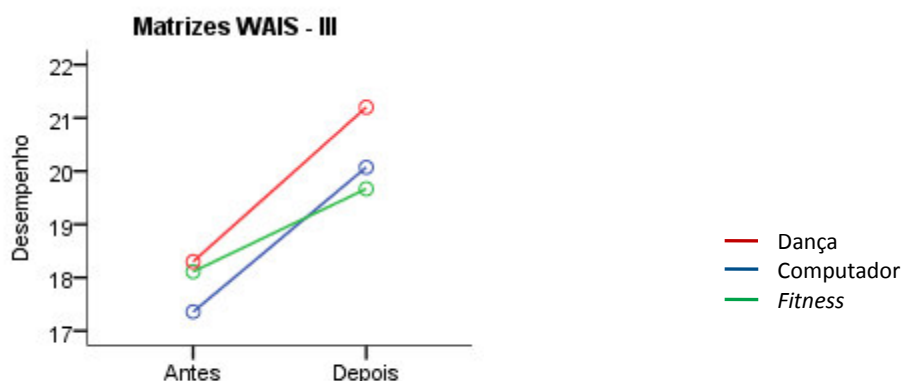


Fig. 8. Tarefa de raciocínio lógico e inteligência fluída (Matrizes WAIS-III): desempenho médio observado nas diferentes condições (computador, dança, *fitness*) nos dois momentos avaliativos (pré e pós-intervenção).

5. DISCUSSÃO

A ideia de que o desempenho cognitivo individual pode ser melhorado é algo que tem despertado o interesse dos investigadores nos últimos anos (Moreau *et al.*, 2015). A literatura científica tem dado prova do contínuo desenvolvimento de paradigmas de treino cognitivo que, através da prática sistemática e planeada das funções cognitivas, mantêm e/ou melhoram o desempenho cognitivo (Bahar-Fuchs, Clare & Woods, 2013 cit in Lauenroth *et al.*, 2016). Contudo, os resultados dessas intervenções na melhoria cognitiva de indivíduos saudáveis são díspares e sujeitos a interpretações várias (Moreau *et al.*, 2015).

Na tentativa de elaboração de intervenções maximizadas, alguns autores têm defendido o recurso a programas de intervenção que integrem diferentes componentes de treino, bem como a comparação desses programas de treino integrado com treinos que isolem esses mesmos componentes, no sentido de extrair a respetiva influência que cada um possa exibir (Moreau, 2015).

Assim, no presente estudo, procurámos analisar os efeitos de um programa de treino cognitivo adaptativo, baseado na abordagem integrada, cuja intervenção foi projetada para incluir exigências tanto físicas como cognitivas, e comparar esses efeitos com os obtidos em dois grupos de controlo ativos e igualmente adaptativos que apresentam treinos análogos do ponto de vista cognitivo e físico, numa amostra portuguesa de jovens adultos saudáveis.

Num *design* de investigação misto, baseado em medidas repetidas (pré e pós- intervenção) avaliadas em três grupos independentes, foi definido como objetivo geral averiguar se a evolução do desempenho cognitivo entre os dois momentos de avaliação é modulada pelo tipo de treino aplicado. Tendo como referência os trabalhos prévios de Moreau e colegas (2015), esperávamos verificar um efeito diferencial das condições (computador, dança, *fitness*) sobre a diferença de desempenho observada nos testes neuropsicológicos entre os momentos avaliativos (pré e pós-intervenção). Mais especificamente, esperávamos que o grupo experimental – dança – demonstrasse maior evolução no desempenho comparativamente às restantes condições.

Os resultados evidenciaram um efeito diferencial da condição experimental (dança) sobre a diferença de desempenho observada entre os dois momentos avaliativos, quando comparado ao efeito das duas condições controlo ('computador' e '*fitness*'). Contudo, esse efeito revela-se ligeiro, sendo considerado significativo em termos estatísticos apenas em dois dos dezassete parâmetros avaliativos extraídos das provas de avaliação. Ainda assim, estes resultados, apesar de não evidenciarem um efeito positivo sistemático do grupo experimental, permitem confirmar parcialmente a hipótese formulada nesta investigação, sugerindo que o treino cognitivo baseado na abordagem integrada (dança), pelo facto de combinar exigências físicas e

cognitivas, supera intervenções exclusivamente focadas em componentes físicos ou cognitivos.

De salientar que o efeito diferencial significativo da condição experimental se verificou somente num domínio cognitivo específico (MT) e em apenas duas das medidas avaliativas, nomeadamente os subtestes ‘Sequência de Letras e Números’ [$\chi^2(2) = 7.31, p = .026$] e ‘Localização Espacial em Sentido Inverso’ [$\chi^2(2) = 6.37, p = .041$]. Estas duas medidas avaliativas distinguem-se das restantes que avaliam a MT utilizadas nesta investigação pelo facto de envolverem elementos atencionais / executivos associados à flexibilidade exigida pela prova ‘Sequência de Letras e Números’ e à inversão da série exigida na prova ‘Localização Espacial em Sentido Inverso’. Assinale-se ainda que o efeito pré-pós na tarefa Memória de Dígitos em Sentido Inverso (que comporta, de igual forma, elementos atencionais / executivos), embora não tenha atingido significância estatística, foi claramente mais marcado na condição Dança ($r \approx .36$) do que nas restantes condições ($r < .07$). Segundo o manual técnico e interpretativo da WAIS-IV (Wechsler, 2008), a tarefa Memória de Dígitos em Sentido Direto é descrita como um teste que envolve ‘atenção, codificação e processamento auditivo’, enquanto o termo MT é reservado para as tarefas que exigem a inversão de série (*Backward*), como é o caso da prova Memória de Dígitos em Sentido Inverso e da ‘Localização Espacial em Sentido Inverso’, e a sequenciação (*Sequencing*), como acontece na prova ‘Sequência de Letras e Números’. De acordo com Egeland (2015), estas provas apresentam maior carga de manipulação associada à MT ao invés de refletirem uma medida de armazenamento simples da MT. Esta interpretação das exigências específicas das tarefas que envolvem inversão ou sequenciação enquadra-se no ‘modelo multimodal da MT’ proposto originalmente por Baddeley e Hitch (1974 cit in Egeland, 2015) que postula que a MT é composta por dois ‘sistemas escravos’ específicos da modalidade verbal (ansa fonológica) e visual (esquício viso-espacial), e que refletem a capacidade de atenção e de memória de curto prazo envolvidas no simples armazenamento de informações por um curto período de tempo. Contudo, segundo os autores, sempre que a informação tem de ser manipulada, um sistema abrangente mais complexo e sem especificidade da modalidade (executivo central) tem de ser ativado (Baddeley & Hitch, 1974 cit in Egeland, 2015).

Neste sentido, os resultados indicam que o efeito diferencial da condição experimental é exclusivamente observado em medidas avaliativas que refletem a função cognitiva de MT com elevada carga de manipulação associada e que, por conseguinte, exigem um processamento cognitivo mais abrangente e complexo comparativamente a tarefas que reivindicam o simples armazenamento de informação por curtos períodos de tempo.

Estes resultados são parcialmente consistentes com o trabalho anterior de Moreau e colegas (2015). Tal como na presente investigação, os autores encontraram benefícios cognitivos do treino baseado na abordagem integrada em medidas avaliativas de MT, porém os resultados foram mais significativos do que os encontrados no presente estudo, já que todas as medidas avaliativas de MT utilizadas pelos autores (com ou sem carga de manipulação associada) demonstraram ganhos significativos quando comparados os momentos de avaliação. Além disso, as interações condição X momento avaliativo foram igualmente significativas para todas as tarefas de MT, indicando um impacto diferencial da condição experimental (Moreau *et al.*, 2015). Assim, importa destacar algumas diferenças entre os estudos que podem esclarecer a divergência de resultados encontrada. Em primeiro lugar, o estudo de Moreau e colegas (2015) apresentou uma amostra maior do que na presente pesquisa, com um número de participantes por condição suficiente para proceder à análise estatística paramétrica, necessariamente com maior potência, tendo ainda sido realizada a distribuição aleatória dos participantes. Por outro lado, o estudo dos autores apresentou diferenças relativas às modalidades de treinos, assim como no que diz respeito à duração, frequência e intensidade dos treinos implementados (60 minutos de treino, três vezes por semana, durante oito semanas, que corresponde a 24 sessões de treino - 1440 minutos). O regime de treino implementado pelos autores é substancialmente superior ao implementado no nosso estudo (90 minutos semanais de treino, durante 10 semanas, que perfaz 900 minutos de treino total), e o tipo de tarefas implementadas também diferem.

Os parâmetros avaliativos onde não se manifestou efeito diferencial das condições apresentam três tipos evidentes de padrão de resultados. Para algumas medidas (nomeadamente as relativas à prova d2), verifica-se um aumento significativo do desempenho transversal às três condições; embora tais aumentos possam não ter a mesma magnitude, não são suficientemente diferentes entre si para se poder garantir que uma condição exerceu um efeito mais forte do que as restantes. Pode considerar-se que este padrão de resultados também corresponde ao observado para a medida de inteligência fluída e para a medida de percentagem de erros em d2, embora nestes casos em uma das condições o efeito pré-pós seja apenas marginalmente.

Num segundo padrão de resultados, a ausência de efeito diferencial das condições deve-se ao facto de nenhuma condição ter produzido um efeito pré-pós relevante; ou seja, na presença de um efeito nulo ou negligenciável transversal aos três treinos é evidente não serem detetáveis efeitos de diferenciação. Trata-se do caso das medidas de velocidade de processamento ou das medidas de exatidão nas provas de controlo inibitório e tomada de decisão.

Finalmente, um terceiro padrão de resultados surge quando apenas as condições ‘dança’ e ‘computador’ apresentam efeitos pré-pós significativos de magnitude aproximada, enquanto o efeito observado na condição *fitness* é claramente mais reduzido (embora não se demarque o suficiente das outras duas condições para que o efeito diferencial seja sinalizado como significativo). Encontra-se nestes casos as medidas de tempo de reposta nas tarefas de controlo inibitório e tomada de decisão.

Partindo de uma análise mais detalhada da evolução do desempenho cognitivo entre os momentos avaliativos (pré e pós-intervenção) de cada uma das condições de treino em particular e com relação aos domínios cognitivos avaliados, importa destacar alguns resultados.

Em geral, foi possível verificar uma evolução positiva do desempenho cognitivo entre os momentos avaliativos, nas três condições e em praticamente todas as áreas cognitivas avaliadas. Contudo, muitas vezes, essa melhoria não se revelou significativa, embora tenha frequentemente apresentado um efeito moderado. O treino que apresentou maior número de efeitos positivos significativos do momento de avaliação foi a condição experimental (dança), seguida do treino que inclui exigências cognitivas (computador) e, por último, do treino que inclui exigências físicas (*fitness*). Estes dados são consistentes com os resultados encontrados no estudo de Moreau e colegas (2015), cuja análise estatística demonstrou melhorias em todas as condições de treino, mas de diferentes magnitudes, tendo-se observado maiores ganhos no grupo de treino baseado na abordagem integrada, seguido do treino análogo do ponto de vista cognitivo e, por último, do treino análogo do ponto de vista físico (Moreau *et al.*, 2015).

No que diz respeito à atenção, o grupo ‘dança’ demonstrou efeitos significativos do momento de avaliação na prova utilizada para avaliar este domínio cognitivo, particularmente no que se refere à velocidade de processamento e quantidade de trabalho [$Z = -2.6, p = .009$], precisão [$Z = -2.8, p = .005$], eficácia [$Z = -2.8, p = .005$], capacidade de concentração [$Z = -2.8, p = .005$] e meticulosidade [$Z = -2.0, p = .042$] na tarefa atencional. Contudo, a melhoria da performance cognitiva da primeira para a segunda avaliação observada nestas medidas avaliativas foi igualmente verificada no treino ‘*fitness*’ e parcialmente observada no treino ‘computador’, o que sugere que a melhoria nos níveis de desempenho entre os momentos avaliativos não é modulada pelo tipo de treino, já que não se observa um efeito diferencial das condições. Esta melhoria transversal aos vários aspetos cognitivos extraídos da prova ‘d2 – Teste de atenção’ pode estar relacionada com o facto das medidas avaliativas geradas a partir desta prova estarem bastante correlacionadas entre si.

Apesar do indicador referente à estabilidade e consistência de desempenho na tarefa atencional (Índice de Variabilidade) não ter evidenciado um efeito significativo do momento de

avaliação em nenhuma das condições de treino, foi possível verificar um efeito moderado ($r > 3$) nas condições 'dança' e 'fitness', em contraste com ausência de efeito na condição 'computador', o que reforça a similaridade no padrão de resultados devido à correlação entre as medidas obtidas pela prova d2 – Teste de Atenção. Por outro lado, e ainda no que se refere ao item avaliativo 'Índice de Variabilidade', observaram-se desempenhos desiguais entre as condições nas avaliações de *baseline* (provavelmente associados à ausência de emparelhamento das participantes). O grupo 'computador' demonstrou maior consistência e estabilidade de desempenho na tarefa atencional na primeira avaliação, tendo-se observado resultados similares no segundo momento avaliativo, aspeto que, provavelmente, é justificado pelo facto de as participantes deste grupo não apresentarem um intervalo de melhoria tão evidente quanto as participantes das condições 'dança' e 'fitness'.

Apesar de na condição 'computador' não se ter verificado um efeito significativo do momento de avaliação no item referente à meticulosidade de desempenho (percentagem de erros), observou-se um efeito moderado ($r > 3$). E, mais uma vez, observaram-se desempenhos desiguais nos pré-testes referentes a este item avaliativo. As participantes do grupo 'computador' apresentaram menor número de erros na primeira avaliação, pelo que era expectável que não evidenciassem uma evolução tão evidente quanto as participantes das restantes condições.

No que concerne à função cognitiva de MT, o grupo de treino 'dança' evidenciou efeitos significativos do momento de avaliação em medidas avaliativas de MT auditivo-verbal, particularmente a capacidade de sequenciação e reorganização da informação em sentido crescente observada no teste 'Sequência de Letras e Números' [$Z = -2.8, p = .005$], e em medidas avaliativas de MT viso-espacial observada no teste 'Localização Espacial em Sentido Inverso' [$Z = -2.6, p = .010$]. Os efeitos significativos do momento de avaliação observados nestas medidas avaliativas foram exclusivos do grupo experimental (dança) e, apesar do grupo de treino cognitivo 'computador' também ter demonstrado efeitos significativos do momento de avaliação numa medida avaliativa de MT auditivo-verbal ('Memória de Dígitos em Sentido Direto'), o aumento nos níveis de desempenho da primeira para a segunda avaliação parece ser afetado pelo treino 'dança', tendo sido demonstrado um efeito diferencial desta condição [$\chi^2(2) = 7.31, p = .026$].

Estes resultados são consistentes com trabalhos prévios (Moreau *et al.*, 2015), porém a interpretação dos ganhos nas medidas avaliativas de MT deve ser cautelosa. Contrariamente ao que acontece no estudo de Moreau e colegas (2015), na presente investigação não se verifica homogeneidade de resultados nas avaliações de *baseline*. Este aspeto é, mais uma vez, uma limitação do estudo, provavelmente associada à ausência de emparelhamento dos

participantes. No teste cognitivo 'Sequência de Letras e Números', os participantes do grupo 'dança' evidenciaram desempenhos inferiores na avaliação inicial comparativamente aos restantes grupos de treino, o que sugere que os participantes do grupo experimental possam apresentar um maior intervalo de melhoria. Contudo, esta interpretação não é válida quando analisada a evolução do desempenho dos participantes no teste cognitivo 'Localização Espacial em Sentido Inverso'. Apesar dos grupos 'dança' e 'fitness' evidenciarem piores desempenhos cognitivos na primeira avaliação, somente o grupo 'dança' demonstrou melhorias nesta medida avaliativa, sendo que o grupo 'fitness', não só não melhorou, como piorou o desempenho cognitivo na segunda avaliação.

Atendendo à ausência de um efeito diferencial sistemático da condição experimental no que diz respeito à função cognitiva de MT, é provável que tarefas que reivindicam o simples armazenamento de informação por curtos períodos de tempo, necessitem de maior carga de estimulação para que se observe um efeito de treino significativo quando comparados os momentos pré e pós-intervenção e, por conseguinte, um efeito diferencial nas várias medidas avaliativas deste domínio cognitivo.

No que diz respeito à função cognitiva de velocidade de processamento, foi possível verificar uma evolução positiva do desempenho cognitivo entre os momentos avaliativos na condição experimental (dança) e na condição 'computador'. Contudo, os ganhos observados nestas duas condições de treino não se revelaram significativos, embora a condição experimental tenha apresentado um efeito moderado ($r > 3$). É de salientar ainda que o grupo de treino 'fitness' demonstrou pior desempenho cognitivo na segunda avaliação comparativamente com a primeira. Contudo, importa referir que a tarefa de velocidade de processamento reflete valores na ordem dos milissegundos e que as diferenças encontradas entre os momentos avaliativos são mínimas. Além disso (e mais uma vez associado à ausência de emparelhamento das participantes), não houve homogeneidade de resultados nas avaliações de *baseline*.

Quando observados os resultados referentes ao domínio executivo, verificamos que o grupo 'dança' obteve melhoria significativa em medidas avaliativas de controlo inibitório e tomada de decisão expressa pela média dos tempos de reação dos acertos [$Z = -2.8$, $p = .005$ e $Z = -2.8$, $p = .005$, respetivamente]. Porém, o efeito significativo do momento de avaliação foi igualmente observado no grupo 'Computador' em medidas de controlo inibitório [$Z = -2.2$, $p = .030$] e tomada de decisão [$Z = -3.1$, $p = .002$], sugerindo que a melhoria nos níveis de desempenho da primeira para a segunda avaliação parece não ser específica do tipo de treino, pelo menos por ser observada nestas duas condições (mas não na condição *Fitness*).

Ao analisar a exatidão do desempenho nas provas de controlo inibitório e de tomada de decisão, observa-se que não foram encontrados efeitos significativos do momento de avaliação, nem um efeito diferencial das condições. Porém, quando observadas as Figuras 6 e 7, verificamos que todas as participantes (independentemente do seu grupo de treino) apresentam uma percentagem elevada de acertos (cerca de 98% e 97% nas tarefas de controlo inibitório e tomada de decisão, respetivamente), sugerindo um eventual efeito de teto nestas medidas avaliativas. Estes resultados indicam que tanto a tarefa de controlo inibitório quanto a tarefa de tomada de decisão possam não ter sido suficientemente desafiadoras e que, por isso, não se tenham observado os efeitos pré-pós esperados e, conseqüentemente, efeitos diferenciais das condições nestas medidas de avaliação.

No que diz respeito à capacidade de raciocínio lógico não-verbal e inteligência fluida (avaliada através da prova 'Matrizes'), mais uma vez somente os grupos de treino 'dança' e 'computador' evidenciaram efeitos significativos do momento de avaliação [$Z = -2.4, p = .018$ e $Z = -2.9, p = .003$, respetivamente], embora o efeito diferencial destas duas condições não se distinga de forma significativa do efeito menos evidente observado na condição *Fitness*. Esta similaridade de resultados, aliada às características da prova, nomeadamente o facto de as participantes terem de resolver problemas lógicos e recordarem-se facilmente das soluções encontradas na primeira avaliação, denota que esta medida avaliativa possa ser sensível à prática. Ou seja, quaisquer efeitos de treino, assim como eventuais efeitos diferenciais das condições, podem estar mascarados pelos efeitos de prática percebidos.

É pertinente referir que o presente estudo foi especificamente desenhado para avaliar o efeito diferencial de um treino cognitivo integrado (condição experimental 'dança') face a duas condições de controlo ativo ('computador' e 'fitness'). Assim, não é possível afirmar cabalmente se a evolução do desempenho cognitivo observada entre os momentos avaliativos (pré e pós-intervenção) nas várias medidas de avaliação referidas anteriormente resulta do efeito dos treinos aplicados se do facto dos participantes estarem a responder pela segunda vez aos mesmos testes neuropsicológicos (efeito de teste-reteste), pelo que a discussão dos efeitos pré- pós intervenção tem de ser perspectivada com cuidado. Neste contexto, a adição de um grupo de controlo passivo, assim como o aumento do número de participantes por condição, poderiam ser importantes para mitigar variáveis confusionais relativas aos efeitos de treino (Green *et al.*, 2014).

Outro aspeto importante a reter associa-se às características das participantes, nomeadamente o facto de serem indivíduos jovens, saudáveis e intelectualmente diferenciados. Ou seja, a ausência de melhorias cognitivas significativas pode associar-se à

ausência de perda de função, não deixando margem para melhoria já que o cérebro exibe um processamento eficiente (Salthouse & Hasker, 2006; McMorris, 2016). Por se tratar de pessoas no auge das suas potencialidades cognitivas, os treinos podem ter tido um impacto mais reduzido e, conseqüentemente, mais difícil de detetar. Por outro lado, na idade adulta, a neurogênese e a sinatogênese são muitas vezes mais localizadas e geneticamente determinadas (Kempermann *et al.*, 1997 cit in Moreau *et al.*, 2015). Além disso, algumas tarefas utilizadas nos treinos podem ser consideradas relativamente fáceis, não gerando oportunidade de melhoria cognitiva (Salthouse & Hasker, 2006). De salientar ainda que a escassez de estudos com populações na idade adulta dificulta possíveis comparações entre pesquisas.

5.1. Limitações

A avaliação criteriosa dos contributos empíricos desta dissertação encontra-se afetada por várias limitações que importa evidenciar.

A inclusão de um grupo de controlo adequado é fundamental num *design* pré/pós-teste, já que permite isolar os efeitos de prática (Niejenhuis, Vianen & Flier, 2007 cit in Moreau & Conway, 2013). Neste tipo de estudos, tem sido consensual a opção por um grupo de controlo ativo, ainda que na presença simultânea de um grupo de controlo passivo (Green *et al.*, 2014), uma vez que permite comparar o treino experimental a determinados treinos atualmente utilizados ao invés de apenas comparar o treino experimental à ausência de qualquer intervenção (Smith *et al.*, 2009 cit in Green *et al.*, 2014). Apesar de nesta investigação se ter utilizado dois grupos de controlo ativos, a ausência de um grupo de controlo passivo é uma importante limitação metodológica, pois, como já referimos, poderia ter facilitado o estabelecimento de interpretações mais seguras relativamente aos efeitos de prática e à eficácia das intervenções *per se*.

Relativamente à amostra, é de salientar o reduzido número de participantes por condição, não tendo sido respeitada a dimensão amostral mínima requerida para alcançar a potência estatística que permitiria detetar como significativos efeitos de intervenção moderados. Desta forma, algumas tendências observadas nos resultados poderiam vir a revelar-se estatisticamente significativas caso a amostra tivesse a dimensão adequada e fosse possível o recurso à análise estatística paramétrica.

Por outro lado, é pertinente mencionar que as pessoas dispostas a participar voluntariamente de uma intervenção cognitiva baseada na atividade física de longa duração provavelmente apresentam uma atitude positiva em relação ao exercício físico e até mesmo um estado satisfatório de aptidão/condição física e, portanto, podem não ser representativas

da população geral (Stroth *et al.*, 2009). Esta não representatividade dificulta a generalização dos resultados sem que haja um risco associado ao facto da amostra poder exibir um desvio em relação à população total e apresentar resultados distorcidos.

Pelo facto de estarmos perante um estudo cujo recrutamento não era cego, os efeitos resultantes da expectativa advinda da consciência dos objetivos e da presunção das hipóteses do estudo podem ter alterado o comportamento dos sujeitos, criando uma variável de confusão na interpretação dos resultados (Green *et al.*, 2014). Ainda assim, a literatura tem evidenciado vários estudos que desvalorizam esta limitação. Bavelier (2010 cit in Green *et al.*, 2014), por exemplo, utilizou o recrutamento cego na sua amostra e mostrou os mesmos efeitos de treino encontrados em estudos cujo recrutamento não era cego.

Não obstante a tentativa de distribuição aleatória da amostra e emparelhamento dos participantes, estes cuidados metodológicos foram difíceis de manter devido à incompatibilidade horária dos treinos e antevendo a possível mortalidade amostral; assim, algumas das participantes foram atribuídas convenientemente a determinada condição. Pelo facto, a ausência de randomização implica um eventual grau de enviesamento na atribuição das participantes pelas diferentes condições de treino. É presumível que os resultados diferissem na presença de um *design* de investigação com emparelhamento dos participantes e sua distribuição aleatória pelas condições, já que ter-se-ia assegurado o controlo de variáveis confusionais, tais como a idade, a escolaridade ou o quociente de inteligência das participantes, assim como eventuais desempenhos cognitivos desiguais obtidos nos pré-testes (Moreau & Conway, 2013).

São também uma importante limitação deste estudo as características das intervenções, nomeadamente a frequência, duração e intensidade dos treinos. Atendendo à enorme variabilidade destas variáveis e à escassez de replicações diretas de estudos prévios, combinadas com características da amostra e do *design* de investigação, ainda é difícil determinar o regime de treino 'ideal' (Moreau, 2015) e estabelecer comparações entre estudos (Green *et al.*, 2014). Ainda assim, a maioria das intervenções assumem períodos de tempo mais longos, como um ou dois semestres (Colcombe e Kramer, 2003, Hillman *et al.*, 2008) e, por isso, é possível que programas de treino relativamente curtos (como os presentes neste estudo) não sejam suficientes para produzir mudanças cognitivas significativas (Moreu *et al.*, 2015) quando analisadas as avaliações pré e pós-intervenção.

Apesar da eficácia comprovada por estudos internacionais do *Brain Fitness Program* da *Posit Science* utilizado nesta investigação, importa referir que os dois programas de treino físicos deste estudo não se encontram validados, tendo sido propositadamente formulados para esta dissertação. Assim, assume-se a possibilidade de os programas de treino físicos

apresentarem insuficiências na sua formulação, isto é, não terem sido adequados para promover o desenvolvimento cognitivo pretendido.

Não obstante os testes neuropsicológicos se apresentarem como uma medida avaliativa *standard* e cientificamente validada, não permitem (lamentavelmente) que, na avaliação, esteja apenas em evidência uma determinada função cognitiva, estando sobrepostos outros domínios cognitivos que dificultam o escrutínio rigoroso no que respeita ao desempenho de cada sujeito em determinada função cognitiva (Morais, 1986, cit in Ribeiro, 1998). Além disso, algumas mudanças (ainda que observadas nos resultados) podem revelar-se não expressivas ou estatisticamente pouco significativas (Ribeiro, 1998), sobretudo quando considerada uma amostra de jovens adultos saudáveis.

Saliente-se que a opção por apenas dois momentos avaliativos (pré/pós-intervenção) pode ter ignorado informação importante relativa a tendências de variação de desempenho. No entanto, esta opção metodológica prende-se com o facto de quanto maior o número de sessões avaliativas, maior o risco de ampliar o impacto do efeito da exposição aos instrumentos e sua prática sobre o desempenho final do indivíduo, em detrimento dos efeitos do treino *per se* (Moreau & Conway, 2013). Além disso, múltiplas avaliações podem reduzir a potência estatística da análise, devido à necessidade de correção para comparações múltiplas, de modo a evitar o aparecimento de artefactos nos resultados (Morrison & Chein, 2011 cit in Moreau & Conway, 2013).

A opção por uma bateria de testes cognitivos mais extensa poderá potenciar evidências mais fortes referentes aos efeitos do treino. Porém, pelo facto dos testes que avaliam constructos semelhantes compartilharem de alguma forma a sua estrutura, ao aumentar o número de testes de um mesmo domínio cognitivo, aumentamos a probabilidade da ocorrência de efeitos de prática e, conseqüentemente diminuimos a probabilidade de observar os efeitos de treino *per se* (Green *et al.*, 2014).

É de salientar ainda que o desempenho nos testes de avaliação não é independente da ordem de aplicação desses mesmos testes, podendo surgir efeitos de dependência temporal também conhecidos como efeitos residuais ou efeitos de ordem de série (Brooks, 2012 cit in (Green *et al.*, 2014). Quer isto dizer que os testes/tarefas podem ter facilitado ou inibido o desempenho em testes subsequentes devido a semelhanças ou diferenças na sua estrutura (Osgood, 1949 cit in Green *et al.*, 2014). Também a percepção de dificuldade numa tarefa em comparação com a tarefa anterior pode ter induzido maior ou menor confiança por parte do participante no desempenho dessa tarefa e alterado o seu desempenho numa nova tarefa (Plous, 1993 cit in Green *et al.*, 2014). Para reduzir o viés associado aos efeitos da dependência temporal é frequente recorrer-se à alternância das tarefas avaliativas, contudo,

pelo facto de essa estratégia não eliminar a presença desses mesmos efeitos e tornar-se impraticável à medida que o tamanho da bateria aumenta (Green *et al.*, 2014), não foi considerada neste estudo.

Um outro aspeto a ter em consideração é a depleção cognitiva (Schmeichel, 2007 cit in Green *et al.*, 2014) ou efeitos de fadiga (Bryant & Deluca, 2004 cit in (Green *et al.*, 2014). Tendo como referência evidências de que o desempenho em determinadas tarefas (em particular do tipo executivo) diminui em função do tempo gasto nessas tarefas (Salminen, Strobach, & Schubert, 2012 cit in (Green *et al.*, 2014), é importante mencionar a possibilidade das avaliações cognitivas terem sido cansativas e terem influenciado o desempenho das participantes nas medidas avaliativas.

5.2. Futuras investigações

Por se tratar de uma questão com o potencial de trazer importantes benefícios não só para populações específicas, mas também para a sociedade em geral, consideramos que a melhoria cognitiva constitui uma importante área de investigação, na qual vale a pena investir e sobre a qual se justifica investigar.

No seguimento do presente estudo e para colmatar as limitações observadas, consideramos profícuo analisar os efeitos de programas de treino cognitivo baseados na abordagem integrada e comparar com grupos de controlo ativos, mas também com grupos de controlo passivos, no sentido de extrair informação sobre o real impacto das intervenções e eventuais efeitos de prática.

Pelo facto da análise estatística presente neste estudo incidir apenas na comparação das médias observadas nos grupos experimental e de controlo, poderá ser pertinente analisar eventuais mudanças que ocorram a nível individual.

Adicionalmente consideramos que algumas linhas de pesquisa precisam ser exploradas num futuro próximo no sentido de fomentar a compreensão de programas de treino baseados na abordagem integrada, nomeadamente: (1) determinar a melhor combinação de treinos entre abordagens puramente cognitivas e treinos com características físicas para melhorar a cognição; (2) determinar a dosagem (duração, frequência e intensidade) ótima dos programas de treino cognitivo; (3) analisar a durabilidade temporal dos benefícios cognitivos através da inclusão de avaliações *follow-up*; (4) especificar quais os domínios e subdomínios cognitivos mais afetados pelos diferentes treinos; (5) combinar medidas comportamentais com dados imagiológicos para refinar modelos teóricos sobre melhoria cognitiva; (6) incluir medidas de avaliação funcionais tais como o desempenho académico ou a eficiência no trabalho; e (7) conceber intervenções ecologicamente válidas

que incorporem ambientes complexos e diversificados, mantendo o controlo dos parâmetros de treino.

De salientar ainda que a investigação futura deverá privilegiar determinados aspetos metodológicos na elaboração das pesquisas, tais como a distribuição aleatória da amostra e o emparelhamento dos participantes, o respeito pela dimensão mínima da amostra necessária para alcançar a potência estatística que permita detetar efeitos significativos das intervenções, o uso de medidas de avaliação cognitiva padronizadas e abrangentes e o recurso a análises estatísticas paramétricas.

Tendo em consideração que a população adulta representa a maioria da população mundial e que o declínio cognitivo começa nesta fase da vida, é importante que os estudos futuros intentem sobre jovens adultos saudáveis, já que a otimização da função cognitiva na idade adulta poderá contribuir positivamente para a atividade diária durante uma das fases mais produtivas da vida, assim como prevenir o declínio da cognição.

5.3. Conclusão

No seguimento da proliferação de ferramentas de melhoria cognitiva, a comunidade científica tem sublinhado a responsabilidade dos investigadores de fornecerem evidências rigorosas que apoiem a eficácia das intervenções e esclareçam os mecanismos subjacentes que produzem mudanças significativas no cérebro e comportamento humanos.

Numa visão mais otimista dos resultados deste estudo parece-nos que o treino cognitivo com recurso a atividades motoras complexas, como a dança, pode revelar-se uma alternativa ecológica e economicamente vantajosa ao treino em computador ou ao treino aeróbico, atendendo à pluralidade de retornos possíveis, nomeadamente ao nível cognitivo, físico, psicológico e de saúde.

A longo prazo, a investigação comparativa e diferencial permitirá dissecar aspetos referentes às semelhanças e diferenças das metodologias de intervenção, vantagens e desvantagens da sua utilização, bem como quais as populações que mais poderão beneficiar da sua implementação.

Acreditamos que a presente dissertação tenha fornecido dados pertinentes relativos aos efeitos de diferentes paradigmas de intervenção, particularmente o treino cognitivo em computador, o treino baseado na atividade física e o treino cognitivo baseado na abordagem integrada e esperamos ter contribuído para a contínua discussão construtiva sobre a maneira mais eficaz de projetar programas de melhoria cognitiva.

6. BIBLIOGRAFIA

- Ahissar, M., & Hochstein, S. (2004). The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*, 457-464. Doi: 10.1016/j.tics.2004.08.011.
- American Psychological Association (2010). Publication manual of the American Psychological Association (6th Ed.). Washington, DC: APA.
- Anguera, J. A. & Gazzaley, A. (2015). Video games, cognitive exercises, and the enhancement of cognitive abilities. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *4*, 160-165. doi: 10.1016/j.cobeha.2015.06.002.
- Antunes, H. K. M., Santos, R. F., Cassilhas, R., Santos, R. V. T., Bueno, O. F.A., & Mello, M. T. (2006). Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *12* (2), 108-114. doi:10.1590/S1517-86922006000200011.
- Bavelier, D. & Neville, H.J. (2002). Cross-modal plasticity: where and how? *Nature Reviews Neuroscience*, *3*, 443-452. doi: 10.1038/nrn848.
- Blumenthal, J.A., Emery, C.F., Madden, D.J., George, L.K., Coleman, R.E., Riddle, M.W., McKee, D.C., Reasoner, J., & Williams, R.S. (1989). Cardiovascular and behavioral effects of aerobic exercise training in healthy older men and women. *Journal of Gerontology*, *44* (5), M147-57. doi: 10.1093/geronj/44.5.M147.
- Borella, E., Carretti, B., Cantarella, A., Riboldi, F., Zavagnin, M., & De Beni, R. (2014). Benefits of training visuospatial working memory in young-old and old-old. *Developmental Psychology*, *50* (3), 714-27. doi: 10.1037 / a0034293.
- Cavallini, E., Dunlosky, J., Bottiroli, S., Hertzog, C., & Vecchi, T. (2010). Promoting Transfer in Memory Training for Older Adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, *22* (4), 314-323. doi: 10.3275/6704.
- Chooi, W.-T., & Thompson, L. A. (2012). Working memory training does not improve intelligence in healthy young adults. *Intelligence*, *40* (6), 531-542. doi: 10.1016/j.intell.2012.07.004.
- Clemente, F. M., Nikolaidis, P. T., Martins, F. M. L., & Mendes, R. S. (2016). Physical Activity Patterns in University Students: Do They Follow the Public Health Guidelines? *PLoS ONE*, *11* (3), doi: 10.1371/journal.pone.0152516.
- Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, *14* (2), 125-130. doi: 10.1111/1467-9280.t01-1-01430.
- Coubard, O. A., Duretz, S., Lefebvre, V., Lapalus, P., & Ferrufino, L. (2011). Practice of contemporary dance improves cognitive flexibility in aging. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *3*, 13. doi: 10.3389/fnagi.2011.00013.
- Cox, E. P., O'Dwyer, N., Cook, R., Vetter, M., Cheng, H. L., Rooney, K., & O'Connor, H. (2015). Relationship between physical activity and cognitive function in apparently healthy young to middle-aged adults: a systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *19* (8), 616-28. doi: 10.1016/j.jsams.2015.09.003.

- Crichton, G. E., Elias, & M. F., Alkerwi, A. (2016). Chocolate intake is associated with better cognitive function: The Maine-Syracuse Longitudinal Study. *Appetite, 100*, 126-132. Doi: 10.1016/j.appet.2016.02.010.
- Curlik, D. M., & Shors, T. J. (2013). Training your brain: Do mental and physical (MAP) training enhance through the process of neurogenesis in the hippocampus? *Neuropharmacology, 64*, 506-14. doi: 10.1016/j.neuropharm.2012.07.027.
- Desjardins-Crépeau, L., Berryman, N., Fraser, S. A., Vu, T. T. M., Kergoat, M.-J., Li, K. Z. H. ... Bherer, L. (2016). Effects of combined physical and cognitive training on fitness and neuropsychological outcomes in healthy older adults. *Clinical Interventions in Aging, 11*, 1287-1299. doi: 10.2147/CIA.S115711.
- Dhami, P., Moreno, S., & DeSouza, J. F. X. (2014). New framework for rehabilitation – fusion of cognitive and physical rehabilitation: the hope for dancing. *Frontiers in Psychology, 5*, 1478. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01478.
- Dietz, P., Striegel, H., Franke, A. G., Lieb, K., Simon, P., & Ulrich, R. (2013). Randomized response estimates for the 12 month prevalence of cognitive enhancing drug use in university students. *Pharmacotherapy, 33* (1), 44-50. doi: 10.1002/phar.1166.
- Diamond, A. & Ling, D. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience, 18*, 34-48. doi: 10.1016/j.dcn.2015.11.005.
- Dresler, M., Sandberg, A., Ohla, K., Bublitz, C., Trenado, C., Mroczko-Wąsowicz, A. et al. (2013). Non-pharmacological cognitive enhancement. *Neuropharmacology, 64*, 529-43. doi: 10.1016/j.neuropharm.2012.07.002.
- Egeland, J. (2015). Measuring working memory with digit span and the letter-number sequencing subtests from the WAIS-IV: Too low manipulation load and risk for underestimating modality effects. *Applied Neuropsychology: Adult, 22* (6), 445-451. doi: 10.1080/23279095.2014.992069.
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., ... Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108* (7), 3017-3022. doi:10.1073/pnas.1015950108.
- Farah, M.J., Illes, J., Cook-Deegan, R., Gardner, H., Kandel, E., King, P., Parens, E., Sahakian, B. & Wolpe, P.R. (2004). Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do? *Nature Reviews Neuroscience, 5*, 421-425. doi: 10.1038/nrn1390.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behaviour Research Methods, 39* (2), 175-191. doi: 10.3758/BF03193146.
- Fox, K. C., Nijeboer, S. Dixon, M. L., Floman, J. L., Ellamil, M., Rumak, S. P., ... Christoff, K. (2014). Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 43*, 48-73. doi: 10.1016/j.neubiorev.2014.03.016.

- Golino, M. T. S., & Flores-Mendoza, C. E. (2016). Desenvolvimento de um programa de treino cognitivo para idosos. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 19 (5), 769-785. doi: 0.1590/1809-98232016019.150144.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2008). Exercising your brain: A review of human brain plasticity and training-induced learning. *Psychology and Aging*, 23 (4), 692-701. doi: 10.1037/a0014345.
- Green, C. S., Strobach, T. & Schubert, T. (2014). On methodological standards in training and transfer experiments. *Psychological Research*, 78, 756. doi: 10.1007/s00426-013-0535-3.
- Grossman, S.P. (1967). *A Textbook of Physiological Psychology*. Wiley & Sons, Inc., New York.
- Hebb, D.O. (1949). *The Organization of Behaviour. A Neurophysiological Theory*. Wiley, New York.
- Hertzog, C., Kramer, A. F., Wilson, R. S., & Lindenberger, U. (2008). Enrichment effects on adult cognitive development. *Psychological Science in the Public Interest*, 9, 1–65. doi: 10.1111/j.1539-6053.2009.01034.x.
- Hillman, C. H., Erickson, K.I., & Kramer, A.F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 58-65. doi: 10.1038/nrn2298.
- Hötting, K. & Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37, 2243-2257. doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.04.005.
- Hsueh, J. J., Chen, T. S., Chen, J. J., & Shaw, F. Z. (2016). Neurofeedback Training of EEG Alpha Rhythm Enhances Episodic and Working Memory. *Human Brain Mapping*, 37 (7), 2662-2675. doi: 10.1002/hbm.23201.
- Ignjatović, V. B., Kalabić, S., Batić, S. & Žikić, M. (2015). Improvement of cognitive efficiency through cognitive training in healthy subjects. *Acta Clinica Croatica*, 2, 169-78.
- Jak, A. J., Seelye, A. M. & Jurick, S. M. (2013). Crosswords to Computers: A Critical Review of Popular Approaches to Cognitive Enhancement. *Neuropsychology Review*, 23, 13. doi: 10.1007/s11065-013-9226-5.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. Holt, New York.
- Jasen, P. & Dahmen-Zimmer, K. (2012). Effects of Cognitive, Motor, and Karate Training on Cognitive Functioning and Emotional Well-Being of Elderly People. *Frontiers in Psychology*, 3, 40. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00040.
- Jolles, D. D., & Crone, E. A. (2012). Training the developing brain: a neurocognitive perspective. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 76. doi: 10.3389/fnhum.2012.00076.
- Karpati, F. J., Giacosa, C., Foster, N. E., Penhune, V. B., & Hyde, K. L. (2015) Dance and the brain: a review. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337, 140-146. doi: 10.1111/nyas.12632.

- Kattenstroth, J. C., Kalisch, T., Holt, S., Tegenthoff, M., & Dinse, H. R. (2013). Six months of dance intervention enhances postural, sensorimotor, and cognitive performance in elderly without affecting cardio-respiratory functions. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 5, 5. doi: 10.3389/fnagi.2013.00005.
- Kelly, M. E., Loughrey, D., Lawlor, B. A., Robertson, I. H., Walsh, C., & Brennan, S. (2014). The impact of cognitive training and mental stimulation on cognitive and everyday functioning of healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 15, 28-43. doi: 10.1016/j.arr.2014.02.004.
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Science*, 14, 317-324. doi: 10.1016/j.tics.2010.05.002.
- Kramer, A. F., & Willis, S. L. (2002). Enhancing the cognitive vitality of older adults. *Current Directions in Psychological Science*, 11 (5), 173-177. doi: 10.1111/1467-8721.00194.
- Kshtriya, S., Barnstaple, R., Rabinovich, D. B., DeSouza, J. F. X. (2015). Dance and aging: a critical review of findings in neuroscience. *American Journal of Dance Therapy*, 37, 81-112. doi: 10.1007/s10465-015-9196-7.
- Kueider, A. M., Parisi, J. M., Gross, A. L., & Rebok, G. W. (2012). Computerized Cognitive Training with Older Adults: A Systematic Review. *PLoS ONE*, 7 (7). doi: 10.1371/journal.pone.0040588.
- Landry, S., Anderson, & C. Conduit, R. (2016). The effects of sleep, wake activity and time-on-task on offline motor sequence learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 127, 56-63. doi: 10.1016/j.nlm.2015.11.009.
- Lauenroth, A., Ioannidis, A. E., & Teichmann, B. (2016). Influence of combined physical and cognitive training on cognition: a systematic review. *BMC Geriatrics*, 16 (1), 141. doi: 10.1186/s12877-016-0315-1.
- Lee, Y., Wu, C., Teng, C., Hsu, W., Chang, K., & Chen, P. (2016). Evolving methods to combine cognitive and physical training for individuals with mild cognitive impairment: study protocol for a randomized controlled study. *Trials*, 17 (1), 526. doi: 10.1186/s13063-016-1650-4.
- Lied, T. R. & Kazandjian, V. A. (1998). A Hawthorne strategy: Implications for performance measurement and improvement. *Clinical Performance and Quality Healthcare*, 6 (4), 201-204.
- Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L. S., Graf, P., Beattie, B. L., Ashe, M. C., & Handy, T. C. (2010). Resistance Training and Executive Functions: A 12-Month Randomised Controlled Trial. *Archives of Internal Medicine*, 170 (2), 170-178. doi: 10.1001/archinternmed.2009.494.
- Looi, C. Y., Duta, M., Brem, A.-K., Huber, S., Nuerk, H.-C., & Kadosh, R. C. (2016). Combining brain stimulation and video game to promote long-term transfer of learning and cognitive enhancement. *Scientific Reports*, 6, 22003. doi: 10.1038/srep22003.
- Lustig, C., Shah, P., Seidler, R., Reuter-Lorenz, P. A. (2009). Aging, training, and the brain: A review and future directions. *Neuropsychology Review*, 19 (4), 504-522. doi: 10.1007/s11065-009-9119-9.

- Marmeleira, J. (2013). An examination of the mechanisms underlying the effects of physical activity on brain and cognition. *European Review of Aging and Physical Activity*, 10 (2), 83-94. doi: 10.1007/s11556-012-0105-5.
- Martin, M., Clare, L., Altgassen, A. M., Cameron, M. H. & Zehnder, F. (2011). Cognition-based interventions for healthy older people and people with mild cognitive impairment. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1). doi: 10.1002/14651858.CD006220.pub2.
- McMorris, T. (2016). *Exercise-Cognition Interaction: Neurosciences Perspectives* (1st edition). Department of Sport and Exercise Science, University of Chichester, Chichester, West Sussex, UK: Elsevier.
- Merom, D., Grunseit, A., Eramudugolla, R., Jefferis, B., Mcneill, J., & Anstey, K. J. (2016). Cognitive Benefits of Social Dancing and Walking in Old Age: The Dancing Mind Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 26. doi: 10.3389/fnagi.2016.00026.
- Moreau, D. & Conway, A. R. A. (2013). Cognitive enhancement: a comparative review of computerized and athletic training programs. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 6, 155-183. doi: 10.1080/1750984X.2012.758763.
- Moreau, D. (2015). Brains and Brawn: Complex Motor Activities to Maximize Cognitive Enhancement. *Educational Psychology Review*, 27, 475-482. doi: 10.1007 / s10648-015-9323-5.
- Moreau, D., Morrison, A. B. & Conway, A. R. A. (2015). An ecological approach to cognitive enhancement: complex motor training. *Acta Psychologica*, 157, 44-55. doi: 10.1016/j.actpsy.2015.02.007.
- Morrison, A. B., & Chein, J. M. (2011). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic Bulletin and Review*, 18 (1), 46–60. doi: 10.3758/s13423-010-0034-0.
- Moul J., Goldman B., & Warren B. (1995). Physical activity and cognitive performance in the older population. *Journal of Aging and Physical Activity*, 3 (2), 135-145. doi: 10.1123/japa.3.2.135.
- Owen, A. M., Hampshire, A., Grahn, J. a, Stenton, R., Dajani, S., Burns, A. S., ... Ballard, C. G. (2010). Putting brain training to the test. *Nature*, 465 (7299), 775-8. doi: 10.1038/nature09042.
- Panton, L.B., Graves, J.E., Pollock, M.L., Hagberg, J.M., & Chen, W. (1990). Effect of aerobic and resistance training on fractionated reaction time and speed of movement. *Journal of Gerontology*, 45 (1), M26-31. doi: 10.1093/geronj/45.1.M26.
- Parsons, B. Magill, T., Boucher, A., Zhang, M., Zogbo, K. Berube, S. ... Faubert, J. (2016). Enhancing Cognitive Function Using Perceptual-Cognitive Training. *Clinical EEG and Neuroscience*, 47 (1), 37-47. doi: 10.1177/1550059414563746.
- Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F. & Merabet, L.B. (2005). The plastic human brain cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 377-401. doi: 10.1146/annurev.27.070203.144216.

- Phillips, C., Baktir, M. A., Srivatsan, M., & Salehi, A. (2014). Neuroprotective effects of physical activity on the brain: a closer look at trophic factor signaling. *Frontiers in Cellular Neuroscience, 8*, 170. doi: 10.3389/fncel.2014.00170.
- Ramon y Cajal, S. (1895). Einige Hypothesen über den anatomischen Mechanismus der Ideenbildung, der Association und der Aufmerksamkeit. *Archiv für Anatomie, Physiologie und Wissenschaftliche Medizin*, 367-378.
- Rebok, G.W., *et al* (2014). Ten-Year Effects of the Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly Cognitive Training Trial on Cognition and Everyday Functioning in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society, 62* (1), 16-24. doi: 10.1111/jgs.12607.
- Reijnder, J., Van Heugten, C., & Van Boxtel, M. (2013). Cognitive interventions in healthy older adults and people with mild cognitive impairment: A systematic review. *Ageing Research Reviews, 12*, 263-275. doi: 10.1016/j.arr.2012.07.003.
- Ribeiro, I. (1989). *Mudanças no desempenho e na estrutura das aptidões: contributos para o estudo da diferenciação cognitiva em jovens*. Centro de Estudos em Educação e Psicologia, Instituto de Educação e Psicologia. Universidade do Minho.
- Rohani, D. A. & Puthusserypady, S. (2015). BCI inside a virtual reality classroom: a potential training tool for attention. *EPJ Nonlinear Biomedical Physics, 3*, 12. doi: 10.1140/epjnbp/s40366-015-0027-z.
- Salthouse, T. A. & Hasker, P. D. (2006). Organization of cognitive abilities and neuropsychological variables across the lifespan. *Developmental Review, 26* (1), 31-54. doi: 10.1016/j.dr.2005.09.001.
- Schmiedek, F., Lövdén, M., & Lindenberger, U. (2010). Hundred days of cognitive training enhance broad cognitive abilities in adulthood: findings from the COGITO study. *Frontiers in Aging Neuroscience, 2*, 27. doi: 10.3389/fnagi.2010.00027.
- Sheldrup, M., Greenwood, P. M., McKendrick, R., Strohl, J., Bikson, M., Alam, M., ... Parasuraman, R. (2014). Transcranial direct current stimulation facilitates cognitive multi-task performance differentially depending on anode location and subtask. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 665. doi: 10.3389/fnhum.2014.00665.
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2012). Is working memory training effective? *Psychological Bulletin, 138* (4), 628-654. doi: 10.1037/a0027473.
- Smiley-Oyen, A. L., Lowry, K. A., Francois, S. J., Kohut, M. L., & Ekkekakis, P. (2008). Exercise, Fitness, and Neurocognitive Function in Older Adults: The "Selective Improvement" and "Cardiovascular Fitness" Hypotheses. *Annals of Behavioral Medicine, 36* (3), 280-291. doi: 10.1007/s12160-008-9064-5.
- Smith, G. E., Housen, P., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R. F., Mahncke, H. W., & Zelinski, E. M. (2009). A cognitive training program based on principles of brain plasticity: results from the Improvement in Memory with Plasticity-based Adaptive Cognitive Training (IMPACT) study. *Journal of the American Geriatrics Society, 57* (4), 594-603. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.02167.x.
- Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Hoffman, B. M., Cooper, H., Strauman, T. A., Welsh-Bohmer, K., Browndyke, J. N., & Sherwood, A. (2010). Aerobic Exercise and Neurocognitive

Performance: a Meta-Analytic Review of Randomized Controlled Trials. *Psychosomatic Medicine*, 72 (3), 239-252. doi: 10.1097/PSY.0b013e3181d14633.

Stroth, S., Hille, K., Spitzer, M., & Reinhardt, R. (2009). Aerobic endurance exercise benefits memory and affect in young adults. *Neuropsychological Rehabilitation*, 19, 223-243. doi: 10.1080/09602010802091183.

Stroth, S., Kubesch, S., Dieterle, K., Ruchow, M., Heim, R., & Kiefer, M. (2009). Physical fitness, but not acute exercise modulates event-related potential indices for executive control in healthy adolescents. *Brain Research*, 1269, 114-24. doi: 10.1016/j.brainres.2009.02.073.

Tardif, S. & Simard, M. (2011). Cognitive Stimulation Programs in Healthy Elderly: A Review. *International Journal of Alzheimer's Disease*, 3, 378934. doi: 10.4061/2011/378934.

Taya, F., Sun, Y., Babiloni, F., Thakor, N., & Bezerianos, A. (2015). Brain enhancement through cognitive training: a new insight from brain connectome. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 9, 44. doi: 10.3389/fnsys.2015.00044.

Tennstedt, S. L., & Unverzagt, F. W. (2013). The ACTIVE Study: Study Overview and Major Findings. *Journal of Aging and Health*, 25 (8S), 3S-20S. doi: 10.1177/0898264313518133.

Thomas, A. G., Dennis, A., Bandettini, P. A., & Johansen-Berg, H. (2012). The effects of aerobic activity on brain structure. *Frontiers in Psychology*, 3, 86. doi: 10.3389/fpsyq.2012.00086.

Tomporowski, P. D., Lambourne, K., & Okumura, M. S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: na introduction and overview. *Preventive Medicine*, 52 (1), 3-9. doi: 10.1016/j.ypmed.2011.01.028.

Trumbo, M. C., Matzen, L. E., Coffman, B. A., Hunter, M. A., Jones, A. P., Robinson, C. S. H., & Clark, V. P. (2016). Enhanced working memory performance via transcranial direct current stimulation: The possibility of near and far transfer. *Neuropsychologia*, 93, 85-96. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2016.10.011.

Voelcker-Rehage, C., & Niemann, C. (2013). Structural and functional brain changes related to different types of physical activity across the life span. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37 (9), 2268-2295. doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.01.028.

Voelcker-Rehage, C., Godde, B., & Staudinger, U. M. (2011). Cardiovascular and Coordination Training Differentially Improve Cognitive Performance and Neural Processing in Older Adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 26. doi: 10.3389/fnhum.2011.00026.

Voelcker-Rehage, C., Godde, B., & Staudinger, U. M. (2011). Cardiovascular and Coordination Training Differentially Improve Cognitive Performance and Neural Processing in Older Adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 26. doi: 10.3389/fnhum.2011.00026.

Wechsler, D. (1987). *Wechsler memory scale-revised manual*. San Antonio: The Psychological Corporation Harcourt Brace Jovanovich, Inc.

Wechsler, D. (2008). *Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition: Technical and interpretative manual*. San Antonio, TX: Pearson Assessment.

- Willis, S. L., & Schaie, K. W. (2009). Cognitive training and plasticity: Theoretical perspective and methodological consequences. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27 (5), 375-389. doi: 10.3233/RNN-2009-0527.
- Wilson, R. S., Mendes de Leon C. F., Barnes, L. L., Schneider, J., Bienias, J. L., Evans, D. A., & Bennett, D. A. (2002). Participation in Cognitively Stimulating Activities and Risk of Incident Alzheimer Disease. *The Journal of the American Medical Association*, 287 (6), 742-748. doi: 10.1001/jama.287.6.742.
- Wolinsky, F. D., Vander Weg, M. W., Howren, M. B., Jones, M. P., & Dotson, M. M. (2013). A Randomized Controlled Trial of Cognitive Training Using a Visual Speed of Processing Intervention in Middle Aged and Older Adults. *PLoS ONE*, 8 (5), e61624. doi: 10.1371/Journal.pone.0061624.
- World Health Organization. (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. Geneva, Switzerland: WHO Press.
- Yang, H. Y., Leaver, A. M., Siddarth, P., Paholpak, P., Ercoli, L., Cyr, N. M. S., ... Lavrestsky, H. (2016). Neurochemical and Neuroanatomical Plasticity Following Memory Training and Yoga Interventions in Older Adults with Mild Cognitive Impairment. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 277. doi: 10.3389/fnagi.2016.00277.
- Zelinski, E. M., Spina, L. M., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R. F., Mahncke, H. W., & Smith, G. E. (2011). Improvement in memory with plasticity-based adaptive cognitive training: results of the 3-month follow-up. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59 (2), 258-65. doi: 10.1111/j.1532-5415.2010.03277.x.

ANEXOS

ANEXO A. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Informação ao participante na investigação científica *Cognitive Enhancement*

Recentemente tem havido um crescente interesse científico nos efeitos do treino físico e cognitivo sobre a manutenção e melhoria da cognição humana. Este interesse tem sido impulsionado por diversos estudos que mostraram que a prática de atividade física e o recurso a tarefas computadorizadas podem influenciar a estrutura e função cerebrais, com benefícios concomitantes nos processos cognitivos (e.g. atenção, memória, velocidade de processamento, capacidade viso-espacial, funções executivas, entre outras).

O presente documento pretende divulgar a natureza e objetivos da investigação científica da aluna Sara Cristina Figueiras Brás do Mestrado em Neurociências Cognitivas e Neuropsicologia da Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade do Algarve, sob orientação do professor Dr. Luís Faisca da mesma instituição.

O estudo, provisoriamente intitulado de *Cognitive Enhancement*, tem como principal objetivo analisar os efeitos do treino cognitivo baseado em computador ou do treino físico de atividades motoras numa amostra de jovens adultos saudáveis.

Se concordar em participar, terá que efetuar um treino, podendo ser de índole física ou cognitiva, durante o período de 2,5 meses, tendo também de realizar duas avaliações neuropsicológicas (uma avaliação prévia e outra posterior à participação no treino).

O treino cognitivo poderá ser realizado em qualquer local, tendo o participante apenas de ter na sua posse um computador com acesso à internet. O participante deverá realizar o treino 30 min por dia, três vezes por semana durante 2,5 meses.

Os treinos físicos terão lugar em sala apropriada num edifício da Universidade do Algarve (campus de Gambelas) e serão administrados por um profissional competente (instrutora de dança e *fitness*). O participante deverá realizar uma aula de 90 min por semana durante 2,5 meses.

A atribuição do tipo de treino ao participante é feita de forma aleatória.

Uma vez que se pretende avaliar os efeitos cognitivos do treino, é fundamental que haja compromisso no cumprimento do agendamento das sessões de treino.

Informa-se ainda que a participação na investigação não acarreta qualquer custo, ficando o participante dispensado do pagamento dos treinos.

Toda a informação obtida nesta investigação será estritamente confidencial e a identidade do participante não será revelada em qualquer relatório ou publicação ou a qualquer pessoa não relacionada com esta investigação sem autorização prévia por escrito do participante.

A não participação no processo ou desistência no decorrer da investigação não implicará qualquer consequência negativa para si.

No final do estudo será fornecido um breve relatório individualizado com informação sobre a evolução das capacidades cognitivas decorrentes do treino.

Declaração de Consentimento

Tema da Investigação: “Cognitive Enhancement”

Eu, _____

aceito de minha livre vontade, participar nesta investigação provisoriamente intitulada “Cognitive Enhancement” realizado pela aluna Sara Cristina Figueiras Brás sob a orientação do Professor Dr. Luís Faísca da Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade do Algarve no âmbito da Dissertação de Mestrado em Neurociências Cognitivas e Neuropsicologia.

Compreendi a explicação que me foi fornecida acerca do estudo em que estou a participar, tendo-me sido dada a oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias. Por isso, consinto a participação na investigação, comprometendo-me a realizar as avaliações e as sessões de treino programadas, podendo desistir a qualquer momento, sem que daí resulte qualquer prejuízo para mim.

Algarve, _____ de _____ de 2016

Assinaturas

Participante: _____

Investigador: _____

Grata pela sua colaboração.

ANEXO B. QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO

Questionário Sociodemográfico

Nome: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Idade _____ Onde vive? _____

Estado civil: Solteiro(a) Casado(a) Viúvo(a) Outra. Qual? _____

Naturalidade: _____ Profissão: _____

Contacto (telemóvel): _____ Email: _____

Escolaridade: _____

9º ano			
Completo	A frequentar		
	7º ano	8º ano	9º ano

12º ano			
Completo	A frequentar		
	10º ano	11º ano	12º ano

Licenciatura				
Completo	A frequentar			
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano

Mestrado		
Completo	A frequentar	
	1º ano	2º ano

Doutoramento			
Completo	A frequentar		
	1º ano	2º ano	3º ano

Outra _____	
Completo	A frequentar

Área de Estudo: Psicologia Outra Qual? _____

Vê bem? Sim Não Visão corrigida

Ouve bem? Sim Não Audição corrigida

Pratica alguma atividade física / desporto? Sim Não

Se sim, qual / quais? _____

Com que frequência? Esporadicamente 1XSem. 2XSem. >2XSem.

Costuma jogar no computador / online? Sim Não

Se sim, qual / quais? _____

Com que frequência? Esporadicamente 1XSem. 2XSem. >2XSem.

Atualmente toma medicação com possíveis efeitos na cognição? Sim Não

Consome algum tipo de substância / droga ilícita? Sim Não

Historial médico / neurológico Sim Não

Se sim, qual? _____

Disponibilidade: Computador Dança Fitness

ANEXO C. EMPARELHAMENTO DOS PARTICIPANTES

ANEXO C. EMPARELHAMENTO DOS PARTICIPANTES

Grupo Computador					Grupo Dança					Grupo <i>Fitness</i>				
Nome	Idade	Escolaridade	Q.I.	Psic.	Nome	Idade	Escolaridade	Q.I.	Psic.	Nome	Idade	Escolaridade	Q.I.	Psic.
P.M.	19	2º Licenc.	13	X	T.V.	18	1º Licenc.	14	X	C.V.	19	2º Licenc.	14	X
L.C.	18	1º Licenc.	16	X	S.C.	18	1º Licenc.	20	X	J.R.	19	2º Licenc.	16	X
A.D.	22	3º Licenc.	14	X	C.L.	20	3º Licenc.	13	X	I.S.	22	2º Licenc.	15	X
A.C.	22	2º Mestrado	17	X	A.M.	19	2º Licenc.	20	X	S.L.	22	3º Licenc.	20	X
T.M.	23	2º Mestrado	18	X	T.R.	22	3º Licenc.	22	X	L.C.	22	2º Licenc.	17	X
V.V.	25	Mestrado	20	X										
A.B.	30	2º Mestrado	21	X	V.G.	24	1º Mestrado	17	X	M.E.	28	3º Licenc.	19	X
C.G.	20	3º Licenc.	14	X										
					L.R.	18	1º Licenc.	20	X					
A.P.	21	2º Licenc.	16											
S.P.	21	2º Licenc.	15											
N.V.	18	1º Licenc.	17		V.S.	20	2º Licenc.	21						
D.G.	24	1º Mestrado	19		S.R.	22	2º Licenc.	18		A.C.	24	4º Licenc.	20	
A.O.	27	Mestrado	19		M.S.	26	3º Licenc.	18		C.A.	24	2º Licenc.	21	
N.N	29	12º ano	24							E.P.	23	2º Licenc.	21	

ANEXO D. BATERIA DE AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA

ANEXO D. BATERIA DE AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA**Bateria de Avaliação Neuropsicológica**

Domínio	Instrumento	Tempo de aplicação	Ordem
Atenção	D2	10 min	1º
Memória de Trabalho (auditivo-verbal)	Memória de Dígitos	10 min	2º
Velocidade de Processamento	Presentation (SRT)	5 min	3º
Memória de Trabalho (viso-espacial)	Localização espacial	10 min	4º
Velocidade de Processamento	Presentation (Go/NoGo)	10 min	5º
Memória de Trabalho (auditivo-verbal)	Sequência de Letras e Números	10 min	6º
Velocidade de Processamento	Presentation (Choice)	10 min	7º
Inteligência fluida / Raciocínio lógico	Matrizes WAIS III	20 min	8º

ANEXO E. CRONOGRAMA DO TREINO EM COMPUTADOR

ANEXO E. CRONOGRAMA DO TREINO EM COMPUTADOR

Sessões		Exercícios								
		Atenção			Memória de Trabalho				Velocidade de Processamento	
		Atenção dividida	Atenção concentrada	Atenção seletiva	MT auditivo-verbal		MT viso-espacial			
		Divided Attention	Target Tracker	Freeze Frame	Memory Grid	Syllable Stacks	Scene Crasher	Juggle Factor	Hawk Eye	Eye for Detail
1	Segunda (11-04-16)	X	X	X						
	Terça (12-04-16)									
	Quarta (13-04-16)				X	X	X			
	Quinta (14-04-16)									
	Sexta (15-04-16)							X	X	X
	Sábado (16-04-16)									
	Domingo (17-04-16)									
2	Segunda (18-04-16)	X	X	X						
	Terça (19-04-16)									
	Quarta (20-04-16)				X	X	X			
	Quinta (21-04-16)									
	Sexta (22-04-16)							X	X	X
	Sábado (23-04-16)									
	Domingo (24-04-16)									
3	Segunda (25-04-16)	X	X	X						
	Terça (26-04-16)									
	Quarta (27-04-16)				X	X	X			
	Quinta (28-04-16)									
	Sexta (29-04-16)							X	X	X
	Sábado (30-04-16)									

ANEXO E. CRONOGRAMA DO TREINO EM COMPUTADOR

	Domingo (01-05-16)									
4	Segunda (02-05-16)	X	X	X						
	Terça (03-05-16)									
	Quarta (04-05-16)				X	X	X			
	Quinta (05-05-16)									
	Sexta (06-05-16)							X	X	X
	Sábado (07-05-16)									
	Domingo (08-05-16)									
5	Segunda (09-05-16)	X	X	X						
	Terça (10-05-16)									
	Quarta (11-05-16)				X	X	X			
	Quinta (12-05-16)									
	Sexta (13-05-16)							X	X	X
	Sábado (14-05-16)									
	Domingo (15-05-16)									
6	Segunda (16-05-16)	X	X	X						
	Terça (17-05-16)									
	Quarta (18-05-16)				X	X	X			
	Quinta (19-05-16)									
	Sexta (20-05-16)							X	X	X
	Sábado (21-05-16)									
	Domingo (22-05-16)									
7	Segunda (23-05-16)	X	X	X						
	Terça (24-05-16)									
	Quarta (25-05-16)				X	X	X			
	Quinta (26-05-16)									

ANEXO E. CRONOGRAMA DO TREINO EM COMPUTADOR

	Sexta (27-05-16)							X	X	X
	Sábado (28-05-16)									
	Domingo (29-05-16)									
8	Segunda (30-05-16)	X	X	X						
	Terça (31-05-16)									
	Quarta (01-06-16)				X	X	X			
	Quinta (02-06-16)									
	Sexta (03-06-16)							X	X	X
	Sábado (04-06-16)									
	Domingo (05-06-16)									
9	Segunda (06-06-16)	X	X	X						
	Terça (07-06-16)									
	Quarta (08-06-16)				X	X	X			
	Quinta (09-06-16)									
	Sexta (10-06-16)							X	X	X
	Sábado (11-06-16)									
	Domingo (12-06-16)									
10	Segunda (13-06-16)	X	X	X						
	Terça (14-06-16)									
	Quarta (15-06-16)				X	X	X			
	Quinta (16-06-16)									
	Sexta (17-06-16)							X	X	X
	Sábado (18-06-16)									
	Domingo (19-06-16)									

**ANEXO F. TREINO EM COMPUTADOR: ORIENTAÇÃO PARA ACEDER E
UTILIZAR O *SOFTWARE***


**TREINO EM COMPUTADOR:
ORIENTAÇÃO PARA ACEDER E UTILIZAR O SOFTWARE**

1. Acesse ao seguinte endereço: <https://br.brainhq.com>
2. Faça Log In, introduzindo o seu *email* e palavra-passe atribuída (a que recebeu por email).
3. Clique no separador “Treino”. Ao descer a página, irá encontrar do lado esquerdo uma opção “Treino Personalizado”. Clique em “Comece Agora”;
4. Na página intitulada “Cronograma de hoje para #####”, deverão aparecer os exercícios a realizar com tempo estimado de 30 minutos. Clique no botão “Comece Agora”;
5. Sempre que termina um exercício irá aparecer uma janela com descrição do seu desempenho e com indicação do que deve fazer a seguir. Irá aparecer um botão “Repetir” que lhe permite melhorar o valor de base e um botão “Avançar” que lhe permite avançar de nível. Clique SEMPRE no BOTÃO que aparece a AZUL.
6. Quando concluir todos os exercícios, clique em “Concluído”.
7. Faça Log Out, clicando no separador com o seu nome que aparece no canto superior direito da página e em seguida clique em “Sair”.


Nota: No sentido de apurar o melhor rendimento possível em cada treino, recomenda-se o seguinte:


- a) Realize os treinos sempre à mesma hora e em horário adequado (evite horas de maior cansaço mental).
- b) Realize os treinos em local apropriado, atendendo, por exemplo, à luminosidade do espaço;
- c) Procure estar num local com silêncio absoluto, evitando distrações;
- d) Recorra a um computador com ecrã de aproximadamente 15 polegadas e colunas de som ou altifalantes (evite tablets).
- e) Caso tenha realmente de pausar o treino, pode fazê-lo clicando no sinal de pausa que se encontra no canto inferior direito e retomar o treino a qualquer momento.
- f) Faça sempre Log In e Log Out para entrar e sair do software.


DESCRIÇÃO E INSTRUÇÕES DOS EXERCÍCIOS

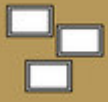
	<p>Exercício: Atenção dividida</p>	<p>Função cognitiva: Atenção (atenção dividida)</p>
<p>Descrição: Todos os dias temos de prestar atenção ao que importa para a nossa segurança, saúde, interesse e bem-estar. Para isso o cérebro tem de suprimir todos os detalhes sem importância e essa capacidade cognitiva é tão importante quanto perceber o que fazemos diariamente. A atenção dividida desafia o cérebro a focar e reagir a determinados detalhes e simultaneamente rejeitar informações que competem na nossa mente.</p>		
<p>Instrução: Classifique as imagens em categorias de forma rápida e precisa.</p> <p>Vão aparecer no ecrã repetidamente duas imagens. PRESSIONE A TECLA DE SETA PARA A ESQUERDA QUANDO AS DUAS IMAGENS PREENCHEM O MESMO CRITÉRIO, como por exemplo serem da mesma cor. PRESSIONE A TECLA DE SETA PARA A DIREITA QUANDO AS DUAS IMAGENS NÃO PREENCHEM O MESMO CRITÉRIO, como por exemplo não serem da mesma cor. Terá um tempo limite para responder. Atenção que os critérios alteram-se à medida que avança de nível. Preste atenção ao critério que é apresentado (e.g. Cor, Forma, Padrão de preenchimento, etc). Clique em iniciar para começar o treino.</p>		
<p>Evolução do treino: O exercício adapta-se ao seu desempenho para torná-lo mais desafiador. O treino evolui alterando os critérios a que deve prestar atenção, isto é, pode ter de prestar atenção à cor das imagens, à forma, ao padrão de preenchimento ou a várias categorias simultaneamente. As imagens vão surgindo cada vez mais rapidamente à medida que melhora em cada nível e o tempo em que permanecem no ecrã também diminui em função do desempenho.</p>		


ANEXO F. TREINO EM COMPUTADOR: ORIENTAÇÃO PARA ACEDER E UTILIZAR O SOFTWARE


	Exercício: Olho vivo	Função cognitiva: Atenção (atenção concentrada)
<p>Descrição: Quando conduz, por exemplo, deve prestar atenção aos outros carros, aos peões e a todos os restantes elementos que possam surgir ao seu redor. Até que ponto consegue manter os olhos focados em todas as informações que lhe surgem? A capacidade de dividir a atenção visual e controlar todos os estímulos é uma exigência para o cérebro.</p>		
<p>Instrução: Um número de bolhas irá aparecer no ecrã. Quando elas começarem a mover-se, mais bolhas serão adicionadas. A sua tarefa consiste em ACOMPANHAR AS BOLHAS INICIAIS E QUANDO ELAS PARAREM DE SE MOVER DEVE CLICAR EM CADA UMA DELAS, IDENTIFICANDO-AS. Clique em iniciar para começar o treino.</p>		
<p>Evolução do treino: O exercício adapta-se ao seu desempenho para torná-lo mais desafiador. À medida que evolui no treino, o software acrescenta ou subtrai o número de bolhas a rastrear em função de ser bem ou mal sucedido. Por outro lado, as bolhas deslocam-se mais rapidamente, por períodos de tempo mais longos e em áreas maiores do ecrã. Além disso, o contraste entre as bolhas e o fundo diminui, tornando mais difícil rastrear os alvos.</p>		


	Exercício: Estátua	Função cognitiva: Atenção Seletiva e Controlo Inibitório
<p>Descrição: Prontidão é uma faceta crítica da atenção e foco. Embora muitas vezes não tenhamos percepção, o nosso nível de alerta impulsiona o sucesso em coisas como o raciocínio de ordem superior, resolução de problemas, aprendizagem e memória.</p>		
<p>Instrução: Neste exercício, é-lhe pedido que discrimine imagens-alvo de distratores. Irão ser apresentadas uma série de fotografias, cada uma apresentada por um período de tempo limitado. PRESSIONE A TECLA DE SETA PARA A DIREITA SEMPRE QUE A FOTO APRESENTADA NÃO FOR A FOTO-ALVO. SEMPRE QUE APARECER A FOTO-ALVO, TEM DE "CONGELAR" OU SEJA NÃO PODE CARREGAR NA TECLA DA DIREITA. Clique em iniciar para começar o treino.</p>		
<p>Evolução do treino: O exercício adapta-se ao seu desempenho para torná-lo mais desafiador. Isto é conseguido através da aceleração das imagens e fazendo com que os distratores apareçam com mais frequência e maior semelhança com o alvo. Nos primeiros níveis, os alvos serão imagens exatamente iguais. Nos níveis mais avançados, o alvo pode ser um único elemento de uma imagem, como uma pessoa particular. A imagem-alvo será, então, qualquer imagem que contém essa pessoa, uma tarefa muito mais difícil do que quando a imagem inteira é uma correspondência exata.</p>		


	Exercício: Jogo da memória	Função cognitiva: Memória de trabalho auditivo-verbal
<p>Descrição: Para nos lembrarmos de uma determinada informação, é necessário que essa informação chegue com clareza ao nosso cérebro e seja corretamente codificada na nossa memória. Alguns de nós têm dificuldade em reter o que ouvimos com clareza e, conseqüentemente, o seu cérebro pode ter dificuldade em separar determinada informação de outra que interfere. Este exercício estimula sobretudo o processamento auditivo ajudando o cérebro a separar informações e a melhorar a capacidade de perceber e transmitir sons.</p>		
<p>Instrução: ENCONTRE OS SONS CORRESPONDENTES, CLICANDO SOBRE OS CARTÕES. Tente encontrar todos os cartões antes que o contador de cliques se esgote. Clique em iniciar para começar o treino.</p>		
<p>Evolução do treino: O exercício adapta-se ao seu desempenho para torná-lo mais desafiador. À medida que avança no treino as sílabas escutadas tornam-se mais semelhantes, o processamento de voz diminui e surgem alterações de voz que pretendem, dessa forma, aumentar o grau de dificuldade do exercício.</p>		

	<p>Exercício: Pilha de Sílabas</p>	<p>Função cognitiva: Memória de trabalho auditivo-verbal</p>
<p>Descrição: A memória de trabalho mantém informações apenas o tempo suficiente para o cérebro usar ou armazenar essa informação. Assim, é a memória de trabalho, por exemplo, que ajuda a manter a primeira metade de uma frase na nossa mente o tempo suficiente para dar sentido ao final da frase. Determinados processos da memória de trabalho contribuem para muitos aspetos de comportamentos mais complexos, tornando a sua melhoria um alvo-chave do treino cerebral. Este exercício tem como objetivo melhorar a memória de trabalho, exigindo que o cérebro se recorde de um número de informações cada vez maior, mesmo que essas informações sejam semelhantes (sendo mais fácil para o cérebro confundir-se).</p>		
<p>Instrução: Vai ouvir uma série de sílabas. Deve escutá-las com muita atenção e depois deve CLICAR NOS CARTÕES COM ESSAS SÍLABAS PELA MESMA ORDEM EM QUE FORAM APRESENTADAS. Clique em iniciar para começar o treino.</p>		
<p>Evolução do treino: O exercício adapta-se ao seu desempenho para torná-lo mais desafiador. O treino evolui na medida em que o número de sílabas que ouve aumenta, o tempo de apresentação entre as sílabas diminui (dando ao cérebro menos tempo para gravar cada uma delas) e à medida que são incluídos cartões-distratores que não representam qualquer um dos sons escutados.</p>		

	<p>Exercício: Estranho no ninho</p>	<p>Função cognitiva: Memória de trabalho viso-espacial</p>
<p>Descrição: Imagine que está a observar uma criança a brincar. Por breves instantes, fala com alguém que vai ali a passar. Quando retoma o olhar, apercebe-se que a criança já não está no mesmo sítio. Entre outras funções cognitivas, como a atenção e concentração, a memória de trabalho permite-nos continuar a busca e varrimento visual das situações do quotidiano, detetando as mudanças importantes que acontecem. Este exercício permite desafiar a capacidade de manter os detalhes de uma cena na memória de trabalho viso-espacial.</p>		
<p>Instrução: Um número de objetos será apresentado no ecrã. Depois irão desaparecer. A seguir vão reaparecer, mas com um item adicional. A SUA TAREFA É LEMBRAR-SE DA CENA QUE APARECEU EM PRIMEIRO LUGAR E DETETAR O ITEM ADICIONAL QUE APARECEU POSTERIORMENTE, CLICANDO SOBRE ELE. Clique em iniciar para começar o treino.</p>		
<p>Evolução do treino: O exercício adapta-se ao seu desempenho para torná-lo mais desafiador e evolui da seguinte forma: o número de itens aumenta, o fundo torna-se mais complexo, o tempo de duração da apresentação dos itens diminui, a área de exibição dos itens aumenta e os elementos são dispostos de forma mais dispersa no ecrã.</p>		

	<p>Exercício: Olho de águia</p>	<p>Função cognitiva: MT viso-espacial e velocidade de processamento</p>
<p>Descrição: Este exercício pretende treinar a sua precisão visual, que ajuda o cérebro a perceber o que está a ver com rapidez e precisão para que possa recuperar mais tarde essa informação de forma eficaz. É-lhe pedido que localize aves específicas na sua visão periférica, mesmo quando elas aparecem no ecrã por um período de tempo muito curto.</p>		
<p>Instrução: Um grupo de pássaros vão aparecer e depois desaparecer rapidamente. PROCURE O PÁSSARO QUE É DIFERENTE DOS OUTROS. CLIQUE NA ÁREA DO ECRÃ ONDE O PÁSSARO APARECEU. Clique em iniciar para começar o treino.</p>		
<p>Evolução do treino: O exercício adapta-se ao seu desempenho para torná-lo mais desafiador. À medida que avança de nível, os estímulos mudam de diversas formas: as aves tornam-se mais semelhantes, desafiando o cérebro a fazer distinções mais refinadas; as aves surgem em posições mais díspares, solicitando ao cérebro a perceção de detalhes mais longe do centro da atenção visual; o fundo torna-se mais complexo, estimulando-a a detetar detalhes subtis; o tempo de apresentação dos estímulos altera-se em função do seu desempenho.</p>		

	Exercício: Foco nos detalhes	Função cognitiva: MT viso-espacial e velocidade de processamento
Descrição: Este exercício foi projetado com o intuito de exercitar a capacidade de extrair informação visual rapidamente e ser capaz de perceber detalhes subtis.		
Instrução: Uma série de 3 a 5 imagens irá aparecer no ecrã sequencialmente. Dessas imagens, algumas coincidem, enquanto outras são semelhantes, mas não são iguais. A sua tarefa consiste em OBSERVAR AS IMAGENS QUE APARECEM NO ECRÃ E QUANDO ELAS DESAPARECEREM, TERÁ DE CLICAR NA POSIÇÃO ONDE SE ENCONTRAVAM AS IMAGENS IGUAIS ENTRE SI. SÓ DEVE CLICAR NAS QUE ERAM IGUAIS, IGNORE AS QUE NÃO COINCIDEM. Clique em iniciar para começar o treino.		
Evolução do treino: O exercício adapta-se ao seu desempenho para torná-lo mais desafiador. À medida que evolui no treino, as imagens poderão aparecer mais rapidamente, o número de elementos apresentados aumenta, esses mesmos elementos tornam-se mais semelhantes entre si e aparecem em posições mais distantes no ecrã, o que estimula a melhoria do varrimento do campo visual.		

	<p>Exercício: Jogo dos malabares</p>	<p>Função cognitiva: Memória de trabalho viso-espacial</p>
<p>Descrição: Decisões inteligentes exigem a capacidade de reter, comparar e manipular a informação, muitas vezes dentro de um tempo limitado. Este exercício desafia-a a armazenar mais informações na memória de trabalho e a manipular essa informação, com o intuito de melhorar a sua capacidade de tomar decisões de forma rápida e a resolver problemas em ambientes complexos.</p>		
<p>Instrução: É apresentada uma sequência de números dentro de círculos em movimento. A SUA TAREFA É RECONSTRUIR A SEQUÊNCIA NA ORDEM CERTA E NOS LOCAIS CORRETOS. LEMBRE-SE DOS CÍRCULOS EM QUE OS NÚMEROS APARECERAM E, EM SEGUIDA, CLIQUE NESSES CÍRCULOS PELA MESMA ORDEM. Clique em iniciar para começar o treino.</p>		
<p>Evolução do treino: O exercício adapta-se ao seu desempenho para torná-lo mais desafiador. O treino evolui da seguinte forma: o número de itens na sequência aumenta à medida que melhora na tarefa; a trajetória dos objetos torna-se mais complexa; a cadência de apresentação dos elementos acelera; surgem elementos distratores (por exemplo, círculos a vermelho).</p>		

ANEXO G. FOLHA DE PRESENÇA (*FITNESS*)

Folha de Presença (Fitness)

Sessão __

Data: __/__/__

Participante	Assinatura

ANEXO H. FOLHA DE PRESENÇA (DANÇA)

Folha de Presença (Dança)

Sessão __

Data: __/__/__

Participante	Assinatura

ANEXO I. RELATÓRIO DE EVOLUÇÃO COGNITIVA

ANEXO I. RELATÓRIO DE DESEMPENHO COGNITIVO

**RELATÓRIO DE DESEMPENHO COGNITIVO
(EXEMPLAR)**

Função Cognitiva e breve descrição das medidas avaliativas		Desempenho
Atenção	Velocidade de processamento e quantidade de trabalho realizado	●
	Precisão / Eficácia na realização da tarefa atencional	●
	Desempenho global na tarefa atencional	●
	Capacidade de concentração	●
	Estabilidade e consistência do desempenho na tarefa	●
	Porcentagem de erros, precisão e meticulosidade	●
Memória de Trabalho	Memória de trabalho auditivo-verbal – Sentido Direto	●
	Memória de trabalho auditivo-verbal – Sentido Inverso	●
	Memória de trabalho auditivo-verbal – Letras e Números	●
	Memória de trabalho viso-espacial – Sentido Direto	●
	Memória de trabalho viso-espacial – Sentido Inverso	●
Velocidade de Processamento	Tempo de reação médio face a um estímulo visual	●
	Velocidade de processamento da capacidade de inibição	●
	Velocidade de processamento da capacidade de tomada de decisão	●
Controlo Inibitório	Capacidade de inibição – Acuidade	●
Tomada de decisão	Capacidade de julgamento e tomada de decisão – Acuidade	●
Inteligência Fluída	Raciocínio lógico não-verbal	●

● Melhorou

● Manteve

● Piorou

ANEXO J. CARTAZ DE DIVULGAÇÃO DO ESTUDO

Quer melhorar o seu cérebro?



Inscrição / Informações:

Sara Brás
a42717@ualg.pt
915238569

Participe em **treinos de
estimulação cognitiva**

O projeto "*Cognitive Enhancement*" pretende analisar o efeito do treino cognitivo baseado em computador e do treino físico de atividades motoras (dança e fitness).

Critérios de admissão:

Sexo feminino
18 – 30 anos

Participação gratuita.

Entrega de **relatório individualizado** acerca da evolução das capacidades cognitivas decorrentes do treino.