

LUCILEIDE VIEIRA SANTOS

**ESTUDO DE UM PROGRAMA COM REALIDADE
VIRTUAL NA PROMOÇÃO DO FUNCIONAMENTO
EXECUTIVO EM CRIANÇAS EM IDADE ESCOLAR
IDENTIFICADAS COM DIFICULDADES DE
APRENDIZAGEM: UM ENSAIO CONTROLADO
ALEATORIZADO**

Orientador: Professor Doutor Jorge Oliveira

Co-orientador: Professor Doutor Pedro Gamito

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Faculdade de Ciências Sociais, Educação e Administração
Instituto de Educação**

Lisboa

2022

LUCILEIDE VIEIRA SANTOS

**ESTUDO DE UM PROGRAMA COM REALIDADE
VIRTUAL NA PROMOÇÃO DO FUNCIONAMENTO
EXECUTIVO EM CRIANÇAS EM IDADE ESCOLAR
IDENTIFICADAS COM DIFICULDADES DE
APRENDIZAGEM: UM ENSAIO CONTROLADO
ALEATORIZADO**

Tese defendida em provas públicas para a obtenção do Grau de Doutora no Curso de Doutoramento em Educação, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, no dia 24 de junho de 2022, perante o júri, com o Despacho N° 71/2022, de 17 de Março de 2022, com a seguinte composição:

Presidente:

Prof.^a Doutora Rosa Serradas Duarte, IE-FCSEA/ Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, por delegação do Prof. Doutor Mário C. Moutinho – Reitor da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias;

Arguentes:

Prof.^a Doutora Gina Lemos, ESE/Instituto Politécnico de Setúbal;
Prof.^a Doutora Isaura Pedro, ESSE/Instituto Politécnico de Setúbal;

Vogais:

Prof.^a Doutora Marisa Filipe – FLUL/Universidade de Lisboa;
Prof. Doutor Óscar Conceição de Sousa, IE-FCSEA/Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias;
Prof. Doutor Vítor Manuel Teodoro, IE-FCSEA/Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias;

Orientador:

Prof. Doutor Jorge Oliveira, EPCV/Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Co-orientador: Prof. Doutor Pedro Gamito (Membro não integrante do júri)

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Faculdade de Ciências Sociais, Educação e Administração
Instituto de Educação
Lisboa
2022**

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a adequação de um programa de intervenção cognitiva com recurso à realidade virtual, na melhoria do funcionamento executivo em crianças em idade escolar com dificuldades de aprendizagem. Participaram neste estudo 19 crianças, de ambos os géneros, com idades compreendidas entre os 6 e os 10 anos, que moravam e estudavam no concelho de Oeiras e que foram aleatoriamente distribuídos por dois grupos, um de controlo e um experimental. Inicialmente foi aplicado um questionário sociodemográfico, um questionário para avaliar comportamentos relacionados com as funções executivas respondido por pais/professores/explicadores e a prova TI-BAFEC que avalia as funções executivas em crianças. O programa de realidade virtual apresentava um cenário que incluía uma escola virtual, onde eram realizadas tarefas de carácter cognitivo, com o objetivo de estimular funções cognitivas, como a memória, a atenção ou leitura, e executivas, como o planeamento ou a sequenciação. Após a aplicação do programa ao grupo experimental, os dois grupos foram novamente avaliados com o questionário de comportamentos e a TI-BAFEC. Os resultados mostraram uma melhoria significativa no grupo experimental, em sete das oito dimensões do questionário de comportamentos e em todos os descritores da TI-BAFEC, não se tendo verificado qualquer melhoria significativa no grupo de controlo, com exceção de um descritor do TI-BAFEC. Concluiu-se que a intervenção com o programa de realidade virtual foi adequada, com melhorias verificadas ao nível do comportamento e do rendimento das funções executivas. Estes resultados foram discutidos, de acordo com o enquadramento teórico apresentado e, no final, referem-se as limitações deste trabalho e apresentadas sugestões para estudos futuros.

Palavras-Chave: Funções executivas, realidade virtual, reabilitação cognitiva, dificuldades de aprendizagem

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the adequacy of a virtual reality program intervention to improving executive functioning in school-age children with learning disabilities. The study included 19 children of both genders aged between 6 and 10 years who attended a school in the municipality of Oeiras, randomly distributed into two groups, one control group and one experimental. Initially, a sociodemographic questionnaire was applied, a questionnaire for assessing specific behaviors related to executive functions was answered by parents/teachers/explainers and the TI-BAFEC test that assesses executive functions in children. The virtual reality program consisted of a scenario that included a virtual school where cognitive tasks were performed, with the aim of stimulating cognitive functions, such as memory, attention or reading, and executive ones, as planning or sequencing. After applying the program to the experimental group, the two groups were again evaluated with the questionnaire and the TI-BAFEC. Results showed a significant improvement in the experimental group, in seven of the eight dimensions of the questionnaire and in all descriptors of the TI-BAFEC, while there was no significant improvement in the control group, except for one descriptor of the TI-BAFEC. We concluded that the intervention with the virtual reality program was effective, with improvements in the behavior and performance of executive functions. These results were discussed according to the theoretical framework presented, while the limitations of this study were also discussed along with suggestions for future studies.

Keywords: Executive functions, virtual reality, cognitive rehabilitation, learning disabilities.

ÍNDICE

Introdução	9
CAPÍTULO I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	12
1. A Aprendizagem	13
1.1. Escola e aprendizagem	13
1.2. Dificuldades de aprendizagem.....	16
2. Funções executivas.....	18
2.1. Desenvolvimento das funções executivas.....	21
2.1.1. Memória de trabalho.....	22
2.1.2. Controlo Inibitório.....	23
2.1.3. Flexibilidade Cognitiva	24
2.1.4. Planeamento	25
2.1.5. Multitarefa	26
2.1.6. Fluência	26
2.1.7. Auto monitorização	27
2.2. Modelos principais das funções executivas	28
2.2.1. Modelo da Memória de Trabalho de Baddeley e Hitch (1974).....	28
2.2.2. Modelo do sistema atencional de supervisão de Norman e Shallice (1986)	30
2.2.3. Modelo Psicométrico de Miyake (2000)	31
2.2.4. Modelo de Sistema de Controlo Executivo de Anderson (2002)	32
2.2.5. Modelo das Funções Executivas de Diamond (2013)	34
2.3. Disfunções executivas	37
2.4. A importâncias das funções executivas na aprendizagem em contexto escolar	38
2.5. Funções executivas e Dificuldades de Aprendizagem	42
2.6. Intervenção cognitiva e desempenho escolar	45
3. Treino cognitivo das funções executivas em crianças.....	46
3.1. Treino cognitivo com recurso a realidade virtual na promoção do funcionamento executivo em crianças	47
4. Objetivos do estudo	52
4.1. Objetivo geral:	52

4.2. Objetivos específicos:	52
CAPÍTULO II – METODOLOGIA	54
5. Metodologia	55
5.1. Desenho da investigação	55
5.2. Recrutamento.....	55
5.3. Critérios de elegibilidade.....	56
5.4. Participantes	56
5.5. Instrumentos	57
5.5.1. Questionário sociodemográfico	57
5.5.2. TI-BAFEC	58
5.6. Intervenção Cognitiva.....	60
5.7. Procedimento	73
5.8. Aplicação dos instrumentos:.....	78
5.9. Análise Estatística	78
CAPÍTULO III – RESULTADOS	80
6. Resultados	81
6.1. Avaliação da distribuição das respostas no QPP e no TI-BAFEC	81
6.2. Análise descritiva das pontuações obtidas no QPPE.....	83
6.3. Análise descritiva das pontuações obtidas no TI-BAFEC	83
6.4. Comparação dos valores obtidos entre as duas aplicações.....	86
6.5. Comparação dos tempos gastos nas tarefas do TI-BAFEC.....	88
CAPÍTULO IV – DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	90
7. Discussão	91
7.1. Comparação de resultados no QPPE	91
7.2. Comparação de resultados na TI_BAFEC.....	92
8. Avaliação qualitativa dos intervenientes	96
9. Limitações	97
10. Sugestão de melhoria do programa – Realidade Virtual	98
11. Conclusão	99
12. Referências	100
13. ANEXOS	I

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Características Sociodemográficas da Amostra	57
Tabela 2 - Descrição do planeamento e as atividades desenvolvidas em cada uma das oito sessões	77
Tabela 3 - Resultados do teste de normalidade às questões do QPPE e do TI-BAFEC.....	81
Tabela 4 - Comparação dos valores iniciais da TI_BAFEC nos Grupos de Controlo e Experimental.....	82
Tabela 5 - Valores dos descritores do QPPE nos dois momentos de avaliação	84
Tabela 6 - Valores dos descritores do TI_BAFEC nos dois momentos de avaliação	85
Tabela 7 - Valores do teste de Wilcoxon entre os dois momentos de avaliação para o QPPE	87
Tabela 8 - Valores do teste de Wilcoxon entre os dois momentos de avaliação para o TI-BAFEC	89

Índice de Figuras

Figura 1- Modelo da Memória de Trabalho de Baddeley (2000).....	29
Figura 2- Modelo do Sistema Atencional de Supervisão de Norman e Shallice (1986)....	31
Figura 3 - Modelo das Funções executivas de Miyake (2000).....	32
Figura 4- Modelo das Funções executivas de Anderson (2002)	33

Índice de Quadros

Quadro 1 - Componentes das funções executivas	19
--	----

Introdução

Contrariamente aos conceitos de memória, linguagem ou atenção, o conceito de funções executiva não é intuitivamente entendido pela generalidade das pessoas como um dos elementos cognitivos essenciais às competências dos seres humanos. Contudo, as competências executivas estão na base de todos os comportamentos humanos produtivos, da nossa capacidade de manter uma vida funcionalmente independente e de conseguir adotar comportamentos socialmente aceitáveis, os quais dependem de um sistema executivo incólume.

As funções executivas estão presentes nas diversas atividades do quotidiano, tais como, fazer trabalhos de casa ou participar em atividades lúdicas com outras crianças. Acredita-se, igualmente, que as funções executivas são fundamentais em situações nas quais é necessário desenvolver uma solução para um problema novo ou uma situação inesperada, e assim sendo, torna-se claro que disfunções ao nível das funções executivas poderão muito provavelmente ter um impacto negativo na esfera pessoal, profissional, educacional e social do indivíduo.

Apesar da frequência com que tem sido utilizado na literatura, nas últimas quatro décadas, desde o seu aparecimento no final dos anos 70, o conceito de funções executivas está longe de estar definido de forma consensual, tendo sido frequentemente caracterizado por um conjunto de comportamentos que se acredita fazerem parte dum sistema executivo central. Deste modo, Hobson & Leeds (2001) definem as funções executivas como a nossa capacidade de planear, iniciar, manter e alterar o comportamento dirigido por objetivos.

Alguns autores definem as competências executivas como um conjunto de processos responsáveis pela direção de funções de tipo cognitivo, emocional e comportamental (Gioia et al., 2001), enquanto outros as definem reduzindo-as a um único aspeto ou fator, como a memória de trabalho ou inibição (Barkley, 1997; Kimberg & Farah, 1993). Por último, algumas definições (Lezak, 1995) mais comuns incluem as que as descreveram como as capacidades para formular objetivos, planeamento e execução de planos de forma eficaz ou, igualmente, a de Norman & Shallice (1986) com o sistema atencional, como um modelo de cognição de alto nível, que será descrito adiante.

Uma abordagem alternativa para definir as funções executivas foi a de enfatizar apenas um aspeto, como o controlo inibidor, e tentar explicar todos os comportamentos

disfuncionais como resultado da falta dessa competência central (Barkley, 1997; Zelazo et al., 1997).

As funções executivas desenvolvem-se rapidamente desde o nascimento e, a partir do primeiro ano de vida, como fundamentos centrais da nossa cognição executiva (Diamond, 2013).

Uma das fases mais importantes desse desenvolvimento observa-se entre os 9 e os 12 anos, com progressos assinaláveis nalgumas funções executivas, como a memória de trabalho, atenção sustentada e seletiva, flexibilidade cognitiva, planeamento estratégico e inibição de respostas preponderantes (De Luca & Leventer, 2011).

Deste modo, compreende-se a grande importância das funções executivas para as crianças, uma vez que a capacidade e qualidade dessas funções está diretamente associada à sua qualidade de vida e, aquelas com melhores funções executivas são mais propensas a assegurar boa saúde mental (Diamond & Lee, 2011; Fairchild et al., 2009) e física (Diamond, 2013; Miller et al., 2011; Riggs et al., 2010; Will Crescioni et al., 2011), melhores resultados académicos (Borella et al., 2010; Susan E. Gathercole et al., 2004) e uma melhor integração social (Broidy et al., 2003).

Embora seja reconhecido que as funções executivas estão fortemente ligadas aos resultados académicos durante todo o percurso escolar, grande parte dos estudos têm incidido sobre as crianças no ensino primário, até porque se revelou que as funções executivas são um melhor preditor de aptidão escolar do que o Quociente de Inteligência - QI (Diamond et al., 2007a), enquanto as habilidades de autorregulação estão positivamente associadas a bons comportamentos em sala de aula (Brook & Boaz, 2005; Cameron Ponitz et al., 2008; Howse et al., 2003). Além disso, as funções executivas são, igualmente, bons preditores das capacidades de aprendizagem de matemática e de leitura (Borella et al., 2010; Gathercole et al., 2004) com especial relevo para a memória de trabalho e controlo inibitório (Dalziel et al., 2015; Diamond, 2013; Diamond et al., 2007a).

Também se deve salientar a importância das funções executivas, a nível das competências de autorregulação, em influenciar positivamente o comportamento social e em sala de aula (Meltzer, 2007), assim como a importância das funções executivas no aprender a aprender, em competências como planear, organizar, verificar e refletir sobre o trabalho e gestão do tempo (Meltzer, 2011).

Assim, a importância das funções executivas, particularmente para as crianças, tem sido o ponto de partida para o desenvolvimento de métodos de treino que permitam

desenvolvê-las e melhorá-las, em contexto escolar. Uma destas abordagens consiste na utilização de programas com recurso à realidade virtual para promoção das competências cognitivas e/ou das funções executivas em contexto escolar, apesar de os modelos serem ainda pouco significativos no que diz respeito à implementação, aceitação e respetivas melhorias encontradas como resultado deste tipo de intervenções. Deste modo, torna-se premente o desenvolvimento de estudos experimentais que permitam um teste à adequação de tais abordagens na promoção das funções executivas em crianças em contexto escolar.

No que se refere à estrutura da presente Tese, a mesma está dividida em quatro capítulos. No primeiro capítulo foi feita uma revisão bibliográfica, que serviu de suporte e um breve enquadramento teórico relativo ao tema trabalhado; no segundo capítulo foi descrito o método, com particular incidência na descrição da amostra recolhida, nos instrumentos utilizados e no procedimento; no terceiro capítulo foram apresentados os resultados do estudo, enquanto no quarto capítulo foi feita a discussão do trabalho realizado e respetivas limitações e, por fim, a conclusão e as referências.

CAPÍTULO I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1. A Aprendizagem

1.1. Escola e aprendizagem

Nos últimos trinta anos têm-se observado marcados progressos nos cuidados à infância e na educação das crianças, desde a expansão da rede de educação escolar, o desenvolvimento dos serviços de apoio extraescolar, a formação dos agentes educativos, a escolarização obrigatória até aos 15 anos, as atividades de enriquecimento curricular e a escola a tempo inteiro (Alarcão, I. & Miguéns, 2008).

Mas por outro lado verificam-se desencontros entre as políticas que influenciam a vida das crianças, não existindo muitas vezes medidas de apoio pedagógico as dificuldades de aprendizagem de muitas crianças que apresentam fatores adversos, o que se traduz em elevadas taxas de insucesso escolar (4,8% no 4º ano escolaridade e 11,4% no 6º ano).

De acordo com Decreto-Lei n.º 54/2018, numa escola inclusiva onde todos e cada um dos alunos, independentemente da sua situação pessoal e social, encontram respostas que lhes possibilitam a aquisição de um nível de educação e formação facilitadoras da sua plena inclusão social. E mais à frente é realçada a necessidade de cada escola reconhecer a mais-valia da diversidade dos seus alunos, encontrando formas de lidar com essa diferença, adequando os processos de ensino às características e condições individuais de cada aluno, mobilizando os meios de que dispõe para que todos aprendam e participem na vida da comunidade educativa.

Por outro lado, a Resolução da Assembleia da República n.º 17/2015 prevê e enquadra os casos de alunos com necessidades educativas especiais (NEE), propondo uma série de ações que vão desde medidas educativas temporárias que permitam responder às NEE de caráter transitório, comprovadamente impeditivas do desenvolvimento de aprendizagens, ou outras medidas de resposta a situações de alunos/as com dificuldades de aprendizagem específicas que comprovadamente impeçam a sua qualidade e desenvolvimento.

O Português e a Matemática são as disciplinas centrais desde o início da aprendizagem escolar, apresentando cada uma delas dificuldades especiais, que devem

merecer desde cedo a atenção de todos os agentes educativos, visto serem duas disciplinas centrais para a aprendizagem da criança.

Ao nível da aprendizagem do Português (como de qualquer outra língua materna), duas valências emergem de forma clara, as competências ao nível da leitura e da escrita, as quais, não sendo as únicas, são seguramente as principais. Daí que a nível das dificuldades referidas, seja frequente depararmo-nos com quadros onde predominam a dislexia e/ou a disgrafia (Chung et al., 2020; Döhla et al., 2018)

No processo de leitura estão em jogo uma série de operações cognitivas e linguísticas, desde a identificação de palavras individuais até à realização de inferências sobre situações que não estão totalmente descritas no texto (Castles et al., 2018).

Mais concretamente, a compreensão da leitura é uma tarefa complexa que depende de uma série de processos cognitivos e linguísticos, podendo esta complexidade ser compreendida como produto de dois conjuntos de competências: decodificação e compreensão linguística (Nation, 2019).

A forma como a decodificação é definida tem de levar em conta não só o nível de desenvolvimento em que a criança se encontra, mas também a familiaridade com as palavras que estão a ser lidas, mas numa forma geral, a decodificação pode ser entendida como a capacidade de identificar e reconhecer os símbolos que se lhe apresentam (Castles et al., 2018). Já a compreensão linguística pode ser definida como a capacidade de tomar informação lexical (ou seja, informação semântica ao nível da palavra) e derivar a frase e interpretações do discurso (Ouellette & Beers, 2010). A um nível descritivo isto captura exatamente o que tem que acontecer para que a compreensão de leitura (e linguagem) seja bem-sucedida.

Um aspeto que nunca deve deixar de ser levado em conta, quer a nível da compreensão da situação, quer a nível da intervenção que deverá ser feita, é o de que as crianças apresentam diferentes formas de reagir a estas situações, fruto de fatores individuais, como a sua personalidade, ou de âmbito mais vasto, como o seu enquadramento social e familiar (Huang et al., 2020).

Uma das perturbações mais frequentemente observadas a nível da aprendizagem da Matemática é a discalculia, que se traduz numa incapacidade específica de aprendizagem em Matemática. Os alunos com discalculia podem ter dificuldade em compreender conceitos relacionados com números ou usar símbolos ou funções necessárias para a

realização em matemática, criando-lhes dificuldades que não se reduzem ao âmbito escolar, podendo estas também ocorrer ao nível da sua vida quotidiana (Mulligan, 2011).

Outra fonte de perturbação na aprendizagem da matemática reside na chamada ansiedade matemática. Os alunos com esta condição desenvolvem um grau de ansiedade muito elevado perante a perspectiva de terem que realizar quaisquer tarefas relacionadas com ou que impliquem o uso de conceitos matemáticos, donde resulta que o seu medo e nervosismo podem levar a um fraco desempenho nas tarefas relacionadas com a matemática. Estas duas situações podem ocorrer em conjunto e terão um impacto negativo no desempenho dos alunos em matemática, embora seja importante identificá-las corretamente, até porque algumas das suas manifestações são idênticas e os sinais pelos quais se manifestam podem sobrepor-se (Bapte & Vashistha, 2018).

A ênfase da matemática escolar não está na aquisição de conhecimentos isolados e no domínio de regras e técnicas, mas sim na utilização da matemática para resolver problemas, para raciocinar e para comunicar, o que implica a confiança e a motivação pessoal para fazê-lo (Ponte & Serrazina, 2000).

As dificuldades que os alunos podem manifestar no seu processo de aprendizagem decorrem fundamentalmente de dois grandes tipos de variáveis: as de carácter extrínseco, ou externo, onde se salienta o ambiente escolar e da sala de aula, a gestão que o professor faz da turma ou a eficácia do seu método de ensino e a capacidade de motivar os alunos, e as de carácter intrínseco, ou interno, onde se salientam o nível de capacidades do aluno, a sua motivação, e claro, a presença de fatores do próprio aluno que se possam constituir como entraves para uma boa aprendizagem, podendo esses entraves ser de grau variável, como a presença de défices cognitivos, os quais podem limitar de modo mais ou menos severo a capacidade de aprendizagem (Monedero, 1984; Ponte & Sousa, 2010).

Algumas das dificuldades referidas podem ser compreendidas à luz das dificuldades a nível das funções executivas, as quais podem ter impacto negativo nas estratégias mentais envolvidas na memorização e recuperação de informação da memória, o que leva a um menor rendimento escolar, dificuldades em iniciar tarefas ou atividades assim como a menor flexibilidade mental impede a gestão de várias ideias de forma simultânea (Holmes et al., 2020; Nutley & Söderqvist, 2017). Por outro lado, as dificuldades no autocontrolo, podem levar à emergência de situações de conflito, o que irá dificultar a sua integração (Drigas & Karyotaki, 2019; Slot et al., 2017).

Os défices de aprendizagem ocorrem sempre que se verifiquem situações nas quais a criança evidencia dificuldades em receber, processar, armazenar, responder e comunicar informação. Estas dificuldades correspondem a um grupo de perturbações e não são, portanto, uma perturbação “per si”. É importante referir que estas dificuldades de aprendizagem não se devem confundir com os défices cognitivos, já que as crianças que apresentam estes quadros podem apresentar quocientes de inteligência média ou acima da média, residindo as suas dificuldades na aquisição de aptidões importantes para melhorar o seu desempenho na escola (Ioannidi & Samara, 2019; Lindsay, 2018).

Por último, é importante estabelecer a distinção entre dificuldades e perturbações de aprendizagem, estas últimas que implicam uma incapacidade em adquirir, reter ou utilizar competências e informações de carácter verbal ou não verbal (Lenhard & Lenhard, 2013).

Na designação geral de perturbações de aprendizagem estão contidos tipos específicos de problemas de aprendizagem, os quais podem fazer com que uma pessoa tenha problemas em aprender e usar certas competências, sendo as mais afetadas o ler, escrever, ouvir, falar, raciocinar e desenvolver exercícios matemáticos (Courtad & Bakken, 2011).

1.2. Dificuldades de aprendizagem

Quando um aluno não aprende de forma adequada, podemos afirmar que estamos perante alunos com dificuldades de aprendizagem. Contudo, o conceito de dificuldades de aprendizagem tem sofrido algumas alterações ao longo do tempo, daí que também se observe alguma discrepância na tentativa de o definir. Existem várias definições que têm vindo a ser propostas, embora as mais consensuais e utilizadas sejam as que se apresentam em seguida.

A primeira é a proposta pelo *National Joint Committee on Learning Disabilities* (NJCLD):

“As dificuldades de aprendizagem (DA) é um termo geral que se refere a um grupo heterogéneo de desordens manifestadas por dificuldades significativas na aquisição e uso da audição, fala, leitura, escrita, raciocínio, ou habilidades matemáticas. Problemas na autorregulação comportamental, perceção social e interação social podem existir com as DA, mas não constituem por eles próprios uma dificuldade de aprendizagem. Embora as DA possam ocorrer concomitantemente com outras condições desvantajosas, por exemplo, dificuldades sensoriais, deficiência mental, distúrbios emocionais sérios) ou com influências

extrínsecas (tais como diferenças culturais, instrução insuficiente ou inapropriada), elas não são o resultado dessas condições ou influências” (NJCLD, 1994: 61-64, cit. in Correia, 2004).

Outra definição amplamente empregue é a do *United States Office of Education* (USOE), e é a seguinte:

“O termo ‘dificuldade de aprendizagem específica’ significa uma desordem num ou mais dos processos psicológicos envolvidos na compreensão ou no uso da linguagem, falada ou escrita, que se pode manifestar numa habilidade imperfeita para ouvir, falar, ler, escrever, soletrar, ou para fazer cálculos matemáticos. O termo inclui condições tais como desvantagens (*handicaps*) preceptivas, lesão cerebral, disfunção cerebral mínima, dislexia e afasia desenvolvimental. O termo não inclui crianças que têm dificuldades de aprendizagem que são, inicialmente, o resultado de desvantagens (*handicaps*) visuais, auditivas, ou motoras, ou deficiência mental, ou distúrbios emocionais, ou desvantagem envolvental, cultural ou económica.” (USOE, 1977, cit. in Cruz, 1999)

Na sua essência, podemos considerar estas duas definições como maioritariamente equivalentes, embora apresentem duas diferenças que se devem registar, nomeadamente ao nível dos processos psicológicos (presentes apenas na USOE) e os problemas conceptuais (presentes apenas na NJCLD)

Considera-se que existem dificuldades, ou perturbações, de aprendizagem, quando se verifica uma grande diferença entre o rendimento individual nas provas habituais de leitura, aritmética ou escrita” (APA, 2006, p. 49) e o “rendimento esperado para a idade, para o nível de escolaridade, ou para o nível intelectual.” (APA, 2006, p. 49). Nesse sentido, as dificuldades de aprendizagem podem classificar-se em quatro categorias, as perturbações da leitura, da escrita, do cálculo ou ainda da aprendizagem sem outra especificação (APA, 2006).

Paula e colaboradores (2006) salientam que as diversas aprendizagens, como a leitura, a escrita ou o cálculo envolvem processos cognitivos muito complexos, e para aprender, é necessário utilizar simultaneamente e de forma eficaz estratégias de atenção e de memória. Nesse sentido, é importante que não só as diversas competências apresentem um nível de funcionalidade satisfatório, mas que as funções superiores que as organizam e regulam funcionem adequadamente (Giannesi & Moretti, 2015).

Quando as crianças apresentam défices cognitivos, as dificuldades escolares são uma das consequências inevitáveis podendo exprimir-se em vários domínios. As principais dificuldades escolares que as crianças com défices cognitivos podem apresentar são, de

acordo com William et al., (2000), as dificuldades psicomotoras, sensoriais, de relações sociais, de autonomia e de linguagem. Os mesmos autores referem que as crianças com défice cognitivo apresentam muitas vezes problemas a nível da memória de curto prazo, o que pode resultar num processo de aprendizagem mais lento e menos eficaz.

Frequentemente, observa-se também uma certa imaturidade, uma vez que estas podem transmitir a sensação de terem menos idade, por exemplo a nível das suas brincadeiras, sendo igualmente mais difícil envolvê-las e motivá-las para as situações de trabalho escolar. Também ocorre, por vezes, apresentarem dificuldades na linguagem, o que torna difícil a construção de frases, com prejuízo da clareza da mensagem que querem transmitir (Mathews & MacLeod, 2005).

É sabido que, entre outras funções, a atenção e funções executivas estão presentes em todos os momentos do processamento de informação e, conseqüentemente, as mudanças ou alterações podem afetar a aprendizagem da criança (Lima et al., 2011). As alterações na atenção e nas funções executivas são características de muitas das dificuldades de aprendizagem e, no caso concreto da atenção, há estudos que indicam que as crianças disléxicas, quando comparadas com crianças fluentes na leitura mostraram uma distribuição difusa de recursos de processamento visual (Facoetti et al., 2001) e dificuldades na distribuição da atenção visual-espacial (Facoetti & Molteni, 2000), ao mesmo tempo que evidenciam um padrão de respostas lentas em testes de atenção (Lima et al., 2011).

A relação entre as dificuldades de aprendizagem e as funções executivas está hoje bem estabelecida e tem sido bastante investigada, em contextos tão diferentes como a China (Deng et al., 2020), Marrocos (Fadaei et al., 2017), Brasil (Lima et al., 2011), no caso específico da disciplina de matemática (Abreu-Mendoza et al., 2018; Aunio et al., 2021) ou no caso de dificuldades de aprendizagem a nível geral (Holmes et al., 2020; Watson et al., 2016).

2. Funções executivas

As funções executivas dizem respeito a uma gama heterogénea de funções cognitivas, variáveis na sua complexidade e que incluem habilidades cognitivas básicas que envolvem autorregulação, sistemas de memória de trabalho e outras funções mais complexas, como envolver-se em objetivos específicos, comportamentos, raciocínio,

resolução de problemas e tomada de decisão (V. Anderson et al., 2011; Diamond, 2013, 2015; Rabbitt, 2004).

Como as funções executivas estão relacionadas com atividades cognitivas de diferentes tipos, as suas definições a nível dos constructos que as compõem e respetivos limites, assim como as suas variadas e complexas inter-relações, ainda estão sujeitas a debate alargado dentro dos domínios da psicologia cognitiva e da neurociência (V. Anderson et al., 2011). Na Tabela 1 apresentamos as diversas listas de subprocessos e competências executivas das várias definições disponíveis para este constructo.

Quadro 1 - Componentes das funções executivas

Autor(es)	Componentes da função executiva
Lezak (1983)	Volição, planeamento, ação intencional, desempenho eficaz
Lafleche & Albert (1995)	Flexibilidade cognitiva, formação de conceitos, comportamento dirigido
Borkowsky & Burke (1996)	Análise de tarefas, controlo de estratégias, monitorização de estratégias
Pineda et al. (1998)	Autorregulação, controlo atencional e cognitivo, organização temporal das respostas imediatas a estímulos, planeamento
Smith & Jonides (1999)	Controlo atencional, gestão de tarefas, planeamento, atualização da memória de trabalho, codificação contextual das representações
Anderson et al. (2001)	Controlo atencional, flexibilidade cognitiva, estabelecimento de metas
Delis et al. (2001)	Flexibilidade de pensamento, inibição, resolução de problemas planeamento, controlo de impulsos, formação de conceitos, pensamento abstrato, criatividade
Hobson & Leeds (2001)	Planeamento, iniciação, perseveração e alteração de comportamento direcionado a objetivos

Adaptado de (Jurado & Rosselli, 2007)

Como consequência do que foi referido, as definições relativas às funções executivas continuam a evoluir à medida que novas pesquisas e descobertas vão sendo desenvolvidas. As abordagens mais recentes tendem a privilegiar a relação entre as funções executivas e a linguagem (Tonietto et al., 2011). O mesmo autor refere que é a partir dos quatro anos que a maturação fisiológica atinge as condições ideais para um desenvolvimento cognitivo mais amplo, o que foi verificado através dum aumento marcado na atividade metabólica cortical. Por outro lado, Schnider et al. (2020) concluíram que um metabolismo cerebral alterado contribui para um défice das funções executivas em crianças nascidas prematuramente.

Esta fase, próxima dos quatro anos, marca igualmente o período no qual a criança começa a desenvolver as competências necessárias à correta compreensão dos pensamentos e sentimentos das outras pessoas, no que foi designado como a teoria da mente (McGlamery et al., 2007; Wade et al., 2018). De notar que sob esta perspetiva, as dificuldades na aquisição destas competências motivam comportamentos disfuncionais a nível social, o que chamou a atenção para a semelhança desta situação com o autismo (Tonietto et al., 2011)

No entanto, é geralmente considerado que os processos relacionados com as funções executivas se localizam no lobo frontal do cérebro, mais especificamente no córtex pré-frontal, embora, comumente, estejam igualmente envolvidas outras áreas adicionais, as quais desempenham um papel de suporte (Anderson, 2002; Baddeley & Hitch, 1974; Diamond, 2015).

Assim, é uma atividade executiva dentro dessa região rostral que é caracterizada pela capacidade de controlar conscientemente pensamentos, emoções e ações, através do envolvimento da memória de trabalho e das funções inibidoras. Podemos, assim, considerá-los como o paradigma geral da função executiva (Diamond, 2013), embora estando sujeito a uma definição mais pormenorizada, relativa a outros modelos, como os referidos por P. Anderson (2002) ou Norman e Shallice (1986), e que adiante serão abordados em detalhe.

As competências executivas dos humanos, ainda que inicialmente de uma forma incipiente e primitiva, começam a desenvolver-se na fase de vida intrauterina (Diamond, 2013), atingindo uma rápida evolução e um desenvolvimento acentuado, à medida que o indivíduo vai progredindo através da infância e adolescência, até estabilizarem durante a fase adulta e entrando posteriormente em declínio na velhice (V. Anderson et al., 2011).

2.1. Desenvolvimento das funções executivas

Podemos dizer que as funções executivas, a nível de conceito formal, tiveram o seu início com os trabalhos de Luria (1973a, 1973b), quando este colocou a hipótese de ser uma área do lobo frontal do cérebro a responsável por controlar e verificar a atividade, tendo estudos posteriores e mais aprofundados estabelecido a associação entre esta região e a programação do comportamento motor, através da inibição de respostas, capacidade de abstração, resolução de problemas, regulação verbal do comportamento, modificação de comportamentos de acordo com as circunstâncias, a integração temporal do comportamento e integridade da personalidade e consciência.

Durante a década de 1970, os trabalhos de Baddeley e Hitch que se dedicavam ao estudo da memória humana levaram à criação do "Working Memory Model" (Baddeley & Hitch, 1974), que descreveremos adiante, assim como a noção de "executivo central" – um sistema com a capacidade de delegar e coordenar processos de tratamento de informação com outras regiões do cérebro, resultando em comportamento inteligente e adaptado.

Este modelo do “executivo central”, assim como outras propostas de modelos explicativos das funções executivas (Hécaen & Albert, 1979; Luria, 1973a; Shallice, 1982; Stuss et al, 1982) vieram mais tarde a ser unificados pelo envolvimento de atenção dentro do lobo frontal sugerindo, assim, a hipótese de um sistema unitário.

No entanto, a ideia de localização anatómica nos primeiros modelos de funções executivas foi por vezes criticada, sendo disso exemplo o papel dominante do lobo frontal, mais especificamente o córtex pré-frontal, nos processos ligados às funções executivas, o qual, embora sendo aceite, não invalida o envolvimento de outras regiões cerebrais, como outros estudos tornaram evidente (Goldman-Rakic, 1987; Stuss et al., 2009; Stuss & Alexander, 2000).

Desta forma, tem sido sugerido que fatores, quer comportamentais, quer de contexto, podem influenciar diretamente as funções executivas (Barkley, 1997), o que faz com que atualmente se procure ter uma visão mais abrangente deste conceito. Assim, as funções executivas têm vindo a ser pensadas como uma série de constructos moderadamente correlacionados, embora separados e autónomos, que envolvem componentes unitários (Miyake et al., 2000).

Um modelo notável que detalha este tipo de abordagem é o de Diamond (2013), que denota as competências básicas e comuns das funções executivas, as quais formam a base para competências cognitivas muito mais complexas, e que abordaremos adiante. De seguida, passamos a descrever alguns conceitos relacionados com as funções executivas.

2.1.1. Memória de trabalho

A memória de trabalho envolve o armazenamento temporário e a manipulação de informações na mente de um indivíduo. Alguns autores acreditam que a memória de trabalho pode ser separada em duas categorias – memória verbal e memória não verbal ou visuoespacial (Diamond, 2013).

A memória de trabalho consiste na função que a mente tem para reter informação prévia e relacioná-la com o presente. Pode ser exemplificado com o fato de se pedir a alguém para recitar uma lista de palavras previamente ditas, mas numa ordem diferente da que foi apresentada, ao passo que um exemplo simples da memória do tipo visuoespacial poderia ser o de pedir para imaginar um cenário de objetos vistos anteriormente, onde as cores e/ou modelos foram alterados.

Um exemplo mais complexo, envolvendo os dois tipos de memória, verbal e visuoespacial, está presente nas situações em que um indivíduo dispõe de diferentes planos ou estratégias, disponibilizados para resolver um problema, e inicia uma estratégia para resolver, mentalmente, o problema em questão.

Neste ponto, é importante fazer notar que a memória de trabalho distingue-se da memória de curto prazo, pelo facto de que esta última exige apenas que a mente mantenha informações sem manipulação ou organização posterior (Diamond, 2013).

Além disso, a memória de trabalho e o controlo inibitório (particularmente na atenção) estão intimamente relacionados, o que é evidenciado nos modelos de alguns autores (Baddeley & Hitch, 1974; Posner & Petersen, 1990), e realçado por Diamond (2013). A memória de trabalho e o controlo inibitório (atenção) apoiam-se mutuamente e raramente são usados de forma independente (Diamond, 2013). Por exemplo, é preciso um esforço de concentração e inibição da distração para calcular com sucesso um problema de aritmética - uma tarefa na qual a memória de trabalho também está presente. Por outro lado, alguns autores põem em causa a existência destes domínios específicos (verbal vs. visual), referindo apenas um domínio geral da memória de trabalho, a qual reside

essencialmente no produto de armazenamento da memória de curto prazo, de capacidade finita, e de um componente atencional usado para manipular dados (Engle et al., 1999; Kane & Engle, 2003; Melby-Lervåg & Hulme, 2013), o que levaria a memória de trabalho a estar fortemente implicada nas capacidades atencionais de um indivíduo (Melby-Lervåg & Hulme, 2013).

A memória de trabalho é uma das bases fundamentais para a aprendizagem, dado o seu envolvimento de processamento da informação e na capacidade de acompanhar as atividades na sala de aula. A memória de trabalho é usada para realizar tarefas como a leitura e interpretação de textos ou as operações matemáticas, donde facilmente se compreende que défices nesta função vão dar origem a problemas ao nível da aprendizagem.

2.1.2. Controlo Inibitório

O controlo inibitório descreve as competências autorreguladoras que permitem que um indivíduo pare de executar algo (autocontrolo e disciplina), para filtrar e focar a atenção (seletiva ou atenção concentrada), e inibir pensamentos ou memórias - inibição cognitiva (Diamond, 2013; Jurado & Rosselli, 2007).

Relativamente ao autocontrolo e à disciplina, a inibição é uma função executiva associada à *práxis* ou saída motora (Denckla, 1996) - isto significa que resistir a uma tentação ou atividade chamativa é um controlo que se exerce tanto sobre a inibição motora como sobre o âmbito psicológico ou cognitivo do controlo inibidor ao qual está associado (Russell et al., 1991).

Embora a atenção seja considerada por alguns autores como separada da inibição (Kramer & Stephens, 2014) ou como um constructo de nível mais elevado, do qual a inibição seria uma subparte (P. Anderson, 2002), a maioria dos autores concordam que a atenção é uma competência fundamental a nível das funções executivas e adotam definições similares do conceito. Ser capaz de seleccionar e manter a atenção é o que nos permite concentrar na informação retida e suprimir a atenção para outros estímulos, como por exemplo, ignorar o ecoar de conversas de fundo numa festa e concentrarmo-nos apenas na voz duma pessoa (Diamond, 2013).

Por último, a inibição cognitiva permite-nos inibir pensamentos e memórias tornando-nos, assim, capazes de esquecer intencionalmente informações que são

insignificantes para as nossas necessidades (Arbuthnott & Campbell, 2000). Está igualmente presente nos casos em que demonstramos autocontrole, considerando a inibição cognitiva exposta a uma resposta prepotente, isto é, aquelas situações onde o indivíduo deve abster-se de empreender reações e comportamentos que seriam impulsivos e automáticos em quaisquer outras circunstâncias (Best & Miller, 2010).

Ao nível da aprendizagem, compreende-se a importância do controle inibitório se levarmos em conta que o mesmo se encontra ligado a outras funções cognitivas, nomeadamente a atenção, ao ajudar a manter o foco num determinado assunto, excluindo o que pode ser supérfluo, inibindo as distrações e possibilitando uma atenção seletiva, sendo assim uma forma de controle sobre a nossa atenção, em vez de sermos controlados por estímulos externos (Diamond, 2013).

A aprendizagem pode ser prejudicada pelas perturbações do controlo inibitório nas suas diferentes dimensões. A nível motor, quando a criança não consegue parar quieta ou estar muito tempo sentada, ao nível da atenção, atencional, quando não consegue manter a sua atenção focada na tarefa e ao nível comportamental, quando não consegue controlar a sua impulsividade (Baker et al., 2020)

2.1.3. Flexibilidade Cognitiva

A flexibilidade cognitiva (mudança de regra) é um fator que envolve a capacidade de mudar a atenção, e o respetivo foco, entre pensamentos ou ações que dependem de mudanças no ambiente e que, em consequência disso, vão exigir novas regras ou prioridades (Diamond, 2013; Frye et al., 1995).

A incapacidade em executar esta tarefa resulta numa inflexibilidade mental, a qual se traduz em perseverança do insucesso ou ações inadequadas, além da dificuldade na regulação e modulação das respostas motoras (Hill, 2004).

A flexibilidade cognitiva está intimamente relacionada com a criatividade e o desenvolvimento, particularmente a partir da adolescência (Diamond, 2013). É ela que vai permitir que um indivíduo ajuste as suas ações, a sua capacidade, os seus pensamentos e perspetivas interpessoais, para refletir sobre um problema, recorrendo a conhecimentos adquiridos e adaptando-os às novas circunstâncias.

A flexibilidade cognitiva é avaliada através de vários instrumentos, nomeadamente a *Cognitive Flexibility Scale* (Martin & Rubin, 1995) e a *Cognitive Flexibility Inventory*

(Dennis & Vander Wal, 2010), embora os mais frequentemente utilizados são o *Wisconsin Card Sorting Task* (WCST) (Nyhus & Barceló, 2009; Wagner & Trentini, 2009), que pode ser aplicada de forma manual ou computadorizada e o *Trail Making Task* (TMT) (Sánchez-Cubillo et al., 2009). No TMT, que é formado por duas partes (A e B), onde o indivíduo deve desenhar um trajeto sem levantar o lápis do papel, no menor espaço temporal possível, enquanto o WCST é constituído por um conjunto de cartas com vários estímulos, tendo o sujeito que emparelhar as cartas segundo critérios que ele terá de descobrir, sendo-lhe dito apenas se as suas ações foram corretas ou não.

A flexibilidade mental é importante em contexto de aprendizagem escolar, uma vez que permite detetar erros e proceder à sua correção, adaptar as formas de efetuar as tarefas de acordo com as diferentes circunstâncias e novas informações e mudar as estratégias quando aquelas que são empregues não se revelam eficazes. Em termos da aprendizagem, perturbações a nível da flexibilidade mental vão conduzir muitas vezes ao insucesso pela manutenção de estratégias que não são eficazes ou de comportamentos perseverantes (Diamond & Lee, 2011).

2.1.4. Planeamento

Planeamento cognitivo pode ser definido como a capacidade de organizar o comportamento cognitivo no tempo e no espaço, sendo necessário em situações nas quais um objetivo deve ser alcançado através de uma série de etapas intermédias, as quais, necessariamente, não levam diretamente a esse objetivo (Das & Heemsbergen, 1983).

O planeamento cognitivo é necessário para sequenciar e gerar soluções para problemas novos com que o indivíduo se depara, ou quando novos cursos de ação são implementados (Owen, 1997). Deste modo, pode-se dizer que o planeamento evoca comportamentos direcionados para objetivos, ultrapassando de forma sucessiva os passos necessários para atingi-los (Kramer & Stephens, 2014), e a dificuldade em fazê-lo pode refletir a reduzida capacidade de resolução de problemas (Boyle & Boyle, 2014). As pesquisas têm demonstrado que essa capacidade de planeamento está fortemente associada a determinadas regiões do lobo frontal, acreditando-se que possa ter uma forte relação com a memória de trabalho (Owen, 1997), além do raciocínio abstrato e atenção (Kramer & Stephens, 2014).

A nível da aprendizagem, as competências ligadas ao planeamento estão relacionadas com a gestão de tarefas, sejam atuais ou futuras, permitindo desse modo estabelecer metas e os passos necessários para completar a tarefa., isto exige que um aluno consiga estabelecer a correta prioridade das tarefas que devem ser feitas imediatamente e das que podem esperar, assim como aprenda a determinar qual a ordem para completar tarefas.

2.1.5. Multitarefa

Multitarefa é um termo que muitas vezes pode ser mal interpretado, devido ao seu uso variado e indistinto. No entanto, do ponto de vista da neuropsicologia, "multitarefa" diz respeito à forma como intercalamos tarefas subordinadas numa tarefa superordenada num determinado prazo (Rajendran et al., 2011). Portanto, este conceito envolve a troca de tarefas, de uma forma rápida e coordenada (ou mudança de configuração). Um exemplo identificado por Craik & Bialystok, (2006), é o ato de cozinhar, em que para completar a tarefa ou saída superordenada (a refeição), é preciso gerir o tempo de cozedura enquanto se alterna entre várias subtarefas (cortar legumes, bater ovos, cozer arroz, etc.).

Em termos de aprendizagem escolar, a multitarefa, embora esteja associada às outras funções executivas, está intimamente ligada ao planeamento, como escrito atrás, uma vez que a troca de tarefas só será eficaz se as mesmas tiverem sido selecionadas pela ordem correta

2.1.6. Fluência

O conceito de fluência, está relacionado com o planeamento/estratégia, nomeadamente na formulação de possíveis planos ou estratégias viáveis sem repetição (Kramer & Stephens, 2014). Assim, podemos descrever a fluência como a capacidade de gerar ou iniciar uma ideia apropriada (Turner, 1999), ou de uma forma mais detalhada, a fluência verbal é uma função cognitiva que facilita a recuperação de informação da memória, e para que essa recuperação seja bem sucedida, é necessário um controlo executivo sobre vários processos cognitivos, como atenção seletiva, inibição seletiva, mudança mental, entre outros (Lezak, 2004).

A fluência verbal é avaliada através de tarefas solicitadas ao indivíduo, onde é pedido que produza informação específica dentro de certos parâmetros, sendo os mais comuns relativos à fluência semântica, que é avaliada pedindo ao sujeito para indicar objetos dentro duma mesma categoria semântica (animais, por exemplo), ou então à fluência fonémica, onde se pede ao indivíduo que refira palavras começadas por uma determinada letra, sendo as mais usadas as letras F, A e S (Shao et al., 2014).

Num estudo com 813 participantes adolescentes e 1290 adultos, Gustavson e colaboradores (2019), concluíram pela existência de um fator de fluência geral (isto é, compreendendo medidas de fluência fonémica e semântica), o qual estaria associado ao fator comum das funções executivas, embora apresentasse igualmente uma relação significativa com a memória de trabalho.

Num trabalho utilizando a análise fatorial exploratória, Filippi e colaboradores (2021) concluíram que a fluência verbal estava associada à memória de trabalho e à inteligência fluida em participantes monolíngues, mas não em multilíngues, o que segundo os autores levanta a possibilidade de que a aquisição precoce de uma língua adicional possa ter impacto no desenvolvimento da arquitetura funcional ao serviço da cognição humana de alto nível. Noutro estudo, os resultados indicaram que as funções executivas estão implicadas na fluência verbal e que a contribuição das funções executivas e da fluência da leitura para a compreensão da leitura podem ser importantes e influenciarem-se mutuamente (Kieffer & Christodoulou, 2020).

2.1.7. Auto monitorização

A auto monitorização é o processo interno que envolve a autoavaliação de problemas cognitivos e do funcionamento emocional. É através da autoavaliação que os processos cognitivos e emocionais associados às respostas são ajustados relativamente a cada situação, o que torna difícil a sua mensuração objetiva (Kramer & Stephens, 2014). Sendo a regulação das emoções absorvida pela auto monitorização, esta é, de acordo com Ardila (2008), uma área do controlo executivo, muitas vezes negligenciada dentro da medida clínica das funções executivas.

Podemos afirmar que a função executiva está direcionada para a conclusão de um objetivo, enquanto a auto monitorização lida com a capacidade de aderir ao objetivo e

escolher quais as ações e comportamentos adequados para levar ao seu sucesso (Diamond, 2013).

São vários os trabalhos efetuados que evidenciaram a importância da auto monitorização na aprendizagem ao nível quer do controle no desempenho de tarefas quer ao nível emocional e comportamental (Gonçalves et al., 2017; Hofmann et al., 2012; Raver et al., 2011; Romero-López et al., 2018; Slot et al., 2017; Y. Wang & Sperling, 2020).

2.2. Modelos principais das funções executivas

Uma grande variedade de teorias e modelos tem sido proposta para integrar os processos de controlo do lobo frontal num quadro coerente do funcionamento executivo. Esses modelos variam desde as conceções que pressupõem um sistema único de estruturas, que sugerem que os danos causados a um processo ou sistema seriam responsáveis pelos diferentes sintomas executivos (Cohen et al., 1990), passando por outros modelos teóricos baseados em constructos onde, por exemplo, um constructo cognitivo, como a inteligência, seria uma função chave dos lobos frontais (Duncan et al., 1996), até às teorias que contemplam o sistema executivo como sendo formado por um número de componentes que trabalham juntos, podendo, no entanto, serem analisados separadamente.

Apresentaremos em seguida alguns dos principais modelos das funções executivas. A sua exposição seguirá um critério cronológico, começando pelo de (Baddeley & Hitch, 1974), continuando com os de Norman e Shallice (1986), de Miyake e colaboradores (2000), de Anderson(2002), e por último, o modelo de Diamond (2013).

2.2.1. Modelo da Memória de Trabalho de Baddeley e Hitch (1974)

Talvez o modelo de funções executivas mais influente tenha sido aquele proposto em 1974 por Baddeley e Hitch, quando perceberam o papel vital desempenhado pela memória de curto prazo na realização de tarefas complexas.

Estes autores constataram que as informações armazenadas na memória de curto prazo têm que ser frequentemente manipuladas e/ou temporariamente mantidas enquanto são realizados outros processos adicionais, p. ex. durante o cálculo mental. Uma vez que estes processos podem ocorrer tanto com o material de carácter qualitativo como com

informações do tipo quantitativo, o termo "memória de trabalho" foi o selecionado para descrever o tipo de processos envolvidos.

Mais tarde, o constructo de memória de trabalho foi dividido por Baddeley em quatro componentes, conforme representados na Figura 1:

1. O executivo central - um sistema de atenção como o SAS – Sistema Atencional de Supervisão, proposto por Norman e Shallice (1986), e que apresentaremos adiante.
2. *Loop* fonológico - este componente tem como finalidade processar e armazenar informações, de forma temporária, num arquivo de formato fonológico ou baseado na fala e, deste modo, conseguir preservar as palavras faladas na ordem em que foram percebidas.
3. Bloco-notas visuoespacial - fornece manipulação e armazenamento temporário de espaço e de informação de carácter visual, mantendo uma imagem detalhada de um cenário ou ambiente, como cores e formas de objetos.
4. *Buffer* episódico (adicionado por Baddeley, 1974) - componente de armazenamento temporário, que pode integrar informação proveniente do bloco de notas visuoespacial e do *loop* fonológico.

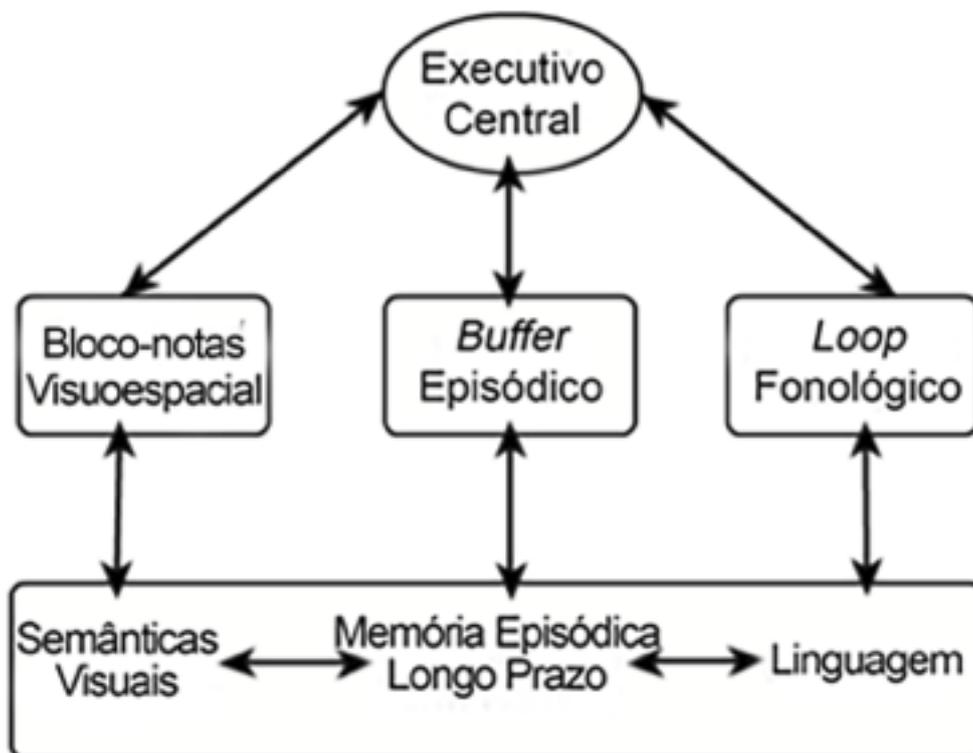


Figura 1- Modelo da Memória de Trabalho de Baddeley (2000)

No centro do modelo está a ideia do executivo central, proposto em 1986 por Norman e Shallice, sendo esta uma ideia que ainda subsiste nos modelos contemporâneos de funções executivas (os quais são mais frequentemente reconhecidos como de "atenção") e assume o papel de comando a nível dos lobos frontais, delegando processos relevantes ao *loop* fonológico e ao bloco-notas visuoespacial, ao mesmo tempo que coordena o fluxo de informação no cérebro.

O uso e a coordenação de múltiplos componentes da memória de trabalho foram evidenciados por Robbins e colaboradores (1996), mostrando que, até certo ponto, duas tarefas podem ser executadas de uma só vez, desde que sejam de natureza distinta - o *loop* fonológico e o esboço visuoespacial, por exemplo, só são capazes de processar um tipo de tarefas de cada vez, o que também destaca a natureza limitada da capacidade da memória de trabalho. Além disso, o executivo central pode coordenar o processamento cognitivo da informação e integrar diferentes fontes de dados para realizar comportamentos cognitivos cada vez mais complexos, como o raciocínio, o planeamento e o estabelecimento de metas, através do *buffer* episódico (adicionado à revisão do modelo em 2000) e a comunicação com a memória de longo prazo.

2.2.2. Modelo do sistema atencional de supervisão de Norman e Shallice (1986)

Em 1986, Norman e Shallice também se debruçaram sobre os sistemas de atenção, desenvolvendo o Sistema Atencional de Supervisão (SAS), que tinha alguns pontos em comum com o modelo do executivo central, tendo também recebido a concordância de Baddeley. Neste modelo, a atenção desempenha um papel fulcral no entendimento do nosso mundo, determinando as nossas ações e comportamento.

O Sistema Atencional de Supervisão faz referência a trabalhos anteriores sobre a distinção entre recursos cognitivos limitados, atividade cognitiva controlada e cognição automática (Shiffrin & Schneider, 1977). Este sistema identifica atividades que inicialmente requerem uma resposta consciente e controlada (atenção), podendo eventualmente tornar-se tão bem treinadas que, no futuro, não irão necessitar de atenção adicional e tornam-se autónomas.

Assim, Norman e Shallice apresentaram um modelo para explicar a capacidade de executar seqüências automáticas, mas permitindo, em simultâneo, que processos deliberados de controlo consciente intervenham quando necessário (ver Figura 2).

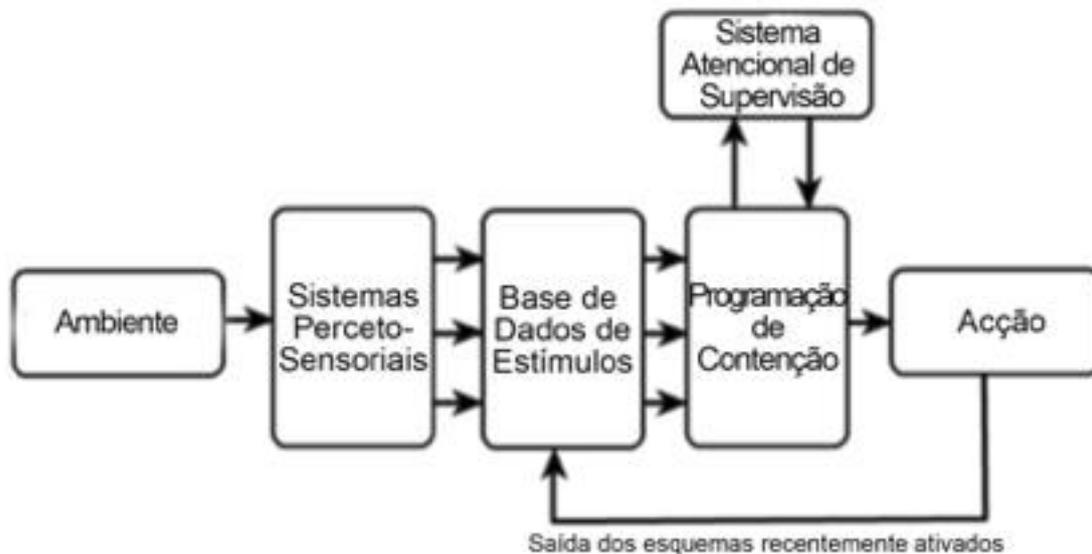


Figura 2- Modelo do Sistema Atencional de Supervisão de Norman e Shallice (1986)

O modelo representa processos autónomos como "esquemas" - que constituem uma biblioteca de *scripts* cognitivos de respostas mentais e físicas aprendidas, associadas a estímulos percetivos, por exemplo, se começar a chover (estímulo percetual) eu coloco o capuz (esquema). Entretanto, em situações para as quais não há esquema, ou então, existem vários esquemas alternativos, o Sistema Atencional de Supervisão, entra em cena, usando um método chamado "programação de contenção" para dar prioridade a um esquema sobre outro ou formular um novo esquema baseado nas soluções para problemas semelhantes (V. Anderson et al., 2011).

2.2.3. Modelo Psicométrico de Miyake (2000)

Uma abordagem ligeiramente diferente foi seguida por Miyake e colaboradores (2000), os quais, na tentativa de analisar e validar o seu modelo, utilizaram a análise fatorial confirmatória para, dessa forma, conseguirem compreender o papel dos fatores que dificultavam a realização das tarefas desenvolvidas pelas funções executivas nos indivíduos adultos.

Para estes autores, os elementos executivos organizavam-se de acordo com três dimensões, a flexibilidade mental (no original designada por *shifting*), que corresponde à capacidade para mudar o foco atencional, a memória de trabalho – que estava relacionada com a monitorização e conservação da informação (no original *updating*), e por último, a inibição ou bloqueio (*inhibition*, no texto original), que tinha como objetivo inibir as respostas preponderantes (ver Figura 3). De acordo com este modelo, estas três dimensões apresentam-se relacionadas, embora sejam construídas separadamente e bastante diferenciadas dos elementos das funções executivas.

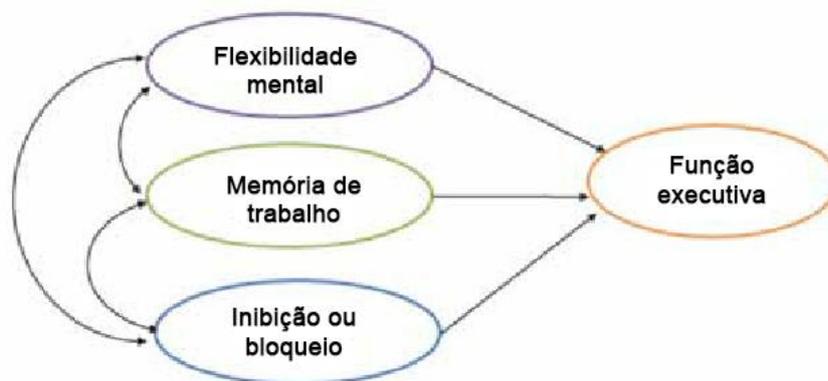


Figura 3 - Modelo das Funções executivas de Miyake (2000)

A nível da sua validação psicométrica, como já foi referido, estes autores testaram vários modelos estruturais através da análise fatorial confirmatória, tendo obtido resultados satisfatórios nos vários modelos testados. Estes modelos foram, na generalidade, bem aceites em estudos neuro psicológicos, embora Diamond (2013) refira que os modelos de Miyake serviriam de suporte a outras tarefas executivas, mais difíceis, como por exemplo a resolução de problemas, pensamento abstrato e planeamento.

2.2.4. Modelo de Sistema de Controlo Executivo de Anderson (2002)

À medida que os primeiros modelos das funções executivas foram evoluindo, a forma de os conceitualizar foi-se afastando dos modelos que contemplavam uma estrutura unitária, para privilegiar modelos onde era visível a descentralização do componente executivo. Um desses modelos foi descrito por P. Anderson (2002), que definiu quatro componentes interrelacionados, mas dissociáveis das funções executivas (Boyle & Boyle,

2014): controlo atencional, processamento de informação, flexibilidade cognitiva e definição de metas (ver Figura 4).

1. Componentes de controlo atencional – que contemplam aspetos de inibição e auto monitorização. Estes componentes incluem atenção seletiva (focando-se em estímulos específicos e mantendo a atenção focada ao longo do tempo), autorregulação e auto monitorização (iniciação de ações/processos, monitorização e encerramento de ações/processos) e inibição (de informação e respostas prepotentes) (V. Anderson et al., 2011).
2. Componentes de processamento de informação - referem-se à velocidade de reação após um estímulo (Boyle & Boyle, 2014).
3. Flexibilidade cognitiva - produz uma interpretação semelhante à flexibilidade mental que recorre à memória de trabalho em alguns processos de atenção.
4. Objetivos de definição de metas – ao contrário de outros modelos, o estabelecimento de metas está incluído como um aspeto do planeamento, sendo no modelo de Anderson (2002) o componente principal para as funções executivas, como planeamento, raciocínio e coordenação de estratégias.

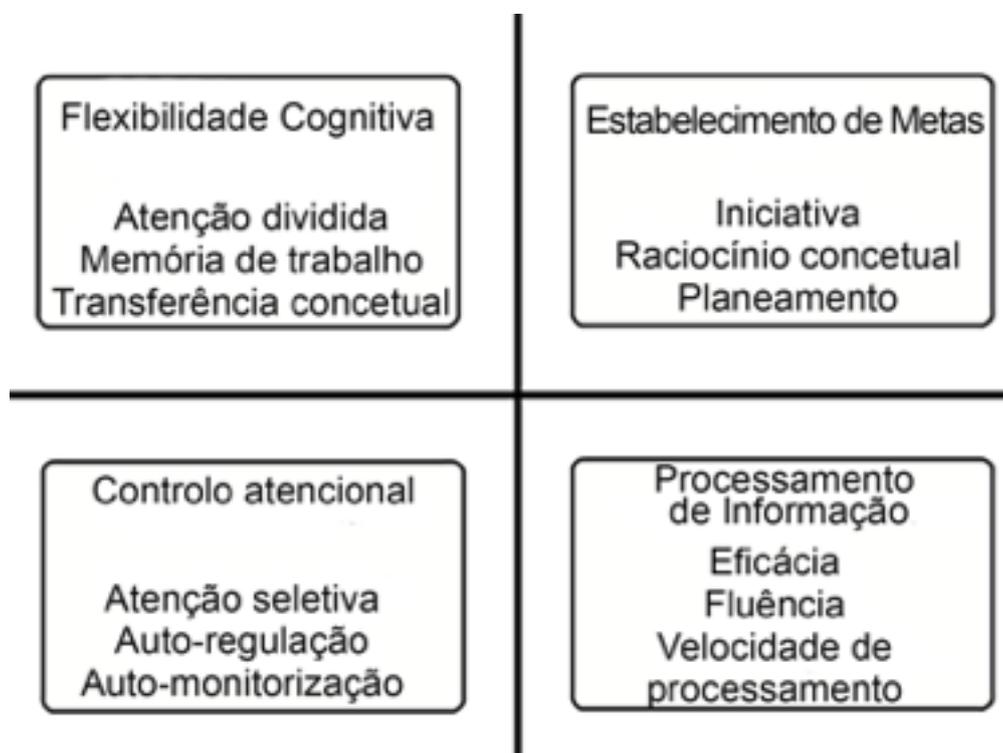


Figura 4- Modelo das Funções executivas de Anderson (2002)

2.2.5. Modelo das Funções Executivas de Diamond (2013)

A pesquisa de Adele Diamond nesta área, desde os anos 80, definiu o modo como as funções executivas emergem e se desenvolvem, quais os processos biológicos subjacentes ao conceito e as suas aplicações para além das de carácter neurocientífico, aplicando-se a diversas áreas como a saúde, o exercício físico, o comportamento social e qualidade de vida.

O modelo de funções executivas de Diamond (2013), baseia-se nas visões atuais de outros investigadores, destacando-se entre eles o trabalho de Miyake e colaboradores (2000), que consideram uma série de funções individualizadas de alto nível que derivam do mesmo conjunto de funções subjacentes de nível inferior (Friedman et al., 2006).

De acordo com Diamond, as funções executivas são definidas como “uma família de processos mentais *top-down*”, (Diamond, 2013), apresentado em concordância com o sistema proposto por P. Anderson (2002), segundo o qual, as funções executivas apenas estariam envolvidas em comportamentos conscientes.

O modelo de Diamond propõe uma estrutura hierárquica de funções executivas, com módulos de memória de trabalho e controlo inibitório no nível fundamental, a flexibilidade cognitiva como produto de ambos os módulos, e funções de alto nível que seriam resultantes das combinações de uma ou várias destas habilidades ou módulos principais.

Por exemplo, podemos supor que uma função de ordem superior, como o planeamento, pode exigir o uso de memória de trabalho, controlo inibitório e flexibilidade cognitiva.

A inibição é definida como o ato de controlar a atenção, comportamento, pensamentos e/ou emoções para substituir uma forte predisposição interna ou atração externa, assumindo um amplo espectro que inclui a inibição da atenção, bem como da ação e do pensamento - que a autora define como autocontrolo, atenção seletiva/focada e inibição cognitiva, respetivamente. Levando em conta a natureza diversa destes componentes (Nigg, 2000), a autora explica que a atenção e o controlo partilham bases neurais substancialmente similares (Best & Miller, 2010; Bunge et al., 2002; Diamond, 2013). Diamond também explica que o controlo inibitório se desenvolve a um ritmo diferente quando comparado com os outros componentes, sendo esse desenvolvimento mais prolongado, mais difícil de exercer em crianças e jovens do que nos adultos, e

voltando a observar-se um declínio com a idade (V. Anderson et al., 2011; Best & Miller, 2010).

Como exemplo do que acabamos de dizer, podemos referir a consciência fonológica, a qual nos permite misturar os componentes de fração de som e sílabas, como exemplo de uma competência ligada ao controlo inibitório, sendo importante nas atividades ligadas quer ao nível da leitura quer ao nível da escrita (Clancy Blair & Razza, 2007; Dalziell et al., 2015).

Embora considere a memória de trabalho e o controlo inibitório como conceitos distintos, Diamond afirma que se relacionam mutuamente. Além disso, para esta autora, a atenção seletiva e a inibição cognitiva poderiam facilmente ser categorizados dentro da memória de trabalho, atendendo à sobreposição que se verifica entre estas funções (Diamond, 2013).

De acordo com o seu modelo, os programas e intervenções devem ser projetados levando em conta fatores de vária ordem, como o treino informatizado, a atividade física ou a especificidade do currículo académico (Diamond, 2012). A autora avaliou as contribuições de cada uma dessas áreas quanto à sua capacidade para promover o treino das funções executivas na infância e estabeleceu um conjunto de princípios gerais relativos a estes programas, nomeadamente:

1. Aqueles que mais precisam da melhoria das funções executivas serão os que mais benefícios poderão ter, uma vez que as crianças com maiores problemas a nível das suas funções executivas irão retirar mais proveito dos programas de treino e intervenção, o que pode ser usado para nivelar o brincar e minimizar as desigualdades sociais na saúde e na realização (Flook et al., 2010; Karbach & Kray, 2009; Lakes & Hoyt, 2004).
2. A generalização dos efeitos de transferência do treino das funções executivas é variável, uma vez que outras atividades, para além das que constituem o treino específico podem sair favorecidas (Nutley & Söderqvist, 2017), com a exceção das atividades ligadas à memória de trabalho, as quais normalmente apenas apresentam melhorias nessa área, enquanto que programas que adotam uma visão mais holística e geral apresentam benefícios mais alargados (Lakes & Hoyt, 2004), como as que estão ligadas aos currículos escolares (Raver et al., 2011; Riggs et al., 2010).

3. O limite da capacidade das funções executivas das crianças deve ser testado através de atividades motivadoras, que representem um desafio, podendo incluir competição e treino. À medida que os níveis das funções executivas das crianças melhoram, as exigências de treino devem aumentar para preservar o desafio e a motivação, e consequentemente, o interesse da criança na atividade (Davis et al., 2011; Diamond et al., 2007a; Holmes et al., 2009; Nutley & Söderqvist, 2017). Estudos já realizados mostraram que as maiores diferenças entre grupos de controlo e grupos de intervenção ocorrem quando os primeiros são submetidos a desafios mais exigentes a nível das suas funções executivas, perto dos limites das competências demonstradas por essas crianças (Diamond, 2012).
4. A prática e a repetição são fundamentais, uma vez que os proveitos a nível das funções executivas parecem depender do tempo de prática dedicado à aquisição ou aperfeiçoamento dessas competências (Klingberg et al., 2005). Desse modo, Diamond defende que o treino deve ser variado e incorporado em diferentes atividades para manter o interesse das crianças.
5. A atividade física é benéfica para o desenvolvimento do indivíduo e para o seu autocontrolo. De acordo com Diamond, juntar uma atividade aeróbica com uma tarefa de treino cognitivo traz mais benefícios do que quaisquer destas abordagens por si só (Best, 2012; Diamond, 2015). Por exemplo, exercícios com ênfase no desenvolvimento do carácter ou autorregulação, como *taekwondo* (arte marcial), mostraram melhorias em todas as dimensões do controlo inibitório (na dimensão cognitiva, disciplina e regulação das emoções, através de tarefas de distração e de perseverança) quando comparados com um grupo de controlo (Lakes & Hoyt, 2004).

Além destes princípios, Diamond observou as características comuns implantadas em três dos programas existentes que têm dado resultados reconhecidamente positivos a nível da melhoria das funções executivas das crianças, concluindo que um programa de treino eficaz caracteriza-se por: (a) ajudar as crianças a exercitar as suas funções executivas, o que é feito numa forma constante e cada vez em níveis de dificuldade progressivamente mais elevados; (b) reduzir o stress na sala de aula; (c) tomar precauções para que as crianças não se sintam constrangidas; (d) promover fatores de socialização positivos, como a alegria das crianças, orgulho e autoconfiança; (e) adotar uma abordagem

ativa e prática relativamente à aprendizagem; (f) ter a capacidade de facilmente conseguir integrar crianças progredindo em níveis diferentes; (g) enfatizar o desenvolvimento do carácter, assim como o desenvolvimento académico; (h) enfatizar a linguagem oral; (i) envolver as crianças em atividades recíprocas em que se possam ensinar umas às outras, e (j) promover competências sociais e vínculos (Diamond, 2012; Diamond & Lee, 2011).

2.3. Disfunções executivas

Como referido anteriormente, as funções executivas, são um fator-chave para o comportamento direcionado por objetivos, sendo estas funções necessárias nos momentos em que um indivíduo se confronte com situações novas ou complicadas, que obriguem a tarefas de planeamento, de tomada de decisão, de resolução de problemas ou que necessitam de alterar uma resposta frequente (Hughes & Graham, 2002).

Como refere Damásio (1998), são vários os estudos que demonstram que as perturbações ao nível do funcionamento executivo, podem levar a dificuldades significativas na vida quotidiana, ainda que, as outras funções cognitivas possam estar relativamente preservadas.

A disfunção executiva vai assim provocar uma diminuição da capacidade do indivíduo em executar atividades importantes do seu dia-a-dia, desde as atividades académicas ou sociais até às atividades que impliquem cuidados individuais (Slick et al., 2006). Mas uma vez que não se trata de uma perturbação de carácter uniforme, o que se pode observar é um conjunto bastante variado de défices, que se podem traduzir em alterações ao nível da cognição, dos comportamentos ou da personalidade (V. Anderson et al., 2002; Gioia et al., 2001), o que pode levar os indivíduos a sentir dificuldades para desenvolverem planos de resolução desses problemas, para regular de forma adequada o seu comportamento ou, ainda, para mudar de forma positiva as suas atitudes comportamentais (Goulden & Silver, 2009).

Os problemas comportamentais e os traços de personalidade associados à disfunção executiva incluem vários fatores, como a reduzida autorregulação, dificuldades de ajustamento psicossocial, baixa autoestima, apatia, motivação reduzida, autocontrolo inadequado e uma consciência de si muito limitada (V. Anderson et al., 2002).

Quanto às dificuldades sociais, frequentemente resultam de competências interpessoais diminuídas, aptidões de comunicação pouco eficazes e de afinidades sociais desajustadas, desenvolvendo assim uma fraca relação social.

Numerosos estudos têm incidido sobre as disfunções executivas em crianças, em áreas muito diversificadas, como as associadas às perturbações do sono (Archbold et al., 2004; Esposito et al., 2013) ou, mais particularmente, em contexto educativo (Fernández et al., 2014) ou com dificuldades de leitura (Locascio et al., 2010), uma vez que estas disfunções executivas são um fator de perturbação da aprendizagem e do bom desempenho escolar.

2.4. A importância das funções executivas na aprendizagem em contexto escolar

Vários estudos têm evidenciado a associação positiva entre funções executivas e o desempenho académico (Gunzenhauser & Nückles, 2021), uma vez que o envolvimento nas atividades escolares exige que as crianças façam apelo às competências relacionadas com as funções executivas.

Quando existem perturbações ao nível das funções cognitivas, as crianças podem exteriorizá-las através de vários sinais. Entre estes salientam-se um baixo nível de controlo dos impulsos, dificuldades de monitorizar ou regular o comportamento, fraca aptidão de planeamento e resolução de problemas, falta de habilidade de raciocínio, dificuldades na criação ou implementação de estratégias, perseverações e inflexibilidade mental, má utilização do feedback e memória de trabalho reduzida. (P. Anderson, 2002).

As manifestações comportamentais e emocionais da disfunção executiva alteram diretamente o humor, o afeto, o nível de energia, a iniciativa e os comportamentos morais e sociais (S. Anderson et al., 1999; Barrash et al., 2000; Grattan, 1991). Nesse sentido, algumas crianças e jovens com disfunção executiva podem revelar-se apáticas, desmotivadas e indiferentes e outras podem manifestar comportamentos de impulsividade e agressividade (P. Anderson, 2002). À semelhança dos adultos, os jovens podem apresentar dificuldades decorrentes de impedimentos executivos, como fazer perguntas socialmente inadequadas, revelar dificuldades em compreender o sentido de humor, não avaliar de forma adequada as consequências das suas ações, e, muitas vezes, ignorar as regras e as convenções sociais (P. Anderson, 2002).

São comuns os sinais de inflexibilidade e rigidez cognitiva, que podem manifestar-se através de uma forte resistência à mudança de atividades, incapacidade em alterar ou adaptar comportamentos aprendidos ou em aprender com os erros e, como tal, muitas crianças e adolescentes com disfunção executiva apresentam uma relação interpessoal deficitária e muitas dificuldades em manter relacionamentos sociais significativos (P. Anderson, 2002).

Vários autores salientaram que as funções executivas estavam fortemente correlacionadas, de modo positivo, a muitos fatores relevantes no desenvolvimento da criança (Diamond & Taylor, 1996; Espy, 1997; Zelazo & Reznick, 1991), nomeadamente na competência sócio emocional e na disponibilidade para executar o trabalho escolar, sendo este facto bastante visível desde a primeira infância, (Carlson et al., 2004; Hughes & Ensor, 2007).

Na educação, as funções executivas têm sido fortemente associadas ao sucesso académico em todas as áreas de desenvolvimento nos seus diferentes estágios, desde o pré-escolar até ao ensino secundário. Como já referido, o nível e a qualidade das funções executivas são um dos melhores preditores do sucesso académico, mais indicativo das capacidades do que o quociente de inteligência (Diamond et al., 2007b).

Um exemplo do que acabámos de dizer é o estudo de León e colaboradores (2013), onde foi investigada a relação entre funções executivas e o desempenho académico de 40 crianças entre 6 e 9 anos de uma escola pública, que foram avaliadas através de um instrumento respondido por pais e professores, sobre as funções executivas observadas em atividades e comportamentos do dia-a-dia da criança, tendo os resultados evidenciado que as crianças que foram avaliadas como tendo as melhores competências executivas eram as que apresentavam melhor desempenho académico, desde as fases iniciais do ensino.

Noutro trabalho, um estudo longitudinal realizado por Willoughby e colaboradores (2012), com uma amostra de 1036 crianças em idade escolar, oriundas de famílias com diferentes condições socioeconómicas, os resultados indicaram que os resultados numa bateria com tarefas ligadas às funções executivas, eram semelhantes nas crianças dos diferentes meios socioeconómicos. Por outro lado, verificou-se uma forte associação entre os resultados obtidos nessas tarefas e o nível de desempenho académico. Através dum modelo testado, os autores concluíram que os resultados obtidos na bateria estavam fortemente relacionados com uma variável latente que media a realização académica

global, bem como com testes padronizados individuais que mediram a consciência fonológica, a identificação de letras e as habilidades de matemática precoce.

Com base em 21 amostras ($n = 7.947$), Pascual e colaboradores (2019) efetuaram uma meta-análise com o objetivo de pesquisar a relação entre as funções executivas e o desempenho académico no ensino primário (6-12 anos). Verificaram que essa relação era significativa, apresentava um tamanho de efeito médio e que as funções executivas revelaram ser um bom preditor do desempenho académico.

A nível da linguagem e da matemática, os resultados foram semelhantes, embora ligeiramente superiores para a matemática ($r = 0,350$; $r = 0,365$), o que está de acordo com a teoria de que as funções executivas têm maior influência no desempenho matemático é apoiada, especialmente em aspetos como codificação, organização e recuperação imediata da informação. No que diz respeito aos diferentes componentes da função executiva (memória de trabalho, inibição, flexibilidade cognitiva e planeamento), a memória de trabalho foi a que teve a maior presença e peso preditivo para o desempenho. (Pascual et al., 2019).

Foi também analisado o efeito moderador da idade, tendo sido concluído que o mesmo não era significativa, sendo este resultado é especialmente importante, uma vez que a idade tem sido tradicionalmente considerada como a variável moderadora das funções executivas. A revisão revela um bom poder preditivo das funções executivas na fase de ensino primário, e é ainda maior nas primeiras idades, indicando o seu grande significado na descrição do desempenho futuro (Pascual et al., 2019).

De igual modo, a capacidade de controlo e autorregulação está positivamente associada a um comportamento positivo na sala de aula, (Brook & Boaz, 2005; Cameron Ponitz et al., 2008; Saracho & Spodek, 2001), uma vez que as respostas são menos impulsivas, as estratégias podem ser melhor planeadas e o comportamento mais adaptado, o que naturalmente contribui para uma melhor aprendizagem escolar, enquanto as perturbações nas funções executivas provocam quebras de rendimento e dificuldades de desempenho ótimo estando, por isso, associadas a um menor desempenho académico (Dalziell et al., 2015; Vitaro et al., 2005).

No seu estudo de 2015, Dalziell e colaboradores verificaram que um grupo de crianças com baixo desempenho escolar, associado a um deficiente rendimento a nível das funções executivas apresentou uma melhoria significativa ao nível das suas funções executivas, após cumprir um programa de exercício físico, o que se traduziu numa

melhoria do seu rendimento académico. Por outro lado, num estudo efetuado no Canadá, foi verificado que as crianças que apresentavam perturbações das funções executivas traduzidas em comportamentos disruptivos apresentavam uma taxa significativamente inferior de sucesso a nível académico (Vitaro et al., 2005).

Lembremos que as funções executivas e as competências de autorregulação são os processos mentais que nos permitem planear atividades, focar a atenção, lembrar as instruções e realizar várias tarefas com êxito (Hofmann et al., 2012). A metáfora de um sistema de controlo de tráfego aéreo num aeroporto tem sido usada muitas vezes para as funções executivas, fazendo a gestão das chegadas e partidas de vários aviões em diferentes pistas e, de modo análogo, o cérebro precisa dessa habilidade para filtrar distrações, dar prioridade a certas tarefas sobre outras, definir metas e atingi-las, bem como controlar impulsos. Quando isso não acontece e as crianças apresentam problemas ao nível do desenvolvimento das funções executivas e competências de autorregulação, a aprendizagem poderá ser prejudicada e o sucesso académico pode ficar comprometido (Slot et al., 2017).

Deste modo, percebe-se que as funções executivas estão fortemente relacionadas com as competências necessárias ao longo do percurso académico, particularmente nas áreas das matemáticas e com as competências associadas à leitura, as quais, por sua vez, são fortemente influenciadas pela memória de trabalho e pelo controlo inibitório. Como outro exemplo da associação entre as funções executivas e o desempenho académico, podemos referir o trabalho de Rhodes e colaboradores (2016), que demonstraram a associação entre a habilidade visuoespacial da memória de trabalho e o nível de desempenho em Química.

Embora seja reconhecida a associação entre as funções executivas centrais, memória de trabalho, controlo inibitório e resultados académicos, são poucos os estudos que têm como objetivo avaliar a importância das funções executivas mais sofisticadas. Num estudo (Bull et al., 2004) foi demonstrada a relação entre o desempenho académico (matemática e capacidade de leitura) e funções executivas de ordem superior, tendo sido usada uma amostra de 118 crianças em fase de desenvolvimento ($M = 4$ anos, 9 meses, $SD = 6$ meses), em que metade delas completou a Torre de Hanói e a outra metade a Torre de Londres, tendo os autores concluído que embora as duas tarefas não possam ser consideradas equivalentes, ambas demonstraram que as maiores taxas de sucesso se encontravam associadas a uma maior flexibilidade mental e um melhor planeamento.

Outro estudo evidenciou a relação entre as funções executivas de ordem superior e a capacidade de redação de relatórios estruturados, em crianças com idades compreendidas entre os 8 e 9 anos, após o controlo do envolvimento das funções executivas centrais individuais (Altemeier et al., 2006), enquanto Naglieri & Rojahn (2004) encontraram uma correlação moderada entre a Escala de Planeamento CAS (uma tarefa envolvendo três funções executivas) e o desempenho académico global.

Pode-se, deste modo, concluir que o treino das funções executivas pode ser benéfico para aquelas disciplinas académicas “onde é necessária a criação e implementação de estratégias de resolução de problemas” (Best et al., 2011, p. 335) como por exemplo, no caso da matemática.

De um modo geral, podemos afirmar que a relação entre as competências ligadas às funções executivas e as capacidades de resolução de problemas, funciona nos dois sentidos, dado que ambas são baseadas no autocontrolo. Incluindo-se aqui as funções executivas “frias” e “quentes”, dado que as mesmas estão ligadas ao controle cognitivo e à regulação emocional, e ainda todo um conjunto de processos que são necessários para a correta aplicação da função executiva nas definições de objetivos e tomadas de decisão (Drigas & Karyotaki, 2019).

Por exemplo, as crianças que demonstraram melhor controlo inibitório apresentavam um melhor conjunto de resultados a nível das suas competências sociais, o que indica que a identificação precoce de dificuldades de controlo inibitório pode ser benéfica para as crianças em risco de ter ou vir a desenvolver comportamentos inadaptativos. (Hughes & Ensor, 2011).

Desta forma, compreende-se que uma boa capacidade de resolução de problemas, a qual está suportada por um bom desempenho a nível das funções executivas, é essencial não só para uma boa integração da criança no seu meio, para uma boa qualidade das respostas ao problemas do quotidiano, e também para potenciar as suas capacidades de desenvolvimento, quer académico quer pessoal (Brock et al., 2009; O’Toole et al., 2020).

2.5. Funções executivas e Dificuldades de Aprendizagem

No que se refere à relação entre funções executivas e dificuldades de aprendizagem, alguns alunos podem ter, por exemplo, a capacidade de apreender de forma adequada alguns conteúdos académicos, embora depois venham a apresentar muitas dificuldades

para explicar os seus conhecimentos, o que pode ser devido aos défices/perturbações das funções executivas em vários domínios como o planeamento, estabelecimento de metas, priorização, início de tarefas, organização de materiais e informações, gestão do tempo, reflexão sobre o trabalho e à capacidade de ir alternando entre diferentes atividades (Meltzer, 2007).

Além disso, estas crianças podem ainda deparar-se com desafios ligados à esfera da aprendizagem social, em particular às dificuldades na regulação emocional e comportamental, interações falhadas com os seus pares o que leva muitas vezes a que sejam ostracizadas pela comunidade escolar (Anderson et al., 2002).

Todo este conjunto de situações atrás referidas, podem levar a que as crianças que apresentam um comprometimento ou um rendimento de qualidade inferior a nível das funções executivas comecem a apresentar uma situação de insucesso escolar mais ou menos acentuado o que, em casos mais extremos, pode mesmo contribuir para aumentar as taxas de abandono escolar (Diamond & Lee, 2011).

Podemos considerar as funções executivas como um conceito abrangente, que inclui processos cognitivos diretamente relacionados com a negociação bem sucedida de tarefas educativas e relacionadas com a vida quotidiana (Watson et al., 2016). As funções executivas englobam a capacidade de ser mental e comportamental flexível, bem como de utilizar competências de resolução de problemas que ajudam na realização de objetivos (Altemeier et al., 2006; Davidson et al., 2006).

Conforme já mencionado, vários estudos têm evidenciado a relação entre um menor rendimento a nível das funções executivas e as dificuldades de aprendizagem (Bapte & Vashistha, 2018; Deng et al., 2020; Lima et al., 2011; Woolley, 2008). Se levarmos em conta que as funções executivas são responsáveis pela organização de um conjunto de capacidades que permite ao sujeito avaliar situações, planejar etapas de execução ou tomar decisões (Lezak, 2004), facilmente se compreenderá que um menor rendimento das funções executivas irá interferir de forma negativa no processo de aprendizagem. As crianças com disfunções executivas apresentam dificuldades em iniciar a tarefa que lhes é pedida, em planeá-la e organizá-la de forma eficaz, em alterar estratégias e respostas, ocorrendo muitas vezes erros perseverativos (Strauss et al., 2006).

O impacto negativo das perturbações a nível das funções executivas na aprendizagem em ambiente escolar, pode assim ser categorizado em duas grandes categorias, uma mais exterior e visível, detetável através das perturbações do

comportamento, e outra mais interno, correspondente à organização do pensamento e restantes funções cognitivas.

A relação entre compreensão na leitura e memória de trabalho já foi bastante estudada, e são vários os estudos que a referem (Borella et al., 2010; Carretti et al., 2009; Faria & Mourão Júnior, 2013), ao mesmo tempo que outros trabalhos chegaram à conclusão que a memória de trabalho é o elemento que apresenta uma maior importância a nível da compreensão, uma vez que as crianças que apresentavam mais dificuldades relacionadas com a compreensão eram igualmente aquelas que tinham um pior desempenho ao nível das suas funções executivas (Cutting et al., 2009; Nguyen et al., 2020). Noutro trabalho, Salles e Parente (2006) já tinham verificado que os resultados numa tarefa de compreensão de leitura, os resultados obtidos correlacionavam-se fortemente com as tarefas que avaliavam as funções executivas.

Num estudo de 2017, com 302 crianças cujo nível de ensino estava entre o 1º e o 9º ano, Gonçalves e colaboradores evidenciaram a importância da qualidade das funções executivas enquanto preditor do sucesso académico, realçando o papel da flexibilidade cognitiva nos domínios do cálculo, leitura e escrita.

Ao nível comportamental, as crianças com perturbações ao nível das suas funções executivas apresentam problemas que se observam no seu ambiente, quer este seja familiar ou escolar. De um modo geral, estas crianças apresentam dificuldades em seguir as instruções que lhes são fornecidas, ao mesmo tempo que se verificam com bastante frequência comportamentos de oposição ou de agressividade (Benczik & Casella, 2015). Já num trabalho anterior, um estudo longitudinal com crianças do ensino básico, foi evidenciado o papel da memória de trabalho e do controle inibitório nas competências de leitura e escrita, e mais particularmente, na regulação de fatores emocionais diretamente ligados ao comportamento da criança, o qual nos casos de controlo inibitório menos eficaz se traduzia em comportamentos mais problemáticos (Monette et al., 2011)

Podemos assim concluir que existe um largo conjunto de evidências que suportam a relação entre as funções executivas e a aprendizagem das crianças, uma vez que as competências a nível do planeamento, seleção, retenção e organização da informação relevante são fundamentais para levar a cabo as tarefas relacionadas com a aprendizagem (Corso et al., 2013), donde parece claro que défices ao nível das funções executivas são uma das principais causas do insucesso escolar (C. Blair, 2013; Mourão Junior & Melo, 2011).

2.6. Intervenção cognitiva e desempenho escolar

As funções executivas desenvolvem-se logo a partir do primeiro ano de vida da criança, sendo esse desenvolvimento mais acentuado entre os 6 e os 12 anos de idade, e prolongando-se até o fim da adolescência, embora algumas funções executivas específicas também possam continuar a ser desenvolvidas até à idade adulta.

Nos estudos efetuados com crianças com idades compreendidas entre os 8 e os 13 anos e com indivíduos adultos, foi possível identificar os três processos ou componentes principais das funções executivas, nomeadamente, o controlo inibitório, a memória de trabalho e a flexibilidade cognitiva (Miyake et al., 2000), enquanto noutros estudos, também com crianças, desta vez com idade compreendidas entre os 11 e 12 anos, foram identificados apenas o controlo inibitório e a memória de trabalho (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

As competências a nível das funções executivas estão diretamente correlacionadas com a qualidade do desempenho académico, como ficou demonstrado num estudo realizado sobre a memória de trabalho, com 46 crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 11 anos, diagnosticadas pela escola com dificuldade de aprendizagem específica, nomeadamente ao nível da leitura. Os resultados obtidos mostraram que a capacidade das crianças em processar a informação encontrava-se comprometida devido a défice encontrada na memória de trabalho (Gathercole et al., 2006). As crianças diagnosticadas com esse défice, a nível da dificuldade de aprendizagem, apresentaram igualmente outras dificuldades relacionadas com as funções executivas, nomeadamente na capacidade em receber informações e executá-las com exatidão (Gathercole et al., 2006). Outros trabalhos mostraram que o controlo inibitório atencional se correlaciona de modo positivo com o desempenho escolar em algumas disciplinas importantes, como a linguagem e a matemática, em crianças que frequentavam escolas primárias (Clancy Blair & Razza, 2007; Miyake et al., 2000).

Vários trabalhos evidenciaram o facto de que as crianças que apresentavam melhores níveis nas funções executivas, como por exemplo o controlo inibitório e a autorregulação, revelavam melhores capacidades de assimilar as informações disponibilizadas, apresentavam melhor capacidade de aprendizagem e obtinham melhor desempenho escolar. Por outro lado, as crianças com dificuldade de aprendizagem apresentavam mais resistência em executar com exatidão as atividades que lhes eram

pedidas, sendo que, nos casos mais graves, não chegavam a conseguir realizar as tarefas estipuladas pela escola, provocando uma redução no desempenho académico e motivando algum desconforto no comportamento da criança.

A intervenção neste tipo de situações é de grande importância, servindo não só para apoiar a criança no seu desempenho escolar, mas também para auxiliar igualmente os familiares, ajudando a conter a situação, evitando que a mesma se prolongue e agrave, promovendo a inserção no meio social e criando condições para que a criança consiga ultrapassar momentos de grande dificuldade e sofrimento emocional, que podem ser prejudiciais para a sua saúde e bem estar (Clancy Blair & Razza, 2007; Vitaro et al., 2005).

Mais recentemente, Robinson e colaboradores (2014) efetuaram uma revisão sistemática e meta-análise das intervenções cognitivas em crianças, tendo concluído que as meta-análises fornecem provas dos benefícios das intervenções cognitivas, com efeitos elevados significativos e positivos em todos os domínios de resultados, com exceção do controlo inibitório. A magnitude destes efeitos era grande (isto é, $> 0,75$) para a atenção, memória de trabalho e tarefas de memória, e média (superior a 0,30) para a realização académica e para escalas de classificação de comportamento que avaliaram a atenção e memória de trabalho. Estas constatações foram consistentes com os resultados de outras meta-análises, sugerindo que as intervenções cognitivas promovem uma maior mudança nas capacidades cognitivas a que se direcionam do que em medidas de função mais amplas (Melby-Lervåg & Hulme, 2013).

3. Treino cognitivo das funções executivas em crianças

De acordo com Cicerone e colaboradores (2006), é de presumir que a função executiva represente uma competência de alto nível, a qual é independente de outros tipos de cognição, uma vez que já foi observado que as funções executivas estão associadas ao desempenho em várias outras funções. Estas associações vão desde as que estão mais relacionadas com a memória, até outras mais complexas como, por exemplo, a resolução de conflitos. Outro exemplo é quando os défices de memória não têm origem apenas na incapacidade de estabelecer traços de memória, podendo o seu desempenho ser afetado por outros problemas, como falhas ao nível da recuperação, o que pode ser causado pela fraca capacidade de aplicar os processos de controlo de forma a melhorar essa mesma recuperação (Cicerone et al., 2006).

Neste sentido, devemos ainda esclarecer que o nível de função executiva está fortemente associado à capacidade funcional como ficou evidenciado em vários trabalhos (Royall et al., 2000, 2004) onde, o desempenho que os indivíduos obtêm nos testes clínicos de função de controlo executivo (a Entrevista Executiva), revelou ser um bom preditor de autorrelatos com o objetivo de avaliar a capacidade dos adultos (idosos) de forma a completar as atividades instrumentais da vida quotidiana (Royall et al., 2000), já, as tarefas da Entrevista Executiva, estão associados a declínios no seu estado funcional. Os autores mostraram ainda, que conseguem mediar a relação entre o declínio da memória e o declínio da capacidade funcional, ou seja, que a alteração na função executiva foi independente do declínio da memória (Royall et al., 2005).

Existem várias formas de promover as funções executivas nos primeiros tempos de escolaridade (Diamond & Lee, 2011). Para além das estratégias de promoção ligadas aos currículos escolares modificadas, ao exercício físico, principalmente as artes marciais, ou às técnicas de *mindfulness*, uma das abordagens mais utilizada baseia-se em atividades efetuadas com recurso às novas tecnologias, onde a criança é colocada perante jogos que exigem competências específicas ou tem de desempenhar atividades que vão apresentando graus progressivos de dificuldade (Dias & Seabra, 2013).

Um outro aspeto que merece ser salientado, é o de que as crianças que apresentam dificuldades escolares mais acentuadas decorrentes de um funcionamento executivo de pior qualidade, terão uma maior dificuldade em recuperar até níveis mais aceitáveis, pelo que a intervenção nestes casos deverá ser o mais precoce possível (Gunzenhauser & Nückles, 2021).

3.1. Treino cognitivo com recurso a realidade virtual na promoção do funcionamento executivo em crianças

A realidade virtual, sendo uma tecnologia avançada, é usada como *interface*, permitindo aos seus utilizadores melhores resultados na horizontalidade de imersão em algumas situações que são programadas e simuladas. Neste sentido, é necessária a utilização de um computador e/ou o recurso a um *hardware* exclusivo para a sua realização.

No entanto, estas intervenções devem ser planeadas de forma a assegurar aquilo que se designa por validade ecológica ou da envolvente, a qual pode ser definida como o

grau em que um instrumento psicológico mede fatores espaciais, temporais e situacionais do campo de aplicação (Pasquali, 2007) permitindo, assim, ao sujeito ser testado em condições que estejam tão perto quanto possível do seu ambiente habitual.

Para que uma avaliação tenha validade ecológica é necessário levar em conta o objeto que se avalia e a forma como essa avaliação é feita, para que dessa forma se consiga uma maior proximidade com o mundo real, e uma avaliação do comportamento dentro do seu contexto (Barreiros, 2008).

Dentro do conceito de validade ecológica são geralmente propostos três critérios ou dimensões, que são o realismo, indicando que os ambientes de teste devem ser projetados para reduzir as distrações, minimizar a confusão e a fadiga de modo a que os sujeitos possam produzir o seu melhor desempenho. A segunda dimensão é descrita como a união, a qual se preocupa com a concordância entre o processo de investigação no terreno e a necessidade de validade interna, e por fim a análise eclética, que tem a ver com a utilização de diferentes técnicas de análise, para assegurar que as características de comportamento que pretendemos avaliar são estudadas de uma forma que está próxima da sua realidade (Pasquali, 2017).

De uma forma genérica, podemos afirmar que em psicologia, a validade ecológica pode ser encarada como uma medida da forma como o desempenho numa determinada tarefa ou teste consegue ser um preditor dos comportamentos em ambientes do mundo real (Pereira & Alarcão, 2015).

Com o avanço das novas tecnologias, o investimento na vertente da Realidade Virtual tem vindo a crescer, disponibilizando ferramentas de apoio para que possam ser usadas com maior frequência nos mais variados tipos de intervenções terapêuticas, nomeadamente nas terapias de reabilitação de processos cognitivos e, em particular, nos modelos de tratamento e reabilitação de acidentes vasculares cerebrais e autismo.

Uma vez que os ambientes de realidade virtual permitem uma apresentação e controlo muito precisos dos estímulos perceptivos dinâmicos, sejam eles a nível das condições visuais, auditivas, olfativas ou hápticas, também podem fornecer avaliações da envolvente, uma vez que é possível combinar o controlo e o rigor das medidas laboratoriais com uma verosimilhança ambiental que reflete as situações da vida real. Além do mais, a potenciação do poder dos meios tecnológicos permite uma série de registos precisos de respostas neurocomportamentais (Moore et al., 2007) num ambiente perceptivo que,

sistematicamente, apresenta estímulos complexos (Burgess et al., 2006; Moore et al., 2007).

Esta tecnologia de simulação virtual parece ser uma das mais apropriadas para o desenvolvimento de ambientes válidos, em que, os objetos tridimensionais são expostos de uma forma mais consistente e precisa. Como tal, e em consequência disso, os indivíduos têm a capacidade de manipular os objetos tridimensionais em determinado cenário virtual, oferecendo este uma vasta gama de tarefas a serem executadas, o que torna possível desenvolver e testar várias aplicações de realidade virtual direcionadas para os processos cognitivos de componentes específicos, em particular, para os processos relacionados com os mecanismos atencionais (Parsons et al., 2007), competências espaciais (Parsons et al., 2004), memória (Parsons & Rizzo, 2008) e funções executivas (Elkind et al., 2001).

Dentro dos ambientes de realidade virtual, é possível apresentar, de forma repetida e controlada, um vasto conjunto de tarefas cognitivas, com o intuito de avaliar o desempenho neuropsicológico, apresentando-se, assim, como uma excelente ferramenta para complementar os métodos mais tradicionais, atualmente disponíveis.

Deste modo, é possível deduzir que o aumento da validade ecológica de baterias neurocognitivas que incluam a avaliação através de cenários de realidade virtual podem ser um excelente aliado, quer seja, para efetuar um diagnóstico diferencial ou para um planeamento do tratamento a ser seguido (Rizzo et al., 2004).

Um outro aspeto que tem sido abordado tem a ver com os benefícios adquiridos através do treino de atividades recorrendo às tecnologias. Assim, são postulados os conceitos de transferência próxima, onde as tarefas treinadas em ambiente virtual têm uma grande semelhança com as da realidade, e de transferência distante, onde os benefícios adquiridos numa determinada atividade se refletem noutras diferentes das que foram treinadas (Rossignoli-Palomeque et al., 2018).

A confiabilidade da avaliação neuropsicológica pode ser melhorada ao serem utilizados cenários em ambientes virtuais, uma vez que é possível fazer uma apresentação de um estímulo de uma forma mais consistente, obter um ambiente percetivo mais controlado, e finalmente, mas não de menor importância, a capacidade de obter uma pontuação muito mais precisa. Acresce, ainda, que os ambientes virtuais também podem melhorar a validade das medidas neurocognitivas através da quantificação aumentada de respostas comportamentais discretas permitindo, assim, a identificação de domínios cognitivos mais específicos.

Os participantes poderão ser avaliados em ambientes que simulam o mundo real, ao contrário dos testes programados e que não espelham a realidade. Por outro lado, mesmo que os sujeitos, estejam cientes de que a realidade virtual é apenas isso, um cenário virtual, uma espécie de realidade construída, e apesar de alguma renitência, é de bom grado que participam nas tarefas como se de ambientes reais se tratasse (Lo Priore et al., 2003; Rizzo et al., 2004).

Conclui-se assim, que uma das vantagens que a intervenção com realidade virtual apresenta é a semelhança com o quotidiano, permitindo aos participantes ter uma grande noção de imersão no ambiente que é criado, donde resulta que as tarefas a desempenhar são semelhantes às que ocorrem na vida real (Parsons et al., 2015).

Outra das vantagens que a realidade virtual proporciona é a de ser normalmente encarada de uma perspectiva mais positiva, nalguns casos mesmo lúdica, e poder incluir estimulações de diferentes níveis, por exemplo visual e auditivo (Bioulac et al., 2018). De igual modo, o facto de poder ser aplicada num grande número de situações, em populações de diferentes características, como a idade ou a situação clínica e em contextos diferenciados pode ser considerado uma mais valia desta forma de intervenção.

Pode levantar-se a questão de saber se apesar destas vantagens, a nível dos resultados obtidos este tipo de intervenção apresenta confiabilidade quando comparado com as técnicas mais tradicionais de avaliação neuropsicológicas. Na generalidade das situações a resposta parece ser claramente positiva.

Assim, num estudo para comparar os resultados obtidos através de intervenção em realidade virtual e de medidas neuropsicológicas mais tradicionais (Stroop e Trail Making Test), Davison e colaboradores (2018), concluíram que os resultados obtidos através da intervenção em realidade virtual eram melhores preditores do declínio cognitivo relacionado com a idade. Também num estudo com participantes que apresentavam perturbações de humor, as quais são frequentemente acompanhadas por dificuldades cognitivas que impedem a capacidade funcional dos pacientes (Hørlyck et al., 2021), os resultados da avaliação do desempenho funcional através da intervenção em realidade virtual foram superiores aos obtidos através duma bateria tradicional. Por outro lado, como referem Parsons e colaboradores (2015), a avaliação neuropsicológica através de ambientes virtuais orientados para a função apresentam uma validade ecológica superior.

Em situações de treino e avaliação, a realidade virtual tem sido utilizada em contexto terapêutico nas mais diversas situações, onde se tem verificado uma boa validade

concorrente com medidas neuropsicológicas. Num estudo de Cho e colaboradores (2002), uma amostra de adolescentes completou várias tarefas de atenção em oito sessões de treino num ambiente de realidade virtual, tendo revelado melhorias significativas no seu desempenho, comparativamente a um grupo de controlo, que apenas efetuou as tarefas de uma forma mais tradicional utilizando apenas um computador padrão (Cho et al., 2002).

Num trabalho com o objetivo de avaliar a atividade cerebral através de fMRI (*Functional Magnetic Resonance Imaging* - Ressonância Magnética funcional) durante a navegação e o desempenho de tarefas como ligar ou desligar as luzes, examinar todos os armários e categorizar e contar os descritores no armário de um apartamento virtual, verificou-se que a ativação frontal aumentou à medida que as tarefas se tornavam mais exigentes, sendo a tarefa do armário aquela que produziu os maiores efeitos ao nível da oxigenação sanguínea (Baumann, 2005), o que sugere, que a tarefa de realidade virtual produziria uma ativação na região desejada. Noutro estudo, onde foi aplicada a Tarefa de Recados Múltiplos num ambiente de realidade virtual, ficou demonstrado que adultos e jovens com défices executivos completaram menos tarefas do que o grupo de controlo da mesma faixa etária (McGeorge et al., 2001).

A intervenção com realidade virtual em crianças tem sido efetuada com resultados promissores em diferentes contextos, dos quais se salientam as crianças com hiperatividade e défice de atenção (Areces et al., 2018; Shema-Shiratzky et al., 2019), com perturbações do espectro do autismo (Dixon et al., 2020; M. Wang & Reid, 2013; Zhao et al., 2021), com paralisia cerebral (Aran et al., 2020), na intervenção ao nível da reabilitação das perturbações pós traumatismos cranianos (Shen et al., 2020), na reabilitação cognitiva (Van Den Heerik et al., 2017), no treino das competências sociais e cognitivas (Lorusso et al., 2020), e na intervenção ao nível das necessidades educativas especiais (Buzio et al., 2017).

Levando em conta o que atrás ficou exposto, a questão de investigação deste trabalho prende-se com a avaliação da adequação dum programa de intervenção em realidade virtual na melhoria do desempenho das funções executivas em crianças com dificuldades escolares/aprendizagem.

4. Objetivos do estudo

4.1. Objetivo geral:

Conforme referido, o efeito dos programas de intervenção que utilizam a realidade virtual em diferentes contextos, assim como o compromisso das funções executivas em várias situações em crianças que implicam dificuldades de aprendizagem, o objetivo geral deste estudo consistiu em avaliar a adequação de um programa recorrendo a realidade virtual na promoção do funcionamento executivo em crianças em idade escolar, entre os 6 e os 10 anos, que tinham sido identificadas pelos professores como tendo dificuldades de aprendizagem.

4.2. Objetivos específicos:

No que refere aos objetivos específicos deste estudo, os mesmos estão relacionados com a intervenção e os resultados obtidos através da mesma e seus efeitos nos participantes.

Deste modo, o primeiro objetivo específico consistiu na avaliação das melhorias a nível cognitivo aos participantes após a aplicação do programa de intervenção recorrendo a realidade virtual, sendo essas melhorias visíveis através dos resultados obtidos na prova TI-BAFEC.

O segundo objetivo específico foi o de avaliar até que ponto a intervenção recorrendo ao programa realidade virtual iria produzir melhorias na interação das crianças no seu meio escolar, familiar e social, sendo as mesmas avaliadas através dos testemunhos dos intervenientes.

Neste sentido foram colocadas três hipóteses, uma correspondente ao nosso objetivo geral e duas derivadas dos objetivos específicos atrás referidos.

A nossa hipótese geral para o estudo é a seguinte:

H1 - O programa que foi aplicado recorrendo a realidade virtual é eficaz na promoção do funcionamento executivo em crianças em idade escolar identificadas com dificuldades de aprendizagem.

As hipóteses ligadas aos objetivos específicos são as seguintes:

H2 – Existem melhorias a nível cognitivo nos participantes após a aplicação do programa de intervenção recorrendo a realidade virtual, avaliadas através das melhorias evidenciadas na prova TI_BAFEC.

H3 – A intervenção recorrendo ao programa de realidade virtual vai provocar melhorias na interação das crianças no seu meio escolar, familiar e social, avaliadas através do questionário comportamental.

CAPÍTULO II – METODOLOGIA

5. Metodologia

5.1. Desenho da investigação

O desenho deste estudo corresponde a um ensaio controlado aleatorizado (RCT – Randomized Controlled Trial). Dado que não foi possível reunir uma amostra com a dimensão inicialmente esperada, este estudo deve ser considerado um ensaio-piloto. O seu objetivo consistiu em avaliar a adequação de um programa de intervenção baseado em Realidade Virtual (RV), ao nível das funções executivas, em crianças com dificuldades de aprendizagem. As crianças que participaram no estudo foram identificadas pelos pais/professores/explicadores, e divididas em dois grupos, um grupo de controlo e um grupo experimental, de forma aleatória. Aos dois grupos foi inicialmente aplicada uma bateria de avaliação constituída por um questionário socio demográfico, que foi aplicado aos pais das crianças, um questionário que avaliava a situação comportamental da criança e a *TI-BAFEC* para avaliar o nível de dificuldade da criança. O grupo experimental foi sujeito à intervenção com a Realidade Virtual, período após o qual, os dois grupos foram novamente avaliados.

5.2. Recrutamento

Era previsto o estudo decorrer numa escola no Concelho de Oeiras, onde já tinham sido selecionadas 23 crianças, as quais apresentavam dificuldades de aprendizagem, em que todo o processo estava preparado e ajustado às exigências da escola. Contudo, com a chegada da pandemia o processo teve que ser alterado. As crianças que participaram no estudo referenciadas com as dificuldades de aprendizagem, foram selecionadas pelos professores/pais e explicadores.

Todo processo de seleção foi realizado com bastante rigor no cumprimento das regras estabelecidas pelas autoridades competentes, devido à situação pandémica que decorria e, igualmente, dos requisitos exigíveis e dos critérios de seleção definidos, tendo sido esclarecidas quaisquer dúvidas que persistissem, no sentido de ser obtido o consentimento informado.

5.3. Critérios de elegibilidade

Como critérios de inclusão, foram utilizados o de ter idade compreendida entre os 6 e os 10 anos, com frequência do ensino primário (entre o 1º e 4º ano, inclusive), terem sido identificadas como apresentando dificuldades de aprendizagem/escolares, referenciados pais/professores/explicadores.

Os critérios de exclusão foram o de apresentar qualquer perturbação de carácter psiquiátrico, distinta das dificuldades de aprendizagem, que faltassem sem justificação a mais de duas sessões consecutivas durante o tempo em que decorreu a intervenção, ou ainda aquelas, que ao longo do estudo, passassem a receber acompanhamento psicológico.

5.4. Participantes

Participaram neste estudo 19 crianças com idades entre os 6 e aos 10 anos e níveis de escolaridade compreendidos entre o 1º e 4º ano de escolaridade.

Devido à situação de pandemia (COVID-19) e às limitações daí decorrentes vimos obrigados a promover alterações, em grande parte do planeamento do estudo previamente definido, nomeadamente ao nível do local da aplicação do estudo, dos intervenientes que iriam acompanhar o estudo, de alguns participantes e de alguns materiais de apoio. Devemos referir que o estudo já tinha sido iniciado, tendo ocorrido algumas reuniões com coordenadores/professores da escola que iriam acompanhar o estudo, dado o elevado interesse demonstrado pela Escola no nosso trabalho e que o mesmo fosse aí desenvolvido. Com os acontecimentos que se vieram a verificar, em particular os encerramentos das escolas e das aulas presenciais, exigido pela Direção Geral de Saúde, ficamos impossibilitados de dar continuidade ao projeto, tal como tinha sido pensado, dado que estava totalmente adaptado à escola e às necessidades dos alunos selecionados para participar no estudo previamente planeado.

Foi informado aos intervenientes que o trabalho iria continuar, mesmo com as aulas no formato à distância, e obteve-se a aceitação por parte dos pais, tendo sido referido também que a intervenção já não iria decorrer na escola, por motivos ligados às restrições então em vigor, mas sim na ACECOA – Associação Comercial e Empresarial dos Concelhos de Oeiras e Amadora onde a Investigadora desempenha as suas funções, no

Gabinete de Psicologia. Após este processo, foi conseguida a disponibilidade dos seus educandos para a continuidade da realização do trabalho.

As 19 crianças que participaram no estudo foram distribuídas por dois grupos, de forma aleatória. No grupo de controlo ficaram incluídas 10 crianças e 9 no grupo experimental. A distribuição por sexos em ambos os grupos foi equivalente, tendo sido igualmente homogénea a nível do grau de escolaridade ($\chi^2_{(3)} = 2.92, p = .41$). Relativamente à idade, a maioria das crianças do grupo de controlo tinha 9 anos, enquanto as do grupo experimental tinham 8 anos. Na Tabela 1 estão representadas as características sociodemográficas da amostra.

Tabela 1 - Características Sociodemográficas da Amostra

	Grupo					
	Controlo		Experimental		Total	
	N	%	N	%	N	%
Sexo						
Masculino	5	50.0	5	55.6	10	52.6
Feminino	5	50.0	4	44.4	9	47.4
Idade						
6	2	22.2	0	0.0	2	11.1
7	2	22.2	1	11.1	3	16.7
8	1	0.0	5	55.6	6	27.8
9	4	44.4	2	22.2	6	33.3
10	1	11.1	1	11.1	2	11.1
Ano escolaridade						
1	2	20.0	1	11.1	3	15.8
2	3	30.0	5	55.6	8	42.1
3	1	10.0	2	22.2	3	15.8
4	4	40.0	1	11.1	5	26.3

5.5. Instrumentos

5.5.1. Questionário sociodemográfico

Foi aplicado um questionário sociodemográfico aos pais das crianças onde foi recolhida informação relativa ao sexo, idade, nível de escolaridade, número de repetições

de ano escolar, regime de escolaridade e diagnóstico de situações clínicas colaterais das crianças.

Foi, igualmente, aplicado um questionário direcionado aos pais, com o objetivo de recolher informações relativas ao comportamento e desenvolvimento das crianças. Este questionário contemplava diversas dimensões que avaliou aspetos como a capacidade de concentração, capacidade de esperar pela sua vez de participar, compreensão do ponto de vista das outras pessoas, esperar pela sua vez para falar, mudar de estratégia perante o *feedback* proporcionado pelos outros, resolução de problemas, eficácia das suas escolhas e compreensão de frases irónicas. A resposta a cada item do questionário é dada numa escala de 5 pontos, onde valores mais altos correspondem a comportamentos mais adequados, com exceção das questões relativas à impulsividade verbal e eficácia das escolhas, que se encontram formuladas de forma inversa, daí que os comportamentos mais adequados correspondam às pontuações mais baixas (Mesquita, 2011).

5.5.2. TI-BAFEC

O *TI-BAFEC - Tartaruga da Ilha - Bateria de Avaliação das Funções Executivas em Crianças* (Mesquita, 2011) é um instrumento construído especificamente para avaliar as funções executivas das crianças entre os 6 e os 10 anos de idade, encontrando-se validado para a população portuguesa.

A TI-BAFEC procura enfatizar os aspetos mais recentes da investigação na área das Funções Executivas (e.g. Hongwanishkul et al., 2005), integrando, nos seus objetivos de avaliação, as vertentes das Funções Executivas *frias* ou cognitivas e *quentes* ou emocionais. Contudo, este modelo apresenta um novo paradigma de integração entre Funções Executivas quentes e frias, permitindo assim obter uma terceira dimensão a nível das Funções Executivas, a qual resulta da interação ou potenciação mútua entre Funções Executivas cognitivas e emocionais.

O instrumento é apresentado à criança como uma história que contém jogos, com o formato de um pequeno livro, sendo composto por 14 provas que se encontram organizadas de acordo com três domínios: *Funções Executivas Cognitivas, que incluem provas* destinadas a avaliar a fluência verbal, a atenção, a memória e o planeamento; *Funções Executivas Emocionais*, que incluem provas que avaliam a teoria da mente, a compreensão da ironia e a decisão emocional e, por fim, a *Interação entre Funções*

Executivas Cognitivas e Emocionais, que compreende o direcionamento e a flexibilidade – mudança de estratégia.

Através da análise dos resultados, a TI-BAFEC permite situar a criança em 3 níveis progressivos de complexidade e desenvolvimento, tanto nas dimensões cognitivas (ou frias), como nas dimensões emocionais (ou quentes).

De acordo com a presença simultânea de Funções Executivas cognitivas e Funções Executivas emocionais (Mesquita, 2011), o seu *design* obedece aos seguintes critérios:

Estímulos atrativos apresentados em grande-plano, com saliência para a criança, sobre um fundo anódino;

Estímulos relacionados com os interesses e preferências das crianças, como animais coloridos e tesouros;

Animais com expressão alegre e por vezes com a cabeça ligeiramente voltada para o lado, sugerindo interação positiva com os outros personagens;

Estímulos coloridos e com contornos acentuadamente diferentes entre si, suscitando diferenciação visual – Utilização de jogos com efeitos visuais de preto /branco e de azul / vermelho, dispostos num “caminho”, incitando a criança a uma utilização intuitiva;

Inclusão de provas com formato de banda-desenhada;

Utilização da cor como variável do próprio processo de avaliação em algumas das provas, composta pelo seguinte material: livro da criança; manual do examinador; folha de registo e cotação; folha do jogo I; folha dos jogos II e III e folha do Jogo IV (e.g. Hongwanishkul et al., 2005).

A TI-BAFEC possui boa validade, tendo a mesma ficado demonstrada através da existência de correlações positivas e significativas com outras provas que avaliam constructos semelhantes, (Mesquita, 2011), correspondendo a uma estrutura fatorial composta por 3 dimensões. A primeira relacionada com as Funções Executivas cognitivas de primeiro e segundo nível de complexidade, bem como o planeamento e a decisão emocional, a segunda diz respeito às Funções Executivas emocionais de compreensão social, e a terceira liga-se às provas de nível de complexidade zero e à função de Direcionamento, que faz apelo nomeadamente a fluência verbal (teste FAS da Controlled Oral Word Association, Strauss et al., 2006), a inibição (Provas de Luria Go - No Go, Christensen, 1975), a atenção dividida (Trail Making Forms) e o planeamento avaliado

através da Torre de Hanói – 3 Anéis (Lezak, 2004), assim como em relação a um critério externo (questionário a professores) (Mesquita, 2011).

Relativamente à sensibilidade da TI-BAFEC, isto é, a sua capacidade para diferenciar os indivíduos em função do seu desempenho, refere que este instrumento apresenta um conjunto de propriedades que lhe permite distribuir os sujeitos ao longo de um conjunto alargado de valores, com resultados mínimos e máximos afastados (Mesquita, 2011). As provas que a constituem apresentam valores próximos da média e da mediana, a par de uma baixa assimetria, o que de acordo com (Mesquita, 2011) permite uma boa discriminação entre os sujeitos. A duração da aplicação da prova TI_BAFEC é de aproximadamente 25 minutos.

5.6. Intervenção Cognitiva

Os programas de treino cognitivo foram realizados de acordo com o planeamento inserido no protocolo de aplicação e seguiu uma sequência específica de tarefas em cada sessão.

A criança efetuou um percurso no exterior e no corredor de uma escola, onde realizou algumas atividades em ambiente virtual, propostas pela Investigadora. Todas as sessões foram compostas por uma, duas ou três atividades, com uma duração aproximada de cerca de 40 minutos, no entanto, em algumas situações, relacionadas com a idade e as condições cognitivas da criança, a duração da aplicação foi superior.

Durante o período em que decorreu a intervenção ocorreram duas sessões por semana, durante quatro semanas, garantindo que cada criança realizasse um total de oito sessões. Estas sessões tiveram uma duração variável, com um tempo mínimo de 30 minutos e um tempo máximo de 60 minutos. O tempo médio da duração da intervenção em cada criança foi de cerca de quatro horas.

Após a conclusão desta intervenção, foi novamente aplicado o *TI-BAFEC* para poder avaliar as eventuais diferenças relativamente aos valores registados no momento inicial. Quer a avaliação quer a intervenção foram da responsabilidade da investigadora e por ela efetuadas.

Nestas provas houve sempre a preocupação de recriar ambientes que fossem familiares para a criança, de modo que ela se sentisse enquadrada num ambiente familiar (escola, ginásio, etc.). Esta preocupação, traduzida no conceito de validade ecológica, em

nosso entender, assumiu aqui uma importância ainda maior, dado que durante o período em que a investigação decorreu, as alterações associadas ao efeito da pandemia constituíram-se como uma fonte suplementar de perturbações no normal quotidiano destas crianças.

Relativamente à descrição das tarefas/treinos que foram aplicadas/o com recurso à Realidade Virtual, foram as seguintes:

Protocolo de aplicação:

- Sessão de treino (exploração do computador)

Descrição da atividade

Nesta atividade à criança, recebeu instruções práticas referentes às ferramentas que seriam usadas para desenvolver os treinos cognitivos. As ferramentas foram exploradas pela criança até se sentir confiante para a realização das atividades e, em simultâneo, foram esclarecidas quaisquer dúvidas colocadas pela criança.

Controlos - A criança pode explorar o computador e as funcionalidades das teclas - instrução ministrada pela Investigadora.

Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronómetro e borracha.

Tempo estimado – 25 a 60 minutos.



Imagem extraída do programa “realidade virtual” – Treino Inicial

- Sopa de letras

Descrição da atividade

A tarefa associada a esta atividade foi realizada no refeitório da escola em realidade virtual, em que o objetivo era completar a palavra com a letra em falta. Esta atividade envolveu funções cognitivas como a leitura, capacidade de flexibilidade cognitiva e memória.

Instrução:

Foi dito à criança: *“Dirige-te ao refeitório e pede uma sopa de letras. Vais ter de completar uma palavra com a letra em falta”*.

Se a criança, eventualmente, errou em alguma letra, após a conclusão da tarefa poderá repetir o treino até acertar todas as letras.

Controlos - Usar as teclas de navegação com setas para deslocar para a frente, para trás e para os lados (4 teclas de setas, no lado direito no teclado) e o rato para direcionar para o local pretendido.

Neste caso, a criança teve de se dirigir ao refeitório, entrar e clicar na tecla esquerda do rato e de seguida aparecia a Sopa de Letras no monitor do computador. Para concluir a atividade, a criança teve de completar as palavras utilizando as letras disponíveis. Para o efeito tiveram de usar as teclas para a frente e para trás até selecionar a letra desejada e seguidamente clicar em Ok (tecla ENTER).

Para passar para a tarefa seguinte, teria de clicar na tecla ENTER novamente e assim sucessivamente até concluir a tarefa. Quando terminadas as tarefas, teria de clicar na tecla ESC no computador, para sair desta atividade.

Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronómetro e borracha.

Tempo estimado – 5 a 15 minutos.



Imagem extraída do programa “realidade virtual” - Sopa de Letras

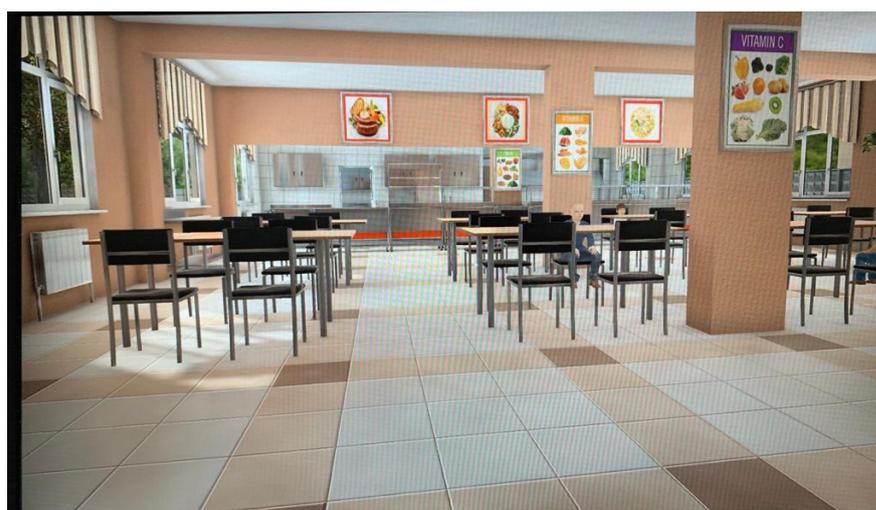


Imagem extraída do programa “realidade virtual” - Sopa de Letras

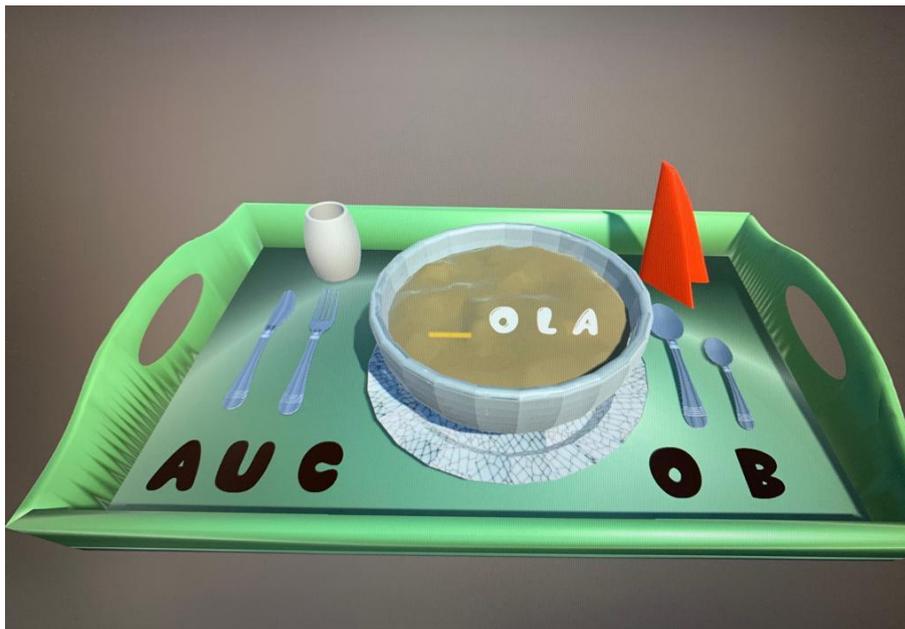


Imagem extraída do programa “realidade virtual” - Sopa de Letras

- Aula de química

Descrição da atividade:

O objetivo desta atividade foi preparar a sala para a aula de química, consoante os materiais disponibilizados pelo Professor. O treino foi composto por duas provas, sendo uma de grau de dificuldade “fácil” e a outra de grau de dificuldade “médio”. Estas atividades envolveram a capacidade de memória visual e planeamento da criança.

Instrução:

Foi dito à criança: “Agora vais dirigir-te à sala número 2, e aí terás que preparar os materiais para a aula de química, de acordo com as ordens do professor.” Inicialmente, terá de observar os materiais colocados em cima da mesa do professor, e depois terá de ir ao armário no fundo da sala e trazer os materiais iguais, para a mesa de trabalho.

Controlos - Usar as 4 teclas de navegação para se deslocar para a frente, para trás e para os lados (4 teclas de setas, no lado direito no teclado) e o rato para direcionar para o local pretendido. Após entrar na sala de aula, terá de dirigir-se ao Professor e escolher o Jogo, conforme a instrução recebida (jogo de grau de dificuldade “fácil” ou grau de dificuldade “médio”).

Dificuldade Fácil.



Imagem extraída do programa “realidade virtual” – Aula de Química – Dificuldade Fácil



Imagem extraída do programa “realidade virtual” – dificuldade médio

De seguida, terá de observar os objetos expostos em cima da mesa do Professor e, de imediato, terá de ir ao fundo da sala e preparar a mesa de trabalho com os objetos iguais aos do Professor.

Para interagir com os objetos no cenário virtual, terá de usar o rato, posicionar o cursor no objeto selecionado. Para pegar o objeto, terá de pressionar o botão esquerdo do

rato e clicar em cima do objeto, segurá-lo e só soltar quando estiver no local indicado. Após soltar o objeto irá aparecer a palavra “pousar” e, a partir daí, deverá clicar no lado esquerdo do rato para que o objeto seja pousado e fique em cima da mesa. Depois de concluir a tarefa proposta, escolher a opção “ESC”.

Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronómetro e borracha.

Tempo estimado - 5 a 15 minutos.

- Ginásio desportivo

Descrição da atividade:



Imagem extraída do programa “realidade virtual” – Ginásio desportivo

Esta atividade foi composta por três tarefas, sendo a primeira relacionada com “formas”, a segunda com “cores” e a terceira com “cores e formas”. O objetivo foi arrumar os equipamentos de acordo com estes critérios, ou seja, arrumar os objetos por formas, por cores ou por formas e cores. Esta atividade envolveu as capacidades de atenção, planeamento e flexibilidade cognitiva.

Instrução:

Foi dito à criança: “Agora vais *dirigir-te ao Ginásio desportivo, em realidade virtual, e vais organizar todos os objetos e equipamentos desportivos e escolares conforme as instruções que te vou dar*”. A atividade está dividida em três tarefas, sendo a primeira

organizar os objetos por formas, a segunda organizar por cores e a terceira organizá-las por cores e formas.

Controlos - Utilizar o rato para se posicionar no local pretendido. Usar as teclas de navegação com setas para se deslocar para a frente, para trás e para os lados (4 teclas de setas, no lado direito no teclado) e dirigir-se ao Ginásio Desportivo, situado dentro da escola.

Após entrar no Ginásio, a criança terá de se virar para o seu lado direito e dirigir-se para a 1ª tabela de basquetebol. Para jogar o primeiro jogo deverá clicar em cima da palavra, **jogar formas**, para jogar o 2º jogo, a criança terá que ir à segunda tabela de basquetebol (lado direito) e clicar na palavra **jogar cores** e para jogar o 3º jogo, a criança deverá dirigir-se para a sua esquerda, na 1ª tabela de basquetebol e clicar em cima das palavras **jogar formas e cores**.

Jogar Formas



Imagem extraída do programa “realidade virtual” – jogar formas

Jogar Cores



Imagem extraída do programa “realidade virtual” – jogar cores

Jogar formas e cores

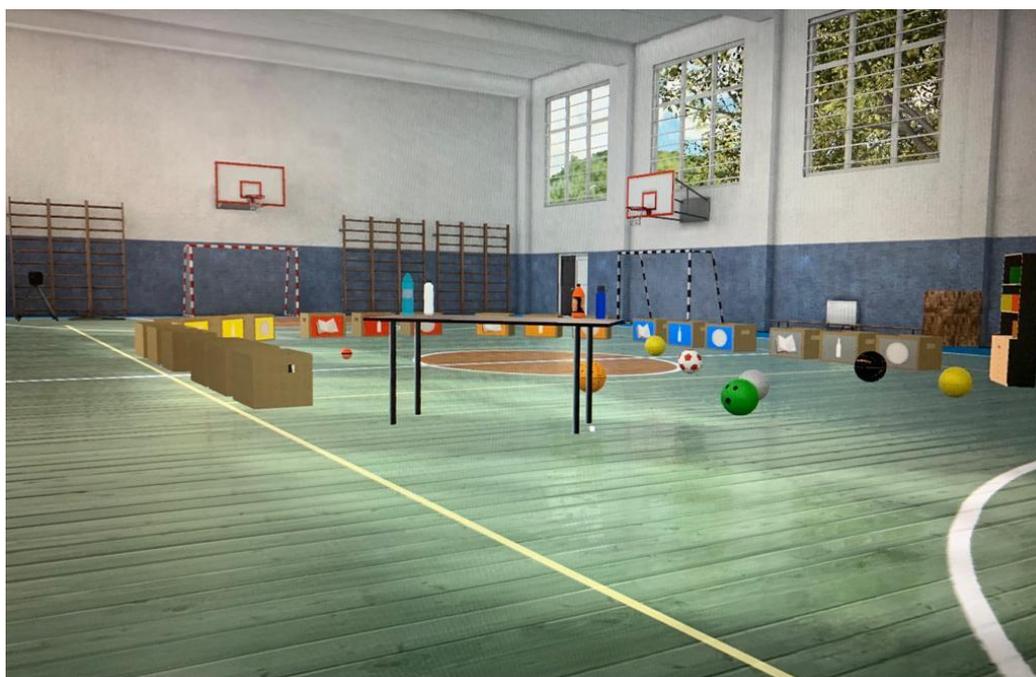


Imagem extraída do programa “realidade virtual” – jogar formas e cores

Para quaisquer dos jogos, a criança terá de aguardar as instruções da Psicóloga, para iniciar os jogos.

Para interagir com os objetos, no cenário virtual, terá de usar o rato, posicionar o cursor no objeto e clicar. Para pegar nos objetos, terá de pressionar o botão esquerdo do

rato e clicar em cima do objeto, agarrá-lo e só soltar quando estiver no local indicado pela psicóloga. Depois de concluir a tarefa proposta, escolher a opção “ESC”.

Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronometro e borracha.

Tempo estimado - 20 a 60 minutos.

- Voltímetro

Descrição da atividade:

O jogo é composto por dois momentos, sendo o primeiro momento de grau de dificuldade “fácil” e o segundo momento de grau de dificuldade “médio”. O objetivo é associar os movimentos do ponteiro do voltímetro às cores correspondentes. Esta atividade envolve a capacidade de atenção e controlo inibitório.

Instrução:

Foi dito à criança: *“Agora vais dirigir-te à sala com o número 3, vais entrar e aproximar-te do Professor e, de imediato, vais ver a palavra Interact à frente do Professor. Agora ouve as minhas instruções”*. Após as instruções dadas pela psicóloga, deverá começar o jogo. O mesmo apresenta-se em dois momentos.

1º Momento – Iniciar-se-á com o jogo de grau de dificuldade mais “fácil”. A criança, terá de associar as batidas dos ponteiros consoante as cores correspondentes ou conforme as instruções dadas pela Psicóloga.

Dificuldade Fácil



Imagem extraída do programa “realidade virtual” – Voltímetro – dificuldade fácil

2º Momento – Neste momento a criança irá deparar-se com o jogo de grau de dificuldade “médio”, que aumentará o nível de complexidade.

Dificuldade Médio



Imagem extraída do programa “realidade virtual” – Voltímetro – Dificuldade Médio

Controlos - Usar as teclas de navegação com setas para se deslocar para a frente, para trás e para os lados (4 teclas de setas, no lado direito no teclado) e o rato para se direcionar para o local. Após chegar à sala de aula, terá que aproximar-te do Professor e clicar no botão esquerdo do rato, à frente da palavra *Interact*. Aparecerão no monitor do computador os dois jogos, devendo a criança selecionar o jogo indicado pela Psicóloga. Após selecionar o jogo, a criança terá que usar apenas o rato, clicando nos botões vermelho e preto e esperar que o ponteiro se desloque para a esquerda ou para a direita até concluir o jogo, estando atento aos movimentos do ponteiro.

Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronómetro e borracha.

Tempo estimado – 25 a 30 minutos.

Dificuldade Fácil

Dificuldade Médio

- Campo de Futebol

Descrição da atividade:

Esta atividade é semelhante à atividade “Ginásio desportivo”, mas decorre em ambiente de ar livre, nomeadamente num campo de futebol.

Esta atividade foi composta por uma única tarefa, designada “Jogar Cores”. O objetivo é arrumar os equipamentos de acordo com alguns critérios, ou seja, arrumar os objetos individualmente por cores. Esta atividade envolve as capacidades de atenção, planeamento e flexibilidade cognitiva.

Instrução:

Foi dito à criança: “Agora vais dirigir-te ao campo de futebol, em realidade virtual, e vais organizar todos os objetos e equipamentos desportivos e escolares conforme as instruções que te vou dar”. A atividade está classificada em uma única tarefa, deverás organizar os objetos por cores e colocares todos os objetos dentro das suas caixas, respeitando as suas respetivas cores.

Controlos - Utilizar o rato para se posicionar no local pretendido. Usar as teclas de navegação com setas para se deslocar para a frente, para trás e para os lados (4 teclas de setas, no lado direito no teclado) e dirigir-te ao Campo de Futebol, situado no pátio da escola.

Após entrares no Campo de Futebol, terás de procurar uma bola de futebol. Para entrar no jogo, terás de te aproximar da bola e procurar a frase Jogar Cores, após encontrar, deverá clicar em cima da palavra, *jogar cores*. Para iniciar o jogo terás de aguardar as instruções da Psicóloga.

Jogar Cores



Imagem extraída do programa “realidade virtual” – Campo de futebol – Jogar cores

Para interagires com os objetos, no cenário virtual, terás de usar o rato, posicionar o cursor no objeto e clicar. Para pegar nos objetos, terás de pressionar o botão esquerdo do rato e clicar em cima do objeto, agarrá-lo e só soltar quando estiver na caixa correspondente a cada cor dos objetos. Depois de concluíres a tarefa, basta apenas clicar na tecla “ESC” para sair do jogo.

Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronometro e borracha.

Tempo estimado - 20 a 60 minutos.

Proposta de Planeamento das Sessões:

Sessão 1: (T1 – Treino inicial) + (T2 – Sopa de letra);

Sessão 2: (T2 – Sopa de letra) + (T4 – Ginásio desporto - 1º jogo);

Sessão 3: (T3 – Aula de química - D. fácil) + (T4 Ginásio desporto – 2º jogo);

Sessão 4: (T3 – Aula de química - D. médio) + (T6 – Voltímetro – D. fácil);

Sessão 5: (T4 – Ginásio desportivo – 3º jogo) + T6 – voltímetro – D. médio);

Sessão 6: (T7 – Campo de futebol – Jogar cores);

Sessão 7: (T4 Ginásio desportivo – 2º jogo) + (T7 – Campo de futebol– Jogar cores);

Sessão 8: (T4 – Ginásio desportivo - 3º jogo) + (T6 – Voltímetro – D. médio) + (T2 – Sopa de letra).

5.7. Procedimento

Foram criados dois grupos, sendo um grupo de controlo e outro grupo experimental, constituídos através de uma distribuição aleatória.

O grupo de controlo foi constituído por 10 crianças, às quais foi inicialmente aplicada a prova TI-BAFEC, tendo a mesma sido repetida após 30 dias da aplicação inicial. As crianças deste grupo não foram alvo da intervenção recorrendo ao programa de realidade virtual entre as duas aplicações.

No grupo experimental participaram 9 crianças, tendo sido aplicadas as mesmas provas das do grupo de controlo, mas no intervalo de 30 dias entre as duas aplicações, utilizámos o programa de realidade virtual com o objetivo de corrigir ou melhorar a dificuldade de aprendizagem apresentada pela criança. Foram efetuadas oito sessões com recurso ao programa de realidade virtual, conforme o protocolo de aplicação, respeitando as sequências das atividades selecionadas.

O espaço onde foram desenvolvidas as sessões, foi o próprio Gabinete de Psicologia da Investigadora, tendo sido respeitadas todas as diretrizes impostas pela Direção Geral de Saúde, nomeadamente o distanciamento físico, utilização de acrílico, máscaras e gel desinfetante. Foram igualmente respeitadas todas as obrigatoriedades legais, sendo o protocolo de investigação elaborado com os consentimentos necessários e obrigatórios, inclusive no que respeita ao Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados - RGPD.

A amostra foi recolhida presencialmente, no Concelho de Oeiras, tendo a seleção das crianças com dificuldades de aprendizagem sido feita pelos pais, professores e explicadores, tendo o contato com os pais sido realizado pela própria investigadora.

Todos os intervenientes / participantes no estudo foram informados do objetivo da investigação, bem como do carácter anónimo e confidencial dos dados recolhidos, sendo a sua participação voluntária, podendo desistir em qualquer momento, sendo garantida a reserva e sigilo dos dados recolhidos. Este estudo foi submetido à apreciação da Comissão de Ética do Centro de Estudos Interdisciplinares em Educação e Desenvolvimento (CEIED) da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias de Lisboa, o qual foi aprovado. Dado o conjunto de alterações que se verificaram, a vários níveis, decorrentes da situação pandémica, as mesmas foram reportadas ao Coordenador Científico do CEIED,

que informou a autora que as modificações que viessem a ocorrer deveriam ser mencionadas no decurso do trabalho, as quais foram integradas no seu conteúdo.

No estudo foram aplicados dois questionários (presencialmente): um sociodemográfico, respondido pelos pais das crianças, outro questionário que avaliava o comportamento das crianças, aplicado aos pais, professores e explicadores que acompanhavam a criança naquele momento e uma prova para avaliar as funções executivas aplicada às crianças, com a finalidade de compreender o nível de dificuldade de aprendizagem apresentada pela criança.

A intervenção foi realizada em ambiente de realidade virtual, com um cenário que replicava uma escola, onde foram realizadas tarefas com a finalidade de estimular as funções cognitivas (como a memória, a atenção e a leitura) e executivas (como o planeamento e a fluência verbal).

Cada sessão cobria vários domínios, que passamos a descrever detalhadamente:

Sessão 1 – Na primeira sessão, foi realizado um treino inicial com a criança, designado por T1 no plano de sessão de intervenção no protocolo. Este treino inicial tinha por objetivo, por um lado, a preparação e apresentação das ferramentas que viriam a ser utilizadas ao longo das sessões, e por outro o de familiarizar a criança com a manipulação dessas mesmas ferramentas, de modo a aumentar o seu nível de confiança. Foi executada também outra atividade, desenvolvida dentro de uma cantina escolar, designada no plano de sessão do protocolo de intervenção por T2 – Sopa de letras, com o objetivo de trabalhar as funções cognitivas, como a leitura e a capacidade de flexibilidade cognitiva.

Sessão 2 – Nesta sessão foram realizadas duas sessões com a criança. A primeira, com a atividade desenvolvida dentro de uma cantina escolar designado por T2 – Sopa de Letras, com o objetivo de continuar a trabalhar as funções cognitivas, como a leitura e a capacidade de flexibilidade cognitiva e a segunda relacionada com o desporto, realizada dentro de um ginásio, designado por T4 – Jogo das cores, no plano de sessões do protocolo de intervenção. Nesta atividade eram trabalhadas as formas dos objetos desportivos com a criança envolvendo as funções cognitivas, nomeadamente a atenção, o planeamento e flexibilidade cognitiva.

Sessão 3 – Nesta sessão foram igualmente realizadas duas sessões com a criança. A primeira era desenvolvida dentro de uma sala de aula de química, designado no plano de sessão no protocolo de intervenção por T3 – Aula de química de grau de dificuldade “fácil”, onde eram trabalhadas as funções cognitivas, a memória visual e o planeamento. A segunda foi desenvolvida dentro de um Ginásio Desportivo – 2º jogo, e estava relacionado com as cores dos objetos apresentados à criança, designado no plano de sessão no protocolo de intervenção como T4 – Ginásio desportivo – 2º jogo, em que as funções cognitivas trabalhadas neste treino eram a atenção, o planeamento, a memória e a flexibilidade cognitiva.

Sessão 4 – Nesta sessão foram também realizadas duas sessões cognitivos, sendo a primeira desenvolvida dentro de uma sala de aula de química, designada no plano de sessão no protocolo de intervenção por T3 – Aula de química, de grau de dificuldade “média”, em que as funções cognitivas trabalhadas com a criança estavam relacionadas com atividades que envolviam a memória visual e o planeamento. Segunda sessão foi desenvolvido com a visualização de um Voltímetro, designado no plano de sessão do protocolo de intervenção por T6 – Voltímetro, de grau de dificuldade “fácil”, onde o objetivo era associar os movimentos do ponteiro do voltímetro às cores correspondentes, num treino que envolvia as funções cognitivas como a atenção e o controlo inibitório.

Sessão 5 – Nesta sessão foram desenvolvidas mais uma vez duas sessões dois treinos cognitivos. A primeira sessão decorria dentro de um campo de futebol, designado no plano de sessão do protocolo de intervenção por T4 – 3º jogo, onde a criança teria que desenvolver apenas um único treino, sendo o mesmo baseado nas cores dos objetos apresentados, mas num espaço ao ar livre. As funções cognitivas trabalhadas neste treino foram a atenção, o planeamento e a flexibilidade cognitiva. Na segunda sessão, foi realizada através da visualização de um aparelho - Voltímetro, designado no plano de sessão no protocolo de intervenção T6 – Voltímetro, de grau de dificuldade “média”, em que o objetivo era associar os movimentos do ponteiro do voltímetro às cores correspondentes, envolvendo as funções cognitivas como a atenção e o controlo inibitório.

Sessão 6 – Nesta sessão foi desenvolvida apenas uma única atividade, realizada dentro de um campo de futebol, o qual era designado no plano de sessão no protocolo de

intervenção como T7 – Campo de futebol – Jogar cores, onde a criança teve que desenvolver apenas uma única tarefa, a de jogar com cores baseadas nos objetos existentes no local, mas num espaço ao ar livre. Nesta sessão foram trabalhadas as funções cognitivas como a atenção, o planeamento e a flexibilidade cognitiva.

Sessão 7 – Nesta sessão foram novamente realizadas duas sessões, sendo a primeira sessão desenvolvida dentro de um Ginásio desportivo designado no plano de sessão no protocolo de intervenção como T4 – Ginásio desportivo – 2º jogo, onde a criança teve que desenvolver uma tarefa relacionada com as cores dos objetos apresentados. Nesta sessão foram trabalhadas as funções cognitivas, a atenção, o planeamento e a flexibilidade cognitiva. A segunda sessão foi desenvolvida dentro de um campo de futebol designado no plano de sessão no protocolo de intervenção por T7 – Campo de futebol – Jogar cores, onde a criança teve que desenvolver apenas uma única tarefa – conjugar e ou associar cores baseadas nos objetos apresentados, mas num espaço ao ar livre. Nesta intervenção foram trabalhadas as funções cognitivas como a atenção, o planeamento e a flexibilidade cognitiva.

Sessão 8 – Nesta sessão foram realizadas três sessões com a criança. A primeira ocorreu dentro de um Ginásio desportivo designado no plano de sessão do protocolo de intervenção como T4 – Ginásio desportivo – 3º jogo – Jogar cores e formas, onde a criança teve que desenvolver uma tarefa relacionada com as formas e as cores dos objetos apresentados, permitindo assim que neste treino fossem trabalhadas as funções cognitivas como a atenção, o planeamento e a flexibilidade cognitiva. A segunda sessão foi desenvolvida através da visualização de um aparelho - Voltímetro, designado no plano de sessão do protocolo de intervenção por T6 – Voltímetro, com grau de dificuldade “média”, onde o objetivo era associar os movimentos do ponteiro do voltímetro às cores correspondentes, envolvendo as funções cognitivas como a atenção e o controlo inibitório. Quanto a terceira sessão, a mesma foi realizada recorrendo novamente ao treino T2 - Sopa de Letras, que teve como objetivo trabalhar funções cognitivas como a leitura e a flexibilidade cognitiva.

Em seguida apresentamos o planeamento das sessões e as atividades desenvolvidas em cada uma das oito sessões (Tabela 2).

Tabela 2 - Descrição do planeamento e as atividades desenvolvidas em cada uma das oito sessões

Sessão	Abrev.	Atividade	Abrev.	Atividade	Abrev.	Atividade	Domínios trabalhados
1	T1	Treino inicial	T2	Sopa de Letras			Leitura / Flexibilidade cognitiva
2	T2	Sopa de Letras	T4	Ginásio desportivo – 1º jogo			Leitura / Atenção / Planeamento / Flexibilidade cognitiva.
3	T3	Aula de química - D. fácil	T4	Ginásio desportivo – 2º jogo			Atenção / Planeamento / Memória visual / Flexibilidade cognitiva.
4	T3	Aula de química - D. média	T6	Voltímetro – D. fácil			Planeamento / Memória visual Atenção / Controlo inibitório
5	T4	Ginásio desportivo – 3º jogo		Voltímetro – D. média			Atenção / Planeamento / Memória / Flexibilidade cognitiva
6	T7	Campo de Futebol					Atenção / Planeamento / Flexibilidade cognitiva
7	T4	Ginásio desportivo – 2º jogo	T7	Campo de Futebol			Atenção / Planeamento / Flexibilidade cognitiva
8	T4	Ginásio desportivo – 3º jogo	T6	Voltímetro – D. média	T2	Sopa de Letras	Leitura / Atenção / Planeamento / Flexibilidade cognitiva

Desta forma, era esperado que a intervenção e a estimulação cognitiva, que lhe é inerente, pudessem produzir melhorias nos resultados obtidos ao nível das funções executivas contribuindo, assim, para um melhor desenvolvimento e desempenho da criança, não só ao nível do seu funcionamento executivo, mas também na regulação do comportamento, nos níveis pessoal, académico, social e familiar.

5.8. Aplicação dos instrumentos:

Relativamente aos instrumentos atrás mencionados, as aplicações dos questionários foram presenciais. A aplicação das provas de avaliações neuro psicológicas, (fluência verbal, atenção, memória e planeamento) foi igualmente realizados presencialmente.

No que diz respeito ao tempo máximo de aplicação das provas, o mesmo variou entre 50 e 60 minutos, tendo a idade da criança e o seu desenvolvimento a nível das funções cognitivas sido os fatores que mais influenciaram no tempo de aplicação.

A intervenção planeada e conduzida de forma estruturada, sendo identificados os conteúdos, materiais e respetivas finalidades. Realçamos que o principal objetivo do treino cognitivo foi promover um melhor desempenho escolar, nomeadamente nas dificuldades de aprendizagem apresentadas ligadas às funções executivas (fluência verbal, atenção, memória e planeamento). Nos casos em que eventualmente a criança não conseguiu desempenhar conforme previsto as atividades solicitadas (treinos), a mesma teve a liberdade de repetir os treinos.

No que se refere ao espaço onde decorreu a aplicação das provas e dos treinos cognitivos, o mesmo foi em ambiente calmo, confortável, sem qualquer ruído e adequado ao desenvolvimento do estudo.

5.9. Análise Estatística

Para a análise estatística dos resultados, em primeiro lugar avaliamos a distribuição dos dados obtidos, de forma a decidir qual a metodologia a utilizar - paramétrica ou não paramétrica.

Para o efeito, compararam-se os valores iniciais dos grupos experimental com os do controlo para verificar se, inicialmente, existiam diferenças entre os grupos, de forma a poder interpretar adequadamente as eventuais diferenças que pudessem surgir no final.

Seguidamente, foi feita a análise descritiva do QPPE e da TI-BAFEC para os dois grupos, nos dois momentos. Por fim, foi feita a comparação dos valores obtidos nestes dois instrumentos, entre a primeira e a segunda aplicação, utilizando uma metodologia de comparação de grupos relacionados.

CAPÍTULO III – RESULTADOS

6. Resultados

6.1. Avaliação da distribuição das respostas no QPP e no TI-BAFEC

Para determinar quais os testes a empregar na análise dos resultados foram efetuados testes de normalidade às distribuições das respostas obtidas no QPPE e no TI-BAFEC (ver Tabela 3). Dada a reduzida dimensão da amostra optou-se pelo teste de Shapiro-Wilks em vez do mais habitualmente usado, o de Kolmogorov-Smirnov (Tabachnik & Fidell, 2013).

Tabela 3 - Resultados do teste de normalidade às questões do QPPE e do TI-BAFEC

	<i>Avaliação</i>			
	<i>T1</i>		<i>T2</i>	
	<i>SW</i>	<i>p</i>	<i>SW</i>	<i>p</i>
Questionário para Pais, Professores e Explicadores (QPPE)				
Consegue manter-se concentrado/a nas atividades	.833	.005	.814	.002
Consegue esperar pela sua vez	.926	.163	.863	.013
Compreende o ponto de vista dos outros	.830	.004	.877	.023
Interrompe as outras pessoas quando se lembra de algo para dizer	.852	.009	.837	.005
Consegue modificar o comportamento quando alguém a faz ver que errou	.801	.002	.699	.000
Consegue encontrar o comportamento quando alguém a faz ver que errou	.866	.016	.843	.007
Parece escolher comportamentos que acabam por prejudicá-lo/a	.809	.002	.819	.003
Compreende frases irónicas	.703	.000	.802	.002
TI-BAFEC				
Animais	.916	.095	.890	.032
Palavras	.840	.005	.877	.019
Nomeação rápida	.944	.316	.976	.880
Animais disfarçados_A	.968	.739	.957	.524
Animais disfarçados_B	.961	.585	.966	.695
Animais sem cor	.897	.042	.886	.027
Animais cor errada_A	.887	.029	.908	.069
Animais cor errada_B	.899	.046	.885	.026
Jogo	.910	.073	.966	.687

Nota: T1 – 1ª avaliação; T2 – 2ª avaliação; SW – teste de Shapiro-Wilks

Os resultados indicam que uma larga percentagem dos descritores apresenta uma distribuição não compatível com a normalidade, pelo que foi decidido empregar uma metodologia não-paramétrica na análise dos resultados. Assim, para comparar os valores obtidos pelos dois grupos nos dois momentos, foi utilizado o teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas.

Por outro lado, foi igualmente feita a comparação entre os valores do TI_BAFEC de ambos os grupos no primeiro momento de avaliação, para deste modo se poder posteriormente aferir as eventuais melhorias observadas no grupo experimental, tendo para o efeito sido usado o teste *U* de Mann-Whitney, que compara dois grupos independentes. Os resultados estão apresentados na Tabela 4, e aí podemos observar que nas duas tarefas dos animais disfarçados, na tarefa dos animais sem cor e nas duas tarefas dos animais de cor errada, o grupo experimental obteve resultados significativamente inferiores aos do grupo de controlo, enquanto nas três tarefas de nomeação e na tarefa do jogo as diferenças não foram significativas.

Tabela 4 - Comparação dos valores iniciais da TI_BAFEC nos Grupos de Controlo e Experimental

	Grupo		<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>Sig</i>
	Controlo	Experimental			
	<i>n=10</i>	<i>n=9</i>			
	<i>MR</i>	<i>MR</i>			
TI_BAFEC					
Animais	10.70	9.22	38.0	.578	.563
Palavras	8.95	11.17	34.5	.868	.386
Nomeação rápida	9.05	11.06	35.5	.778	.437
Animais disfarçados_A	6.60	13.78	11.0	2.780	.005
Animais disfarçados_B	6.65	13.72	11.5	2.747	.006
Animais sem cor	7.50	12.78	20.0	2.043	.041
Animais cor errada_A	6.70	13.67	12.0	2.698	.007
Animais cor errada_B	6.75	13.61	12.5	2.665	.008
Jogo	7.70	12.56	22.0	1.880	.060

Nota: MR – Média de posições (ranks).

6.2. Análise descritiva das pontuações obtidas no QPPE

Em seguida apresentam-se os resultados obtidos pelos dois grupos, de controlo e experimental, no questionário de comportamentos da criança, nos dois momentos, que como já foi referido tiveram um intervalo entre si de 30 dias (ver Tabela 5).

Devemos referir que nestes oito descritores, as pontuações mais elevadas correspondem a uma melhoria no comportamento da criança, com exceção dos descritores 4 (“Interrompe as outras pessoas quando se lembra de algo para dizer”) e 7 (“Parece escolher comportamentos que acabam por prejudicá-lo/a”), onde a melhoria do comportamento se verifica quando há um decréscimo dos valores médios.

6.3. Análise descritiva das pontuações obtidas no TI-BAFEC

Na Tabela 6 estão representados os valores obtidos pelos dois grupos nas duas aplicações deste instrumento. Nos descritores Animais e Palavras, que consistem numa tarefa de nomeação, os melhores resultados correspondem a valores mais elevados (mais descritores nomeados). Nos restantes descritores, os melhores resultados correspondem a valores inferiores, uma vez que dizem respeito a um menor tempo ou a um menor número de jogadas na execução da tarefa.

Tabela 5 - Valores dos descritores do QPPE nos dois momentos de avaliação

	Avaliação							
	T1				T2			
	<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>Grupo de Controlo (n=10)</i>								
Consegue manter-se concentrado/a nas atividades	3.10	0.57	2	4	2.80	0.79	2	4
Consegue esperar pela sua vez	3.30	1.16	1	5	3.30	1.16	1	5
Compreende o ponto de vista dos outros	3.10	0.57	2	4	3.00	0.67	2	4
Interrompe as outras pessoas quando se lembra de algo para dizer	2.80	1.03	1	4	2.90	1.10	1	4
Consegue modificar o comportamento quando alguém a faz ver que errou	3.50	0.53	3	4	3.30	0.48	3	4
Consegue encontrar o comportamento quando alguém a faz ver que errou	3.50	0.71	3	5	3.40	0.70	2	4
Parece escolher comportamentos que acabam por prejudicá-lo/a	3.20	1.32	1	4	3.00	1.25	1	4
Compreende frases irónicas	3.10	0.57	2	4	3.10	0.74	2	4
<i>Grupo Experimental (n=9)</i>								
Consegue manter-se concentrado/a nas atividades	2.00	1.32	1	4	3.22	0.97	2	5
Consegue esperar pela sua vez	2.33	1.00	1	4	3.33	0.50	3	4
Compreende o ponto de vista dos outros	2.88	1.36	1	5	3.38	1.06	2	5
Interrompe as outras pessoas quando se lembra de algo para dizer	3.89	0.78	3	5	2.56	0.53	2	3
Consegue modificar o comportamento quando alguém a faz ver que errou	2.38	0.74	2	4	3.63	0.74	3	5
Consegue encontrar o comportamento quando alguém a faz ver que errou	2.44	0.73	2	4	3.56	0.73	3	5
Parece escolher comportamentos que acabam por prejudicá-lo/a	4.11	0.93	3	5	2.89	0.93	2	4
Compreende frases irónicas	2.89	0.78	1	4	3.22	0.83	2	4

Tabela 6 - Valores dos descritores do TI_BAFEC nos dois momentos de avaliação

	Avaliação							
	T1				T2			
	<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>Grupo de Controlo (n=10)</i>								
Animais	12.50	2.95	9	17	12.60	2.80	10	17
Palavras	13.70	4.69	8	23	13.40	4.79	9	24
Nomeação rápida	33.50	8.84	23	48	34.70	6.70	24	47
Animais disfarçados_A	32.00	7.92	18	45	32.70	6.93	20	41
Animais disfarçados_B	30.30	8.41	17	40	31.70	8.90	18	42
Animais sem cor	44.00	12.76	28	71	44.80	12.80	29	73
Animais cor errada_A	43.30	8.50	30	55	43.70	9.18	28	56
Animais cor errada_B	50.10	21.01	31	105	50.00	21.32	30	106
Jogo	79.00	8.79	63	88	80.40	6.54	70	90
<i>Grupo Experimental (n=9)</i>								
Animais	11.56	2.13	9	15	14.67	1.66	12	17
Palavras	14.89	5.56	10	28	17.11	5.44	13	30
Nomeação rápida	38.00	12.75	20	59	34.44	12.89	19	56
Animais disfarçados_A	45.89	9.98	33	60	40.67	8.90	30	54
Animais disfarçados_B	45.56	10.21	30	60	41.67	9.53	29	58
Animais sem cor	65.00	24.01	35	105	57.78	21.18	30	92
Animais cor errada_A	64.11	19.26	40	100	59.11	17.49	34	92
Animais cor errada_B	69.33	17.97	44	105	61.00	14.56	40	90
Jogo	90.33	15.69	72	120	83.22	8.63	73	99

6.4. Comparação dos valores obtidos entre as duas aplicações

Em seguida foram efetuadas as comparações entre os valores obtidos entre as duas aplicações. Esta comparação foi efetuada, de forma separada, para o grupo de controlo e para o grupo experimental.

Ao nível do grupo de controlo, podemos observar que em nenhum dos oito descritores que compõem o questionário se verificou uma diferença significativa entre o resultado médio obtido no primeiro e no segundo momento (ver Tabela 7).

Por outro lado, no grupo experimental observaram-se diferenças significativas em sete dos oito descritores do questionário, uma vez que apenas no item 8 (“Compreende frases irónicas”) não se observaram diferenças significativas entre os dois momentos de avaliação ($Z = 1.342$, $p = .180$). Nos restantes sete descritores observaram-se diferenças significativas, as quais corresponderam todas a alterações no sentido da melhoria do comportamento da criança, como se pode verificar através da Tabela 7.

Tabela 7 - Valores do teste de Wilcoxon entre os dois momentos de avaliação para o QPPE

	Diferença de posições			Soma de posições		Z	p
	1 > 2	1 < 2	1 = 2	Negativas	Positivas		
<i>Grupo de Controlo (n=10)</i>							
Consegue manter-se concentrado/a nas atividades	4	1	5	12.00	3.00	-1.342	.180
Consegue esperar pela sua vez	2	2	6	5.00	5.00	.000	1.000
Compreende o ponto de vista dos outros	2	1	7	4.00	2.00	-.577	.564
Interrompe as outras pessoas quando se lembra de algo para dizer	0	1	9	.00	1.00	1.000	.317
Consegue modificar o comportamento quando alguém a faz ver que errou	2	0	8	3.00	.00	-1.414	.157
Consegue encontrar o comportamento quando alguém a faz ver que errou	2	1	7	4.00	2.00	-.577	.564
Parece escolher comportamentos que acabam por prejudicá-lo/a	2	0	8	3.00	.00	-1.414	.157
Compreende frases irónicas	1	1	8	1.50	1.50	.000	1.000
<i>Grupo Experimental (n=9)</i>							
Consegue manter-se concentrado/a nas atividades	0	8	1	.00	36.00	2.598	.009
Consegue esperar pela sua vez	0	7	2	.00	28.00	2.460	.014
Compreende o ponto de vista dos outros	0	4	4	.00	10.00	2.000	.046
Interrompe as outras pessoas quando se lembra de algo para dizer	9	0	0	45.00	.00	- 2.762	.006
Consegue modificar o comportamento quando alguém a faz ver que errou	0	8	0	.00	36.00	2.640	.008
Consegue encontrar o comportamento quando alguém a faz ver que errou	0	9	0	.00	45.00	2.887	.004
Parece escolher comportamentos que acabam por prejudicá-lo/a	9	0	0	45.00	.00	- 2.810	.005
Compreende frases irónicas	1	4	4	3.00	12.00	1.342	.180

6.5. Comparação dos tempos gastos nas tarefas do TI-BAFEC

Em seguida fomos comparar as médias dos resultados obtidos nas tarefas do TI-BAFEC pelos dois grupos, entre a primeira e a segunda aplicação.

No grupo de controlo apenas se verificou uma diferença significativa entre os dois momentos, a qual ocorreu na segunda tarefa com os animais disfarçados (aqui designada por “Animais disfarçados_B”) com o tempo gasto na segunda aplicação ($M = 31,70$, $DP = 8,90$) a ser significativamente superior ($t_{(9)} = 2,59$, $p = .029$) ao tempo médio gasto na tarefa no primeiro momento ($M = 30,30$, $DP = 8,41$). Nas restantes tarefas não se observaram diferenças significativas entre os dois momentos neste grupo, como se pode observar na Tabela 8.

No grupo experimental ocorreu o inverso, já que apenas numa das tarefas (“Jogo”) não se observaram diferenças significativas entre os tempos gastos nos dois momentos.

Nas duas primeiras tarefas, *Animais* e *Palavras* podemos constatar que no segundo momento houve um aumento significativo no número de nomeações efetuadas relativamente ao primeiro momento (ver Tabela 8). Na terceira tarefa, *Nomeação Rápida*, o tempo gasto no segundo momento foi significativamente inferior ao que tinha sido registado no primeiro momento. Nas duas tarefas seguintes, aqui designadas por *Animais Disfarçados_A* e *Animais Disfarçados_B* verificou-se o mesmo, ou seja, em qualquer das duas tarefas, o tempo gasto na segunda aplicação foi significativamente inferior ao tempo gasto na primeira aplicação.

Nas três tarefas seguintes, *Animais sem cor*, *Animais cor errada_A* e *Animais cor errada_B* também podemos observar que em cada uma delas, o tempo médio gasto na segunda aplicação baixou significativamente quando comparado com aquele que tinha sido necessário aquando da primeira aplicação, como está representado na Tabela 8.

Tabela 8 - Valores do teste de Wilcoxon entre os dois momentos de avaliação para o TI-BAFEC

	Diferença de posições			Soma de posições		Z	p
	1 > 2	1 < 2	1 = 2	Negativas	Positivas		
<i>Grupo de Controlo (n=10)</i>							
Animais	3	5	2	16.00	20.00	-.302	.763
Palavras	6	4	0	35.00	20.00	-.832	.405
Nomeação rápida	2	8	0	12.00	43.00	-1.586	.113
Animais disfarçados_A	4	6	0	19.00	36.00	-.880	.379
Animais disfarçados_B	2	8	0	6.00	49.00	-2.235	.025
Animais sem cor	2	6	2	6.00	30.00	-1.725	.084
Animais cor errada_A	6	3	1	29.00	16.00	-.796	.426
Animais cor errada_B	4	6	0	28.00	27.00	-.054	.957
Jogo	3	7	0	16.00	39.00	-1.184	.237
<i>Grupo Experimental (n=9)</i>							
Animais	0	9	0	.00	45.00	2.699	.007
Palavras	0	9	0	.00	45.00	2.724	.006
Nomeação rápida	9	0	0	45.00	.00	-2.680	.007
Animais disfarçados_A	9	0	0	45.00	.00	-2.675	.007
Animais disfarçados_B	9	0	0	45.00	.00	-2.673	.008
Animais sem cor	9	0	0	45.00	.00	-2.670	.008
Animais cor errada_A	8	1	0	44.00	1.00	-2.558	.011
Animais cor errada_B	9	0	0	45.00	.00	-2.666	.008
Jogo	8	1	0	39.50	5.50	-2.018	.044

CAPÍTULO IV – DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

7. Discussão

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar um programa de intervenção, apoiado em realidade virtual, numa amostra de crianças que apresentavam dificuldades escolares/aprendizagem e problemas de comportamento. Neste estudo participaram 19 crianças, com idades compreendidas entre os 6 e os 10 anos, que frequentavam o ensino primário no concelho de Oeiras, entre o primeiro e o quarto ano de escolaridade. Estas crianças foram divididas, pela investigadora, em dois grupos, um com dez crianças que formaram o grupo de controlo e outro com nove crianças, que constituíram o grupo experimental, conforme já foi referido no procedimento.

Todas as crianças foram avaliadas em dois momentos que diferiram entre si por 30 dias. Durante esse intervalo de tempo as crianças do grupo experimental foram sujeitas a um programa de intervenção, descrito atrás, enquanto as crianças do grupo de controlo não foram sujeitas a essa intervenção durante este período de tempo, com o objetivo de avaliar a sua adequação. A avaliação consistiu na aplicação de um questionário extraído da prova TI-BAFEC, referente a comportamentos, que foi aplicado aos pais e explicadores/professores/explicadores, e na aplicação de uma prova, a TI-BAFEC aplicado às crianças.

Queremos realçar que, posteriormente, esta intervenção será também tornada acessível às crianças que dela não beneficiaram por integrarem o grupo de controlo.

Em seguida iremos abordar os resultados obtidos, quer a nível do questionário para pais, professores e explicadores quer na TI_BAFEC.

7.1. Comparação de resultados no QPPE

No grupo experimental foi observada uma diferença significativa entre o primeiro e o segundo momento de avaliação em oito dos nove descritores do questionário, sendo a única exceção o item referente à compreensão de frases irónicas. Estas melhorias são observáveis a diversos níveis, incidindo naqueles descritores que implicam um maior autocontrolo a nível dos comportamentos, sendo disso exemplo a redução significativa na frequência com que interrompe as outras pessoas, quando se lembra de algo para dizer, ou na maior capacidade demonstrada para esperar pela sua vez. Mas de uma forma geral, é no nível de integração das diversas funções executivas que devemos entender as melhorias

observadas, uma vez que o aumento significativo das suas competências ao nível do comportamento, quando alguém a faz reconhecer que errou e da capacidade em adequar o comportamento, indicam claramente, a nosso ver, uma melhoria substancial na sua flexibilidade cognitiva e no seu autocontrolo. Também a melhoria na capacidade de se conseguir manter concentrado nas suas atividades é um indicador duma maior estabilidade interna, a qual pode ser um fator importante no seu rendimento escolar e até de melhoria da sua própria autoimagem e autoestima. O único descritor em que as melhorias não ocorreram de forma significativa foi o relacionado com a compreensão de frases irónicas, que em nossa opinião se deve ao facto de as crianças mais novas não apresentarem ainda um nível de desenvolvimento suficiente para a compreensão da ironia, ao contrário do que se observa nas crianças mais velhas, como foi destacado por Mesquita (2011), que afirma que a capacidade de compreensão da ironia está diretamente ligada à idade da criança, sendo a própria ironia um tipo de discurso que apela a um sentido muitas vezes não coincidente com o literal, ligado ao facto de o nível de flexibilidade cognitiva das crianças mais novas ainda não ter atingido um grau de maturidade suficiente para a compreender a contradição subjacente à ironia.

Por outro lado, verificou-se que o grupo de controlo não apresentou diferenças significativas entre a primeira e a segunda avaliação no que respeita aos comportamentos que foram avaliados pelos pais e explicadores/professores/explicadores. Em nosso entender esta situação era expectável, uma vez que muitas das situações abordadas, por exemplo o não conseguir esperar pela sua vez ou o interromper os outros, podem ser vistas como comportamentos que fazem parte de um padrão de interações da criança com o meio. Estas interações são condicionadas por um grande número de fatores, e é sabido que este tipo de comportamentos não apresenta uma tendência para regredir espontaneamente, muitas vezes apresentando até uma tendência para se agravar. (Schoemaker et al., 2013), uma vez que em algumas crianças, problemas ao nível das funções executivas apresentam-se sob várias formas, nomeadamente dificuldades no controlo de impulsos, birras e dificuldade na autorregulação de emoções (Romero-López et al., 2018).

7.2. Comparação de resultados na TI_BAFEC

Na prova TI-BAFEC, o grupo experimental melhorou significativamente em todos os nove descritores. Assim, nas três primeiras provas, que consistem em tarefas de nomeação, verificou-se um aumento significativo no número de palavras nomeadas da

primeira para a segunda avaliação. Nestas tarefas específicas de nomeação, podemos concluir que as melhorias observadas traduzem um melhor funcionamento do controlo inibitório, que com a sua capacidade de suprimir estímulos distratores, permite uma maior concentração da criança na tarefa, dispersando-se menos e conseguindo assim um maior número de nomeações que lhe são pedidas, o que está de acordo com os resultados já obtidos por outros autores (Bashiri et al., 2017; Cho et al., 2002)

Nos cinco descritores seguintes, que correspondiam a tarefas mais complexas, uma vez que a criança tinha que identificar animais que se encontravam disfarçados ou tinha que se lembrar da cor que eles possuíam, a melhoria significativa ocorreu uma vez que o tempo gasto na execução da tarefa diminuiu significativamente da primeira para a segunda avaliação. Nestas tarefas, além do controlo inibitório, referido nas três primeiras tarefas, estão bem evidentes as melhorias relacionadas com a memória de trabalho, já que algumas dessas tarefas implicam o reconhecimento de estímulos que foram apresentados anteriormente, mas que agora não são tão evidentes, como por exemplo as tarefas relacionadas com os animais disfarçados. A importância da memória de trabalho na execução deste tipo de tarefas foi evidenciada por Rodriguez-Andres e colaboradores (2018), num estudo em que utilizaram um ambiente de realidade virtual onde a criança tinha que localizar objetos que tinham sido recentemente mostrados.

Por último, na prova da caça ao tesouro, verificou-se uma redução significativa no número de jogadas necessárias para completar a tarefa. Sendo esta uma tarefa um pouco mais demorada e complexa que as anteriores, consideramos que a melhoria observada, a nível das funções executivas, se deve a um conjunto de fatores que incluem por exemplo um bom controlo inibitório, para manter focada a atenção, um bom planeamento e uma melhoria na flexibilidade cognitiva.

No grupo de controlo, não se verificaram diferenças significativas entre os dois momentos de avaliação, em oito dos nove descritores considerados. A exceção ocorreu na tarefa que consistia em identificar corretamente os animais que se tinham disfarçado, onde no segundo momento de avaliação as crianças deste grupo demoraram significativamente mais tempo do que aquele que tinham gasto na primeira avaliação.

Deve referir-se que no momento da avaliação inicial, as tarefas de nomeação e do jogo não apresentavam diferenças significativas entre os dois grupos, enquanto nas cinco tarefas relacionadas com a correta identificação de animais (animais disfarçados, sem cor e de cor errada) e que eram avaliadas em função do tempo que a criança levava a executá-

las, o grupo experimental apresentou resultados significativamente inferiores aos obtidos pelo grupo de controlo. Embora esse facto possa sobrevalorizar os ganhos manifestados pelas crianças do grupo experimental, uma vez que tinham mais espaço para progredir, é nossa opinião que o enfoque deve ser colocado nas melhorias efetivamente observadas. A melhoria em várias tarefas que exigem uma maior rapidez de execução, correspondendo a um uso mais eficaz das funções executivas, com a ajuda da realidade virtual tem sido amplamente demonstrada na literatura, sendo disso exemplo vários trabalhos (Adams et al., 2009; Bashiri et al., 2017; Cho et al., 2002; Menezes et al., 2015; Seidman et al., 2001), onde foram estudadas crianças com problemas de atenção.

Embora relevando o facto de a nossa amostra ser muito reduzida, o que naturalmente limita a generalização destes resultados, com a devida prudência podemos concluir que a intervenção realizada se mostrou adequada, quer na alteração de comportamentos quer no desempenho das tarefas pedidas, e os nossos resultados vêm na linha de vários trabalhos efetuados (Coleman et al., 2019; Lorenzo et al., 2016; Lorusso et al., 2020; A. A. Rizzo et al., 2000; Shema-Shiratzky et al., 2019) com recurso a intervenções envolvendo a realidade virtual com intuítos terapêuticos em amostras envolvendo crianças.

Nesse sentido, atualmente, já é grande o número de situações em que a intervenção utilizando a RV é efetuada, com resultados bastante bons. Essas intervenções incluem áreas diversificadas, desde aquelas que apresentam um cariz mais clínico, como as realizadas em crianças com perturbações da espectro do autismo (Lorenzo et al., 2016; Ramachandiran et al., 2015), melhoria dos comportamentos e do rendimento das funções cognitivas em crianças hiperativas e/ou com défice de atenção (Adams et al., 2009; Bashiri et al., 2017; Shema-Shiratzky et al., 2019), treino cognitivo (Cho et al., 2002; Didehbani et al., 2016), controlo da dor em diversos contextos (Almeida et al., 2016; Barbosa de Farias et al., 2019; Hua et al., 2015; Won et al., 2017) até situações mais ligadas ao quotidiano, como o treino em tarefas pedestres (atravessar as ruas) (McComas et al., 2002) ou melhoria de comportamentos sociais (Rosenberg et al., 2013). Também a recriação da própria sala de aula em ambiente de RV mostrou-se eficaz a nível das melhorias do rendimento de crianças com diferentes graus de dificuldade (Rizzo et al., 2006).

As intervenções usando a RV não devem ser vistas apenas como sendo dirigidas a uma melhoria de comportamentos ou a um aumento do rendimento, uma vez que ambos poderão facilmente estar interligados, como salientaram Didehbani e colaboradores (2016),

que referem explicitamente que a melhoria nos comportamentos pode levar à melhoria nos resultados escolares, o que demonstra bem as interações entre estes dois fatores.

Em nossa opinião, a melhoria nos comportamentos não se ficou a dever apenas ao que se pode designar por uma mudança comportamental simples (Chakravarti et al., 1997), mas sim a uma evolução conjunta dos três níveis clássicos que integram as atitudes, envolvendo as esferas cognitiva, afetiva e comportamental de forma integrada (Jain, 2014). Daqui se pode concluir que melhorias que possam resultar das intervenções que trabalhem mais especificamente um destes níveis (cognitivo, por exemplo) se venham a repercutir nos outros dois, dando assim origem a uma melhoria geral do funcionamento da criança, com atitudes mais adaptadas ao meio e comportamentos mais integrados, como se verificou de forma bastante evidente no nosso trabalho.

Um último aspeto que gostaríamos de realçar é o de este tipo de intervenções geralmente ser bem acolhido pelas crianças, uma vez que o aspeto lúdico que elas contêm é um fator de motivação e adesão ao tratamento. A criança pode assim desenvolver as suas competências através da execução de um conjunto de tarefas que em bastantes ocasiões se assemelham às tarefas que encontra nos ambientes de jogos.

Na sequência dos resultados obtidos no estudo, verificou-se a confirmação das hipóteses colocadas.

No que refere a primeira hipótese, que correspondia ao nosso objetivo geral que afirmava que “o programa que foi aplicado recorrendo a realidade virtual era adequado na promoção do funcionamento executivo em crianças em idade escolar identificadas com dificuldades de aprendizagem” e de acordo com os resultados obtidos ficou comprovado que o programa recorrendo a realidade virtual, para aquelas dificuldades apresentadas, foi adequado e eficaz. Contudo, nas duas hipóteses seguintes que estavam relacionadas com os objetivos específicos, onde afirmavam que, “existiam melhorias a nível cognitivo nos participantes após a aplicação do programa de intervenção recorrendo a realidade virtual, avaliadas através das dificuldades de aprendizagem apresentadas” e conforme os resultados obtidos demonstraram que de facto apresentaram melhorias a nível cognitivo nos participantes e a terceira e última hipótese, que afirmava que, “ a intervenção recorrendo ao programa de realidade virtual poderia provocar melhorias na interação das crianças no seu meio escolar, familiar e social”, baseado nos relatos dos intervenientes pais, professores e os próprios participantes, referiram que após a intervenção os

participantes apresentaram melhorias tanto a nível escolar/professor, familiar/pais e social e com eles próprios.

8. Avaliação qualitativa dos intervenientes

Uma vez concluído o nosso trabalho, gostaríamos de salientar o *feedback* muito positivo que recebemos por parte de todos os intervenientes, em particular o das crianças, professores e dos seus pais, os quais manifestaram o seu agrado pelo trabalho feito, assim como o desejo que o acompanhamento e a intervenção com a realidade virtual fossem desenvolvidos num número maior de sessões distribuídas ao longo de todo o ano escolar. Os pais salientaram a importância de as crianças serem acompanhadas por técnicos com preparação adequada, salientando as melhorias observadas durante e após a intervenção, nomeadamente na melhoria comportamental, manifestados pelas crianças, nas vertentes familiar, social e de desempenho escolar. Quanto às crianças, embora pontualmente tenham mencionado algumas dificuldades encontradas nalgumas tarefas, expressaram o seu grande agrado pela experiência que tinham tido.

Em nossa opinião, o facto de esta ser uma intervenção dinâmica, com jogos que requeriam alguma atenção e habilidades dos participantes, juntamente com o facto de algumas delas serem atividades completamente diferentes das do dia-a-dia dos participantes, acabou por se revelar uma mais-valia.

Os *feedbacks* recolhidos junto dos pais, professores e participantes foram escritos por nós, baseados nas observações verbais dadas pelos intervenientes. Este facto constitui uma fonte relevante para o retorno do estudo realizado, ligado à intervenção com recurso à realidade virtual.

Deste modo, foi também de extrema importância perceber as perspetivas que os pais tinham, inicialmente, acerca da intervenção tendo, no final, demonstrado uma grande satisfação com os resultados obtidos. De acordo com os seus comentários, a nossa intervenção, além de ajudar a criança, foi sentida como muito útil para os pais, professores e explicadores, uma vez que a partir de agora se sentem mais preparados para perceber melhor a situação da criança e criar outras dinâmicas para ajudar a criança nas dificuldades que as mesmas vão apresentando.

O nosso papel neste estudo foi também o de ajudar os pais e prepará-los para poderem lidar mais eficazmente com um conjunto de situações escolares problemáticas, até porque alguns pais tinham dificuldades em acompanhar os seus filhos devido à sua baixa literacia, o que fazia com que nalguns casos, os pais tivessem vergonha de informar a

escola dessa carência, a qual levava a que não conseguissem ajudar os seus filhos com as tarefas escolares.

Concluímos este tópico referindo que esta investigação constituiu um grande desafio, uma vez que tivemos que trabalhar, não só nas áreas da educação e da psicologia, mas igualmente noutras, o que para nós foi uma mais-valia e um momento significativo de aprendizagem.

9. Limitações

Naturalmente, como na maioria dos trabalhos, este também apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, a baixa dimensão da amostra, a qual não permite uma generalização dos nossos resultados e a limitada abrangência geográfica, na qual a amostra foi recolhida, o que pode ser uma fonte de enviesamento de resultados, sendo desejável que, em trabalhos posteriores, a recolha da amostra possa não só ser feita noutros locais, como incluir um número mais elevado de participantes.

Outro fator que se pode constituir como limitação tem a ver com o facto de a prova por nós utilizada, ainda não possuir um estudo aprofundado sobre a sua validação. Embora em nossa opinião ela cumpra alguns critérios, nomeadamente a nível da validade ecológica, a avaliação completa da sua validade ainda não foi feita de uma forma sistemática.

Por outro lado, o facto de a investigação ter decorrido durante a pandemia, impediu que as crianças pudessem estar e ser avaliadas no seu ambiente escolar habitual na sala de aula, o que implicou uma interação mais limitada com alguns dos agentes relevantes, nomeadamente pais, professores e explicadores. Não ter sido possível realizar o estudo do modo que tinha sido previamente planeado, levou a que algumas crianças não tivessem podido participar, conforme tinha sido estabelecido. No que se refere ao distanciamento físico, como regra imposta pelas autoridades competentes, este acabou por ser também de carácter social, provocando alguma insegurança não apenas em nós como também nos participantes e em toda a sua envolvência.

Para uma maior robustez dos resultados obtidos, faltou igualmente realizar o seguimento (follow-up) das crianças após a intervenção para podermos avaliar se, de facto, o tratamento mantinha o efeito desejado por períodos mais prolongados.

10. Sugestão de melhoria do programa – Realidade Virtual

Em nossa opinião, apesar de o programa de intervenção estar bem elaborado e se ter revelado eficaz, pensamos que o programa de Realidade Virtual poderá ser melhorado, fruto da nossa experiência com as crianças durante o tempo em que a intervenção decorreu, por exemplo ao nível do treino de cores e formas, onde pensamos que talvez se as cores das bolas que compõem o jogo fossem apenas uma, isso poderia causar menos desconforto às crianças no momento de decidir em que caixa elas deviam colocar as bolas.

Ex: a bola vermelha e branca, em que caixa deveria ser colocada?

- Na caixa branca? Ou na caixa vermelha?

Ex: a bola azul e branca, em que caixa deveria ser colocada?

- Na caixa branca? Ou na caixa azul?

Outra situação que também deverá merecer alguma atenção no sentido da sua correção, tem que ver com a questão de quando uma criança pega num brinquedo (bolas, garrafas e livros) com o rato e anda um pouco com ele no espaço, tanto dentro do ginásio desportivo como no campo de futebol, de repente o brinquedo desaparece do jogo e não conseguimos encontrá-lo, o que provoca dificuldades em concluir o jogo da forma desejada, uma vez que fomos sempre obrigados a encerrar o jogo antes da sua conclusão total. Este facto levou, por vezes, que a criança se tenha sentido triste por não poder concluir a atividade, podendo ser adotada uma solução semelhante ao treino da Sala de Química.

Outra sugestão que nos parece desejável e exequível, refere-se ao modo como a criança pega nos brinquedos, que em vez de ser através da pressão contínua do rato sobre o brinquedo, fosse simplesmente clicar no brinquedo e depois andar com o rato sem forçar muito a mão, porque cada vez que a criança se distrai ou sente dores na mão o brinquedo cai. Ao criar uma forma menos difícil, a criança poderia sentir mais contentamento pelo que conseguia e não, como sucedeu algumas vezes, ficar irritada, porque o brinquedo pode cair e desaparecer e, desta forma, não ser possível concluir o jogo. Também nos jogos que compõem o programa, uma vez iniciados, as portas de entradas e saídas fecham e só abrem quando o jogo é concluído na íntegra. Seria desejável, também, caso não se conseguisse concluir o jogo, poder encerrá-lo a qualquer momento.

De qualquer forma, entendemos que, mesmo com os aspetos referidos acima, esta intervenção com o programa de Realidade Virtual constituiu uma ferramenta de grande

utilidade, tendo obtido um grau de adesão elevado e uma participação motivada por parte das crianças.

Em termos futuros, achamos que este estudo deverá ser replicado tentando superar algumas das limitações atrás referidas, nomeadamente a nível do tamanho da amostra e da abrangência geográfica onde a mesma será recolhida. Em face dos resultados obtidos, a inclusão deste tipo de intervenções como uma alternativa mais frequente em que as Escolas pudessem recorrer, parece-nos que seria de grande utilidade, pelo que, sugerimos que este tipo de intervenção possa ser mais divulgado junto das mesmas. Consideramos, igualmente, que a duração da intervenção deverá ser ajustada ao ritmo de progresso e capacidade de melhoria das crianças.

11. Conclusão

A nossa hipótese geral foi confirmada, uma vez que o programa aplicado mostrou ser adequado na promoção do funcionamento executivo em crianças em idade escolar identificadas com dificuldades de aprendizagem.

Decorrente deste objetivo geral, duas outras hipóteses foram colocadas, tendo igualmente sido confirmadas. Assim, concluímos que os resultados obtidos na TI-BAFEC após a intervenção com o programa de realidade virtual evidenciam uma melhoria ao nível cognitivo nos participantes deste estudo. De forma análoga, a intervenção com recurso ao programa de realidade virtual provocou melhorias na interação das crianças no seu meio escolar, familiar e social.

Para concluir o nosso trabalho, diríamos que com base nos resultados obtidos, o uso de técnicas que utilizem a Realidade Virtual (RV) apresenta um bom potencial de adequação, constituindo uma ferramenta eficiente ao nível da intervenção nas dificuldades escolares podendo, igualmente, contribuir para uma melhoria do comportamento, particularmente a nível das interações sociais, entre a criança e aqueles que lhe são mais próximos, como já tinha sido referenciado por Bailey & Bailenson (2017), que salientaram os benefícios da utilização de ambientes de realidade virtual em problemas de aprendizagem e comportamento em crianças em idade escolar.

12. Referências

- Abreu-Mendoza, R. A., Chamorro, Y., Garcia-Barrera, M. A., & Matute, E. (2018). The contributions of executive functions to mathematical learning difficulties and mathematical talent during adolescence. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209267>
- Alarcão, I. & Miguéns, M. (2008). *A educação das crianças dos 0 aos 12 anos (Relatório do Estudo, Actas do Seminário realizado em 20 de Maio de 2008 e Parecer)*. Conselho Nacional da Educação.
- Altemeier, L., Jones, J., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2006). Executive functions in becoming writing readers and reading writers: Note taking and report writing in third and fifth graders. *Developmental Neuropsychology*, 29(1), 161–173. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2901_8
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. In *Child Neuropsychology* (Vol. 8, Issue 2, pp. 71–82). <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- Anderson, S., Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1999). Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nature Neuroscience*. <https://doi.org/10.1038/14833>
- Anderson, V., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R., & Mikiewicz, O. (2002). Relationships between cognitive and behavioral measures of executive function in children with brain disease. *Child Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1076/chin.8.4.231.13509>
- Anderson, V., Jacobs, R., & Anderson, P. (2011). Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective. In *Executive Functions and the Frontal Lobes: A Lifespan Perspective*. Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203837863>
- Aran, O. T., Şahin, S., Köse, B., Ağce, Z. B., & Kayihan, H. (2020). Effectiveness of the virtual reality on cognitive function of children with hemiplegic cerebral palsy: A single-blind randomized controlled trial. *International Journal of Rehabilitation Research*, 12–19. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000378>
- Arbuthnott, K., & Campbell, J. I. D. (2000). Cognitive inhibition in selection and sequential retrieval. *Memory and Cognition*, 28(3), 331–340.

<https://doi.org/10.3758/BF03198548>

- Archbold, K. H., Giordani, B., Ruzicka, D. L., & Chervin, R. D. (2004). Cognitive executive dysfunction in children with mild sleep-disordered breathing. *Biological Research for Nursing*, 5(3), 168–176. <https://doi.org/10.1177/1099800403260261>
- Ardila, A. (2008). On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and Cognition*. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.03.003>
- Areces, D., Dockrell, J., García, T., González-Castro, P., & Rodríguez, C. (2018). Analysis of cognitive and attentional profiles in children with and without ADHD using an innovative virtual reality tool. *PLoS ONE*, 13(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201039>
- Aunio, P., Korhonen, J., Ragpot, L., Törmänen, M., & Henning, E. (2021). An early numeracy intervention for first-graders at risk for mathematical learning difficulties. *Early Childhood Research Quarterly*. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2020.12.002>
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory*. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Bapte, A., & Vashistha, K. (2018). "Hill, Skill, and Will": Dyscalculia and Executive Functioning. *Journal of Advances and Scholarly Researches in Allied Education*, 15(5), 61–64.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65>
- Barrash, J., Tranel, D., & Anderson, S. W. (2000). Acquired personality disturbances associated with bilateral damage to the ventromedial prefrontal region. In *Developmental Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1207/S1532694205Barrash>
- Barreiros, J. (2008). *Metodologia da investigação científica*. Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa.
- Baumann, S. (2005). A neuroimaging pilot study of task loading and executive function using a virtual apartment. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. <https://doi.org/10.1162/1054746053967021>
- Benczik, E., & Casella, E. (2015). Compreendendo o impacto do TDAH na dinâmica familiar e as possibilidades de intervenção. *Rev.Ista de Psicopedagogia*, 32(97), 93–103.

- Best, J. R. (2012). Exergaming immediately enhances children's executive function. *Developmental Psychology*. <https://doi.org/10.1037/a0026648>
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A Developmental Perspective on Executive Function. In *Child Development*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>
- Bioulac, S., de Sevin, E., Sagaspe, P., Claret, A., Philip, P., Micoulaud-Franchi, J. A., & Bouvard, M. P. (2018). What do virtual reality tools bring to child and adolescent psychiatry? *Encephale*. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2017.06.005>
- Blair, C. (2013). *As Funções Executivas na Sala de Aula*. Steinhart.
- Blair, Clancy, & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647–663. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
- Borella, E., Carretti, B., & Pelegrina, S. (2010). The Specific Role of Inhibition in Reading Comprehension in Good and Poor Comprehenders. *Journal of Learning Disabilities*. <https://doi.org/10.1177/0022219410371676>
- Boyle, J., & Boyle, E. A. (2014). Towards an understanding of the relationship between executive functions and learning outcomes from serious computer games. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12157-4_15
- Brock, L. L., Rimm-Kaufman, S. E., Nathanson, L., & Grimm, K. J. (2009). The contributions of “hot” and “cool” executive function to children's academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2009.06.001>
- Broidy, L. M., Nagin, D. S., Tremblay, R. E., Bates, J. E., Brame, B., Dodge, K. A., Fergusson, D., Horwood, J. L., Loeber, R., Laird, R., Lynam, D. R., Moffitt, T. E., Pettit, G. S., & Vitaro, F. (2003). Developmental Trajectories of Childhood Disruptive Behaviors and Adolescent Delinquency: A Six-Site, Cross-National Study. *Developmental Psychology*. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.39.2.222>
- Brook, U., & Boaz, M. (2005). Attention deficit and learning disabilities (ADHD/LD)

- among high school pupils in Holon (Israel). *Patient Education and Counseling*, 58(2), 164–167. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2004.07.012>
- Bull, R., Espy, K. A., & Senn, T. E. (2004). A comparison of performance on the Towers of London and Hanoi in young children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00268.x>
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1080/87565640801982312>
- Bunge, S. A., Dudukovic, N. M., Thomason, M. E., Vaidya, C. J., & Gabrieli, J. D. E. (2002). Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: Evidence from fMRI. *Neuron*. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(01\)00583-9](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(01)00583-9)
- Burgess, P. W., Alderman, N., Forbes, C., Costello, A., Coates, L. M. A., Dawson, D. R., Anderson, N. D., Gilbert, S. J., Dumontheil, I., & Channon, S. (2006). The case for the development and use of “ecologically valid” measures of executive function in experimental and clinical neuropsychology. *Journal of the International Neuropsychological Society*. <https://doi.org/10.1017/S1355617706060310>
- Buzio, A., Chiesa, M., & Toppan, R. (2017). Virtual reality for special educational needs. *SmartLearn 2017 - Proceedings of the 2017 ACM Workshop on Intelligent Interfaces for Ubiquitous and Smart Learning, Co-Located with IUI 2017*, 7–10. <https://doi.org/10.1145/3038535.3038541>
- Cameron Ponitz, C. E., McClelland, M. M., Jewkes, A. M., Connor, C. M. D., Farris, C. L., & Morrison, F. J. (2008). Touch your toes! Developing a direct measure of behavioral regulation in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2007.01.004>
- Carlson, S. M., Mandell, D. J., & Williams, L. (2004). Executive function and theory of mind: Stability and prediction from ages 2 to 3. *Developmental Psychology*. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.6.1105>
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 246–251. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.10.002>
- Castles, A., Rastle, K., & Nation, K. (2018). Ending the Reading Wars: Reading

- Acquisition From Novice to Expert. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(1), 5–51. <https://doi.org/10.1177/1529100618772271>
- Cho, B. H., Ku, J., Jang, D. P., Kim, S. S. I., Lee, Y. H., Kim, I. Y., Lee, J. H., & Kim, S. S. I. (2002). The effect of virtual reality cognitive training for attention enhancement. *Cyberpsychology and Behavior*, 5(2), 129–137. <https://doi.org/10.1089/109493102753770516>
- Christensen, A. L. (1975). *Luria's Neuropsychological Investigation*. Spectrum.
- Chung, P. J., Patel, D. R., & Nizami, I. (2020). Disorder of written expression and dysgraphia: definition, diagnosis, and management. In *Translational Pediatrics*. <https://doi.org/10.21037/TP.2019.11.01>
- Cicerone, K., Levin, H., Malec, J., Stuss, D., Whyte, J., & Edwards, E. (2006). Cognitive rehabilitation interventions for executive function: Moving from bench to bedside in patients with traumatic brain injury. In *Journal of Cognitive Neuroscience*. <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.7.1212>
- Cohen, J. D., Dunbar, K., & McClelland, J. L. (1990). On the control of automatic processes: A parallel distributed processing account of the stroop effect. *Psychological Review*. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.3.332>
- Correia, L. M. (2004). Para uma definição portuguesa de dificuldades de aprendizagem específicas. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 13(2), 155–172.
- Corso, H. V., Mara, T., De Jou, G. I., & Salles, J. F. (2013). Metacognição e funções executivas: Relações entre os conceitos e implicações para a aprendizagem. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 29(1), 21–29. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722013000100004>
- Courtad, C. A., & Bakken, J. P. (2011). Chapter 4 History of learning disabilities. In *Advances in Special Education* (Vol. 21). Emerald. [https://doi.org/10.1108/S0270-4013\(2011\)0000021007](https://doi.org/10.1108/S0270-4013(2011)0000021007)
- Craik, F. I. M., & Bialystok, E. (2006). Planning and task management in older adults: Cooking breakfast. *Memory and Cognition*. <https://doi.org/10.3758/BF03193268>
- Cruz, V. (1999). *Dificuldades de aprendizagem: fundamentos*. Porto Editora.
- Cutting, L. E., Materek, A., Cole, C. A. S., Levine, T. M., & Mahone, E. M. (2009). Effects of fluency, oral language, and executive function on reading comprehension performance. *Annals of Dyslexia*. <https://doi.org/10.1007/s11881-009-0022-0>
- Dalziell, A., Boyle, J., & Mutrie, N. (2015). Better movers and thinkers (BMT): An

- exploratory study of an innovative approach to physical education. *Europe's Journal of Psychology*. <https://doi.org/10.5964/ejop.v1i14.950>
- Damásio, A. (1998). O Erro de Descartes, Emoção, Razão e o Cérebro Humano. In *Book*.
- Das, J. P., & Heemsbergen, D. B. (1983). Planning as a Factor in the Assessment of Cognitive Processes. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *1*(1), 1–15.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, *44*(11), 2037–2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., Allison, J. D., & Naglieri, J. A. (2011). Exercise Improves Executive Function and Achievement and Alters Brain Activation in Overweight Children: A Randomized, Controlled Trial. *Health Psychology*. <https://doi.org/10.1037/a0021766>
- Davison, S. M. C., Deeprase, C., & Terbeck, S. (2018). A comparison of immersive virtual reality with traditional neuropsychological measures in the assessment of executive functions. *Acta Neuropsychiatrica*, *30*(2), 79–89. <https://doi.org/10.1017/neu.2017.14>
- De Luca, C. R., & Leventer, R. J. (2011). Developmental trajectories of executive functions across the lifespan. In *Executive Functions and the Frontal Lobes: A Lifespan Perspective*. <https://doi.org/10.4324/9780203837863>
- Denckla, M. B. (1996). A theory and model of executive function: A neuropsychological perspective. In *Attention, memory, and executive function*.
- Deng, M., Cai, D., Zhou, X., & Leung, A. W. S. (2020). Executive Function and Planning Features of Students With Different Types of Learning Difficulties in Chinese Junior Middle School. *Learning Disability Quarterly*. <https://doi.org/10.1177/0731948720929006>
- Dennis, J. P., & Vander Wal, J. S. (2010). The cognitive flexibility inventory: Instrument development and estimates of reliability and validity. *Cognitive Therapy and Research*, *34*(3), 241–253. <https://doi.org/10.1007/s10608-009-9276-4>
- Diamond, A. (2012). Activities and Programs That Improve Children's Executive Functions. In *Current Directions in Psychological Science*. <https://doi.org/10.1177/0963721412453722>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. In *Annual Review of Psychology* (Vol. 64, pp. 135–168). <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

- Diamond, A. (2015). Effects of Physical Exercise on Executive Functions: Going beyond Simply Moving to Moving with Thought. *Annals of Sports Medicine and Research*.
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007a). Preschool Program Improves Cognitive Control. *Source: Science, New Series*.
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007b). The early years: Preschool program improves cognitive control. In *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1151148>
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. In *Science* (Vol. 333, Issue 6045, pp. 959–964). <https://doi.org/10.1126/science.1204529>
- Diamond, A., & Taylor, C. (1996). Development of an aspect of executive control: Development of the abilities to remember what I said and to “do as I say, not as I do.” *Developmental Psychobiology*. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2302\(199605\)29:4<315::AID-DEV2>3.0.CO;2-T](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2302(199605)29:4<315::AID-DEV2>3.0.CO;2-T)
- Dias, N., & Seabra, A. (2013). Funções executivas: desenvolvimento e intervenção. *Temas Sobre Desenvolvimento, 19*(107), 206–212.
- Dixon, D. R., Miyake, C. J., Nohelty, K., Novack, M. N., & Granpeesheh, D. (2020). Evaluation of an Immersive Virtual Reality Safety Training Used to Teach Pedestrian Skills to Children With Autism Spectrum Disorder. *Behavior Analysis in Practice, 13*(3), 631–640. <https://doi.org/10.1007/s40617-019-00401-1>
- Döhla, D., Willmes, K., & Heim, S. (2018). Cognitive profiles of developmental dysgraphia. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02006>
- Drigas, A., & Karyotaki, M. (2019). Executive functioning and problem solving: A bidirectional relation. *International Journal of Engineering Pedagogy, 9*(3), 76–98. <https://doi.org/10.3991/ijep.v9i3.10186>
- Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Johnson, R., & Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal lobe: The organization of goal-directed behavior. *Cognitive Psychology*. <https://doi.org/10.1006/cogp.1996.0008>
- Elkind, J. S., Rubin, E., Rosenthal, S., Skoff, B., & Prather, P. (2001). A simulated reality scenario compared with the computerized Wisconsin Card Sorting Test: An analysis of preliminary results. *Cyberpsychology and Behavior*. <https://doi.org/10.1089/109493101750527042>
- Engle, R. W., Laughlin, J. E., Tuholski, S. W., & Conway, A. R. A. (1999). Working

- memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.128.3.309>
- Esposito, M., Antinolfi, L., Gallai, B., Parisi, L., Roccella, M., Marotta, R., Lavano, S. M., Mazzotta, G., Precenzano, F., & Carotenuto, M. (2013). Executive dysfunction in children affected by obstructive sleep apnea syndrome: An observational study. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 9, 1087–1094.
<https://doi.org/10.2147/NDT.S47287>
- Espy, K. A. (1997). The Shape School: Assessing Executive Function in Preschool Children. *Developmental Neuropsychology*.
<https://doi.org/10.1080/87565649709540690>
- Facoetti, A., & Molteni, M. (2000). The gradient of visual attention in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 39(4), 352–357. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(00\)00138-X](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(00)00138-X)
- Facoetti, A., Turatto, M., Lorusso, M. L., & Mascetti, G. G. (2001). Orienting of visual attention in dyslexia: Evidence for asymmetric hemispheric control of attention. *Experimental Brain Research*, 138(1), 46–53. <https://doi.org/10.1007/s002210100700>
- Fadaei, E., Tavakoli, M., Tahmasebi, A., Narimani, M., Shiri, V., & Shiri, E. (2017). The Relationship Between Executive Functions with Reading Difficulties in Children with Specific Learning Disorder. *Archives of Neuroscience*.
<https://doi.org/10.5812/archneurosci.13989>
- Fairchild, G., Van Goozen, S. H. M., Calder, A. J., Stollery, S. J., & Goodyer, I. M. (2009). Deficits in facial expression recognition in male adolescents with early-onset or adolescence-onset conduct disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2008.02020.x>
- Faria, E. L. B., & Mourão Júnior, C. A. (2013). Os recursos da memória de trabalho e suas influências na compreensão da leitura. *Psicologia: Ciência e Profissão*, 33(2), 288–303. <https://doi.org/10.1590/s1414-98932013000200004>
- Fernández, T. G., González-Castro, P., Areces, D., Cueli, M., & Pérez, C. R. (2014). Executive functions in children and adolescents: The types of assessment measures used and implications for their validity in clinical and educational contexts. *Papeles Del Psicólogo*, 35(3), 215–223.
- Filippi, R., Ceccolini, A., & Bright, P. (2021). Trajectories of verbal fluency and executive

- functions in multilingual and monolingual children and adults: A cross-sectional study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 174702182110267. <https://doi.org/10.1177/17470218211026792>
- Flook, L., Smalley, S. L., Kitil, M. J., Galla, B. M., Kaiser-Greenland, S., Locke, J., Ishijima, E., & Kasari, C. (2010). Effects of mindful awareness practices on executive functions in elementary school children. *Journal of Applied School Psychology*. <https://doi.org/10.1080/15377900903379125>
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x>
- Frye, D., Zelazo, P. D., & Palfai, T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive Development*. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(95\)90024-1](https://doi.org/10.1016/0885-2014(95)90024-1)
- Gathercole, S.E., Alloway, T. P., Willis, C., & Adams, A. M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.08.003>
- Gathercole, Susan E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology*. <https://doi.org/10.1002/acp.934>
- Giannessi, I. D. L., & Moretti, L. H. T. (2015). Contribuições da neuropsicologia nas dificuldades de aprendizagem escolar 2015. *O Portal Da Psicologia*.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., Kenworthy, L., & Baron, I. S. (2001). Behavior rating inventory of executive function. In *Child Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1076/chin.6.3.235.3152>
- Goldman-Rakic, P. S. (1987). Development of cortical circuitry and cognitive function. *Child Development*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1987.tb01404.x>
- Gonçalves, A., Viapiana, F., Sartori, S., Stein, M., Paz, R., Gonçalves, H. A., Viapiana, V. F., Sartori, M. S., Hofheinz, C., Stein, L. M., & Fonseca, R. P. (2017). Funções executivas predizem o processamento de habilidades básicas de leitura, escrita e matemática? *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, 9(3), 42–54. <https://doi.org/10.5579/rnl.2016.0393>
- Goulden, L. G., & Silver, C. H. (2009). Concordance of the children's executive functions scale with established tests and parent rating scales. *Journal of Psychoeducational*

- Assessment*. <https://doi.org/10.1177/0734282909335574>
- Grattan, L. M. (1991). Frontal Lobe Damage in Children and Adults: A Comparative Review. In *Developmental Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1080/87565649109540496>
- Gunzenhauser, C., & Nückles, M. (2021). Training Executive Functions to Improve Academic Achievement: Tackling Avenues to Far Transfer. *Frontiers in Psychology*, 12(May), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.624008>
- Gustavson, D. E., Panizzon, M. S., Franz, C. E., Reynolds, C. A., Corley, R. P., Hewitt, J. K., Lyons, M. J., Kremen, W. S., & Friedman, N. P. (2019). Integrating Verbal Fluency With Executive Functions: Evidence From Twin Studies in Adolescence and Middle Age. *Journal of Experimental Psychology: General*. <https://doi.org/10.1037/xge0000589>
- Hécaen, H., & Albert, M. (1979). Human Neuropsychology. In John Wiley & Sons (Ed.), *Psychological Medicine* (Vol. 9, Issue 2). Cambridge University Press (CUP). <https://doi.org/10.1017/s0033291700031147>
- Hill, E. L. (2004). Executive dysfunction in autism. In *Trends in Cognitive Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.11.003>
- Hobson, P., & Leeds, L. (2001). Executive functioning in older people. In *Reviews in Clinical Gerontology* (Vol. 11, Issue 4, pp. 361–372). <https://doi.org/10.1017/S0959259801011479>
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. In *Trends in Cognitive Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.01.006>
- Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x>
- Holmes, J., Guy, J., Kievit, R. A., Bryant, A., Mareva, S., & Gathercole, S. E. (2020). Cognitive dimensions of learning in children with problems in attention, learning, and memory. *Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1037/edu0000644>
- Hongwanishkul, D., Happaney, K. R., Lee, W. S. C., & Zelazo, P. D. (2005). Assessment of hot and cool executive function in young children: Age-related changes and individual differences. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 617–644. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_4
- Hørlyck, L. D., Obenhausen, K., Jansari, A., Ullum, H., & Miskowiak, K. W. (2021).

- Virtual reality assessment of daily life executive functions in mood disorders: associations with neuropsychological and functional measures. *Journal of Affective Disorders*. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.11.084>
- Howse, R. B., Lange, G., Farran, D. C., & Boyles, C. D. (2003). Motivation and self-regulation as predictors of achievement in economically disadvantaged young children. *Journal of Experimental Education*. <https://doi.org/10.1080/00220970309602061>
- Huang, Y., He, M., Li, A., Lin, Y., Zhang, X., & Wu, K. (2020). Personality, behavior characteristics, and life quality impact of children with dyslexia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041415>
- Hughes, C., & Ensor, R. (2007). Executive Function and Theory of Mind: Predictive Relations From Ages 2 to 4. *Developmental Psychology*. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1447>
- Hughes, C., & Ensor, R. (2011). Individual differences in growth in executive function across the transition to school predict externalizing and internalizing behaviors and self-perceived academic success at 6 years of age. *Journal of Experimental Child Psychology*. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.06.005>
- Hughes, C., & Graham, A. (2002). Measuring Executive Functions in Childhood: Problems and Solutions? *Child and Adolescent Mental Health*. <https://doi.org/10.1111/1475-3588.00024>
- Ioannidi, V., & Samara, E. (2019). *European Journal of Education Studies CHILDREN WITH LEARNING DIFFICULTIES AND CONDITIONS OF SCHOOL INCLUSION - A BRIEF REPORT AND A CONSTANT*. June, 1–7. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3239979>
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. In *Neuropsychology Review*. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working-Memory Capacity and the Control of Attention: The Contributions of Goal Neglect, Response Competition, and Task Set to Stroop Interference. *Journal of Experimental Psychology: General*. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.132.1.47>
- Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences

- in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00846.x>
- Kieffer, M. J., & Christodoulou, J. A. (2020). Automaticity and Control: How Do Executive Functions and Reading Fluency Interact in Predicting Reading Comprehension? *Reading Research Quarterly*, 55(1), 147–166.
<https://doi.org/10.1002/rrq.289>
- Kimberg, D. Y., & Farah, M. J. (1993). A Unified Account of Cognitive Impairments Following Frontal Lobe Damage: The Role of Working Memory in Complex, Organized Behavior. *Journal of Experimental Psychology: General*.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.122.4.411>
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C. G., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD - A randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*.
<https://doi.org/10.1097/00004583-200502000-00010>
- Kramer, J. H., & Stephens, M. L. (2014). Encyclopedia of the Neurological Sciences. In *Encyclopedia of the Neurological Sciences*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385157-4.00451-6>
- Lakes, K. D., & Hoyt, W. T. (2004). Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology*.
<https://doi.org/10.1016/j.appdev.2004.04.002>
- Lenhard, W., & Lenhard, A. (2013). Learning Difficulties. In L. Meyer (Ed.), *Oxford Bibliographies in Education*. Oxford University Press.
- León, C. B. R., Rodrigues, C. C., Seabra, A. G., & Dias, N. M. (2013). Funções executivas e desempenho escolar em crianças de 6 a 9 anos de idade. *Rev. Psicopedagogia*.
- Lezak, M. (1995). Neuropsychological assessment (3rd ed.). In *Neuropsychological assessment (3rd ed.)*.
- Lezak, M. (2004). *Neuropsychological Assessment*. Oxford University Press.
- Lima, R. F., Azoni, C. S., & Ciasca, S. C. (2011). Attentional performance and executive functions in children with learning difficulties. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 24(4), 685–691. <https://doi.org/10.1590/S0102-79722011000400008>
- Lindsay, G. (2018). Problems of adolescence in the secondary school. *Problems of Adolescence in the Secondary School*, 1–284. <https://doi.org/10.4324/9780429491061>

- Lo Priore, C., Castelnuovo, G., Liccione, D., & Liccione, D. (2003). Experience with V-Store: Considerations on presence in virtual environments for effective neuropsychological rehabilitation of executive functions. *Cyberpsychology and Behavior*. <https://doi.org/10.1089/109493103322011579>
- Locascio, G., Mahone, E. M., Eason, S. H., & Cutting, L. E. (2010). Executive dysfunction among children with reading comprehension deficits. *Journal of Learning Disabilities*, 43(5), 441–454. <https://doi.org/10.1177/0022219409355476>
- Lorusso, M. L., Travellini, S., Giorgetti, M., Negrini, P., Reni, G., & Biffi, E. (2020). Semi-immersive virtual reality as a tool to improve cognitive and social abilities in preschool children. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/APP10082948>
- Luria, A. R. (1973a). THE FRONTAL LOBES AND THE REGULATION OF BEHAVIOR. In *Psychophysiology of the Frontal Lobes*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-564340-5.50006-8>
- Luria, A. R. (1973b). *The working brain; an introduction to neuropsychology*. Basic Books.
- Martin, M. M., & Rubin, R. B. (1995). A New Measure of Cognitive Flexibility. *Psychological Reports*, 76(2), 623–626. <https://doi.org/10.2466/pr0.1995.76.2.623>
- Mathews, A., & MacLeod, C. (2005). Cognitive vulnerability to emotional disorders. *Annual Review of Clinical Psychology*, 1, 167–195. <https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.1.102803.143916>
- McGeorge, P., Phillips, L. H., Crawford, J. R., Garden, S. E., Della Sala, S., Milne, A. B., Hamilton, S., & Callender, J. S. (2001). Using virtual environments in the assessment of executive dysfunction. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. <https://doi.org/10.1162/1054746011470235>
- McGlamery, M. E., Ball, S. E., Henley, T. B., & Besozzi, M. (2007). Theory of mind, attention, and executive function in kindergarten boys. *Emotional and Behavioural Difficulties*, 12(1), 29–47. <https://doi.org/10.1080/13632750601135899>
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. In *Developmental psychology*. <https://doi.org/10.1037/a0028228>
- Meltzer, L. (2007). Executive Function in Education. In *From Theory to Practice*. <https://doi.org/papers3://publication/uuid/8F1AC2CB-CB22-41F3-A70D-3085191246B8>

- Mesquita, M. I. (2011). *Avaliação das Funções Executivas em Crianças: estudo psicométrico, desenvolvimental e neuropsicológico*. Universidade Fernando Pessoa.
- Miller, H. V., Barnes, J. C., & Beaver, K. M. (2011). Self-control and health outcomes in a nationally representative sample. *American Journal of Health Behavior*. <https://doi.org/10.5993/AJHB.35.1.2>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Monedero, C. (1984). *Dificultades de aprendizaje escolar. Una perspectiva neuropsicológica*. Ed. Piramijde.
- Monette, S., Bigras, M., & Guay, M. C. (2011). The role of the executive functions in school achievement at the end of Grade 1. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(2). <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.01.008>
- Moore, D. J., Palmer, B. W., Patterson, T. L., & Jeste, D. V. (2007). A review of performance-based measures of functional living skills. In *Journal of Psychiatric Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2005.10.008>
- Mourão Junior, C. A., & Melo, L. B. R. (2011). Integração de três conceitos: Função executiva, memória de trabalho e aprendizado. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 27(3), 309–314. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722011000300006>
- Mulligan, J. (2011). Towards understanding the origins of children’s difficulties in mathematics learning. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 16(1), 19–39. <https://doi.org/10.1080/19404158.2011.563476>
- Naglieri, J. A., & Rojahn, J. (2004). Construct Validity of the PASS Theory and CAS: Correlations with Achievement. *Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.1.174>
- Nation, K. (2019). Children’s reading difficulties, language, and reflections on the simple view of reading. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 24(1), 47–73. <https://doi.org/10.1080/19404158.2019.1609272>
- Nguyen, T. Q., Pickren, S. E., Saha, N. M., & Cutting, L. E. (2020). Executive functions and components of oral reading fluency through the lens of text complexity. *Reading and Writing*. <https://doi.org/10.1007/s11145-020-10020-w>
- Nigg, J. T. (2000). On Inhibition/Disinhibition in Developmental Psychopathology: Views

- from Cognitive and Personality Psychology and a Working Inhibition Taxonomy. *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.2.220>
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to Action. In *Consciousness and Self-Regulation*. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1_1
- Nutley, S. B., & Söderqvist, S. (2017). How is working memory training likely to influence academic performance? Current evidence and methodological considerations. In *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00069>
- Nyhus, E., & Barceló, F. (2009). The Wisconsin Card Sorting Test and the cognitive assessment of prefrontal executive functions: A critical update. *Brain and Cognition*, 71(3), 437–451. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.03.005>
- O'Toole, S. E., Monks, C. P., Tsermentseli, S., & Rix, K. (2020). The contribution of cool and hot executive function to academic achievement, learning-related behaviours, and classroom behaviour. *Early Child Development and Care*. <https://doi.org/10.1080/03004430.2018.1494595>
- Ouellette, G., & Beers, A. (2010). A not-so-simple view of reading: How oral vocabulary and visual-word recognition complicate the story. *Reading and Writing*, 23(2), 189–208. <https://doi.org/10.1007/s11145-008-9159-1>
- Owen, A. M. (1997). Cognitive planning in humans: Neuropsychological, neuroanatomical and neuropharmacological perspectives. In *Progress in Neurobiology*. [https://doi.org/10.1016/S0301-0082\(97\)00042-7](https://doi.org/10.1016/S0301-0082(97)00042-7)
- Parsons, T. D., Bowerly, T., Buckwalter, J. G., & Rizzo, A. A. (2007). A controlled clinical comparison of attention performance in children with ADHD in a virtual reality classroom compared to standard neuropsychological methods. *Child Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1080/13825580600943473>
- Parsons, T. D., Carlew, A. R., Magtoto, J., & Stonecipher, K. (2015). The potential of function-led virtual environments for ecologically valid measures of executive function in experimental and clinical neuropsychology. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(5), 777–807. <https://doi.org/10.1080/09602011.2015.1109524>
- Parsons, T. D., Larson, P., Kratz, K., Thiebaut, M., Bluestein, B., Buckwalter, J. G., & Rizzo, A. A. (2004). Sex differences in mental rotation and spatial rotation in a virtual environment. *Neuropsychologia*. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.08.014>
- Parsons, T. D., & Rizzo, A. A. (2008). Initial validation of a virtual environment for

- assessment of memory functioning: Virtual reality cognitive performance assessment test. *Cyberpsychology and Behavior*. <https://doi.org/10.1089/cpb.2007.9934>
- Pascual, A. C., Moyano, N., & Robres, A. Q. (2019). The relationship between executive functions and academic performance in primary education: Review and meta-analysis. In *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01582>
- Pasquali, L. (2007). Validade dos Testes Psicológicos: Será Possível Reencontrar o Caminho? *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 23(SPECIAL), 99–107. <https://doi.org/10.1590/s0102-37722007000500019>
- Pasquali, L. (2017). Validade dos Testes. *Examen: Política, Gestão e Avaliação Da Educação*.
- Paula, G. R., Beber, B. C., Baggio, S. B., & Petry, T. (2006). Neuropsicologia da aprendizagem. *Revista Psicopedagogia*.
- Pereira, D., & Alarcão, M. (2015). Guia de Avaliação das Capacidades Parentais: Estudo de Validade Ecológica TT - Evaluation Guide of Parental capacities: An Ecological Validity Study. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 31(2), 203–212. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-37722015000200203&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.br/pdf/ptp/v31n2/0102-3772-ptp-31-02-0203.pdf
- Ponte, J. P., & Serrazina, L. (2000). *Didáctica da matemática do 1o ciclo* (Universidade Aberta (ed.)).
- Ponte, J. P., & Sousa, H. (2010). Uma oportunidade de mudança na Matemática do ensino básico. In APM (Ed.), *O professor e o programa de Matemática do ensino básico* (pp. 11–41).
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The Attention System of the Human Brain. *Annual Review of Neuroscience*. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Rabbitt, P. (2004). Methodology of frontal and executive function. In *Methodology of Frontal and Executive Function*. <https://doi.org/10.4324/9780203344187>
- Rajendran, G., Law, A. S., Logie, R. H., Van Der Meulen, M., Fraser, D., & Corley, M. (2011). Investigating multitasking in high-functioning adolescents with autism spectrum disorders using the virtual errands task. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-1151-3>
- Raver, C. C., Jones, S. M., Li-Grining, C., Zhai, F., Bub, K., & Pressler, E. (2011). CSRP's Impact on Low-Income Preschoolers' Preacademic Skills: Self-Regulation as a

- Mediating Mechanism. *Child Development*, 82(1), 362–378. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01561.x>
- Rhodes, S. M., Booth, J. N., Palmer, L. E., Blythe, R. A., Delibegovic, M., & Wheate, N. J. (2016). Executive functions predict conceptual learning of science. *British Journal of Developmental Psychology*. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12129>
- Riggs, N. R., Spruijt-Metz, D., Sakuma, K. L., Chou, C. P., & Pentz, M. A. (2010). Executive Cognitive Function and Food Intake in Children. *Journal of Nutrition Education and Behavior*. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2009.11.003>
- Rizzo, A. A., Schultheis, M., Kerns, K. A., & Mateer, C. (2004). Analysis of assets for virtual reality applications in neuropsychology. In *Neuropsychological Rehabilitation*. <https://doi.org/10.1080/09602010343000183>
- Robbins, T. W., Anderson, E. J., Barker, D. R., Bradley, A. C., Fearnlyhough, C., Henson, R., Hudson, S. R., & Baddeley, A. D. (1996). Working memory in chess. *Memory and Cognition*. <https://doi.org/10.3758/BF03197274>
- Robinson, K. E., Kaizar, E., Catroppa, C., Godfrey, C., & Yeates, K. O. (2014). Systematic review and meta-analysis of cognitive interventions for children with central nervous system disorders and neurodevelopmental disorders. In *Journal of Pediatric Psychology*. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsu031>
- Romero-López, M., Pichardo, M. C., Ingoglia, S., & Justicia, F. (2018). The role of executive function in social competence and behavioral problems in the last year of preschool. *Anales de Psicología*, 34(3), 490–499. <https://doi.org/10.6018/analesps.34.3.307391>
- Rossignoli-Palomeque, T., Perez-Hernandez, E., & González-Marqués, J. (2018). Brain training in children and adolescents: Is it scientifically valid? *Frontiers in Psychology*, 9(MAY), 1–23. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00565>
- Royall, D. R., Chiodo, L. K., & Polk, M. J. (2000). Correlates of disability among elderly retirees with “subclinical” cognitive impairment. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. <https://doi.org/10.1093/gerona/55.9.M541>
- Royall, D. R., Palmer, R., Chiodo, L. K., & Polk, M. J. (2004). Declining Executive Control in Normal Aging Predicts Change in Functional Status: The Freedom House Study. *Journal of the American Geriatrics Society*. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52104.x>
- Russell, J., Mauthner, N., Sharpe, S., & Tidswell, T. (1991). The ‘windows task’ as a

- measure of strategic deception in preschoolers and autistic subjects. *British Journal of Developmental Psychology*. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835x.1991.tb00881.x>
- Ruth Baker, E., Liu, Q., & Huang, R. (2020). A View from the Start: A Review of Inhibitory Control Training in Early Childhood. In *Inhibitory Control Training - A Multidisciplinary Approach*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.88700>
- Salles, J. F. de, & Parente, M. A. de M. P. (2006). Funções neuropsicológicas em crianças com dificuldades de leitura e escrita. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 22(2), 153–162. <https://doi.org/10.1590/s0102-37722006000200004>
- Sánchez-Cubillo, I., Periañez, J. A., Adrover-Roig, D., Rodríguez-Sánchez, J. M., Ríos-Lago, M., Tirapu, J., & Barceló, F. (2009). Construct validity of the Trail Making Test: Role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15(3), 438–450. <https://doi.org/10.1017/S1355617709090626>
- Saracho, O., & Spodek, B. (2001). Contemporary perspectives on early childhood curriculum. In *Contemporary perspectives in early childhood education*.
- Schnider, B., Tuura, R., Disselhoff, V., Latal, B., Wehrle, F. M., & Hagmann, C. F. (2020). Altered brain metabolism contributes to executive function deficits in school-aged children born very preterm. *Pediatric Research*, 88(5), 739–748. <https://doi.org/10.1038/s41390-020-1024-1>
- Schoemaker, K., Mulder, H., Deković, M., & Matthys, W. (2013). Executive Functions in Preschool Children with Externalizing Behavior Problems: A Meta-Analysis. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 41(3), 457–471. <https://doi.org/10.1007/s10802-012-9684-x>
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082>
- Shao, Z., Janse, E., Visser, K., & Meyer, A. S. (2014). What do verbal fluency tasks measure? Predictors of verbal fluency performance in older adults. *Frontiers in Psychology*, 5(JUL), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00772>
- Shema-Shiratzky, S., Brozgol, M., Cornejo-Thumm, P., Geva-Dayan, K., Rotstein, M., & Leitner, Y. (2019). Virtual reality training to enhance behavior and cognitive function among children with attention-deficit/hyperactivity disorder: brief report. *Developmental Neurorehabilitation*, 22(6), 431–436.

<https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1476602>

- Shen, J., Xiang, H., Luna, J., Grishchenko, A., Patterson, J., Strouse, R. V., Roland, M., Lundine, J. P., Koterba, C. H., Lever, K., Groner, J. I., Huang, Y., & Lin, E.-J. D. (2020). Designing a Virtual Reality-based Executive Function Rehabilitation System for Children with Traumatic Brain Injuries. *JMIR Serious Games*.
- Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.127>
- Slick, D., Lautzenhiser, A., Sherman, E., & Eyrl, K. (2006). Frequency of scale elevations and factor structure of the Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) in children and adolescents with intractable epilepsy. *Child Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1080/09297040600611320>
- Slot, P. L., Mulder, H., Verhagen, J., & Leseman, P. P. M. (2017). Preschoolers' cognitive and emotional self-regulation in pretend play: Relations with executive functions and quality of play. *Infant and Child Development*, 26(6). <https://doi.org/10.1002/icd.2038>
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. In *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. <https://doi.org/10.1080/17470210500162854>
- Strauss, E., Sherman, E., & Otfried, S. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Psychological Research*. <https://doi.org/10.1007/s004269900007>
- Stuss, D. T., Alexander, M. P., Floden, D., Binns, M. A., Levine, B., McIntosh, A. R., Rajah, N., & Hevenor, S. J. (2009). Fractionation and Localization of Distinct Frontal Lobe Processes: Evidence from Focal Lesions in Humans. In *Principles of Frontal Lobe Function*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195134971.003.0025>
- Stuss, D. T., & et al. (1982). Evidence for involvement of orbitofrontal cortex in memory functions: An interference effect. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.96.6.913>
- Tonietto, L., Wagner, G. P., Trentini, C. M., Sperb, T. M., & De Mattos Pimenta Parente, M. A. (2011). Interfaces among executive functions, language and intentionality. *Paidéia*, 21(49), 247–255. <https://doi.org/10.1590/S0103-863X2011000200012>

- Turner, M. (1999). Annotation: Repetitive Behaviour in Autism: A Review of Psychological Research. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00502>
- Van Den Heerik, M. S., Spreij, L. A., Vissermeily, J. M. A., Rentinck, I. C. M., Verhoef, M., & Nijboer, T. C. W. (2017). Playful rehabilitation: Virtual reality within cognitive rehabilitation for children - A review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 59, 71. <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L616270944&from=export>
- Vitaro, F., Brendgen, M., Larose, S., & Trembaly, R. E. (2005). Kindergarten disruptive behaviors, protective factors, and educational achievement by early adulthood. In *Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.97.4.617>
- Wade, M., Prime, H., Jenkins, J. M., Yeates, K. O., Williams, T., & Lee, K. (2018). On the relation between theory of mind and executive functioning: A developmental cognitive neuroscience perspective. *Psychonomic Bulletin and Review*, 25(6), 2119–2140. <https://doi.org/10.3758/s13423-018-1459-0>
- Wagner, G. P., & Trentini, C. M. (2009). Assessing executive functions in older adults: A comparison between the manual and the computer-based versions of the Wisconsin Card Sorting Test. *Psychology & Neuroscience*, 2(2), 195–198. <https://doi.org/10.3922/j.psns.2009.2.011>
- Wang, M., & Reid, D. (2013). Using the virtual reality-cognitive rehabilitation approach to improve contextual processing in children with autism. *The Scientific World Journal*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/716890>
- Wang, Y., & Sperling, R. A. (2020). Characteristics of Effective Self-Regulated Learning Interventions in Mathematics Classrooms: A Systematic Review. In *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00058>
- Watson, S., Gable, R., & Morin, L. (2016). The Role of Executive Functions in Classroom Instruction of Students with Learning Disabilities. *International Journal of School and Cognitive Psychology*, 03(01), 1–5. <https://doi.org/10.4172/2469-9837.1000167>
- Will Crescioni, A., Ehrlinger, J., Alquist, J. L., Conlon, K. E., Baumeister, R. F., Schatschneider, C., & Dutton, G. R. (2011). High trait self-control predicts positive health behaviors and success in weight loss. *Journal of Health Psychology*. <https://doi.org/10.1177/1359105310390247>

- William, J., Watts, F., MacLeod, C., & Matthews, A. (2000). *Psicologia cognitiva e perturbações emocionais*. Climepsi.
- Willoughby, M. T., Blair, C. B., Wirth, R. J., & Greenberg, M. (2012). The measurement of executive function at age 5: Psychometric properties and relationship to academic achievement. *Psychological Assessment*. <https://doi.org/10.1037/a0025361>
- Woolley, G. (2008). The assessment of reading comprehension difficulties for reading intervention. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 13(1), 51–62. <https://doi.org/10.1080/19404150802093729>
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology*. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.1.2.198>
- Zelazo, P. D., & Reznick, J. S. (1991). Age- related Asynchrony of Knowledge and Action. *Child Development*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1991.tb01565.x>
- Zhao, J.-Q., Zhang, X.-X., Wang, C.-H., & Yang, J. (2021). Effect of cognitive training based on virtual reality on the children with autism spectrum disorder. *Current Research in Behavioral Sciences*, 2, 100013. <https://doi.org/10.1016/j.crbeha.2020.100013>

13. ANEXOS

ANEXO I – Consentimento Informado

CONSENTIMENTO INFORMADO

Título do estudo: Estudo de um programa com realidade virtual na promoção do funcionamento executivo em crianças em idade escolar identificadas com dificuldades de aprendizagem

Enquadramento: Trabalho efetuado na Faculdade de Ciências Sociais, Educação e Administração – Doutoramento Ciências da Educação da Universidade Lusófona de Humanidade e Tecnologias, Lisboa, sob a orientação do Professor Doutor Jorge Oliveira e coorientação do Professor Doutor Pedro Gamito

Explicação do estudo: Neste estudo será feita uma recolha de dados inicial, através de um questionário sociodemográfico, respondido pelos pais das crianças selecionadas, um questionário aplicado aos pais/professores/explicadores ou a pessoa responsável pela evolução da criança, no âmbito educacional. Será igualmente aplicado uma prova para avaliar as funções executivas, sendo a intervenção realizada em ambiente de realidade virtual, com um cenário que consistirá numa escola, onde são realizadas tarefas cognitivas.

Condições e financiamento: Este trabalho não é objeto de qualquer financiamento. A participação no estudo é voluntária, podendo em qualquer altura desistir da participação sem quaisquer outras condições estabelecidas.

Este estudo foi objeto de análise e mereceu parecer favorável da Comissão de Ética da Universidade Lusófona de Humanidade e Tecnologias.

Confidencialidade e anonimato: É garantida a confidencialidade e uso exclusivo dos dados recolhidos para o presente estudo, assim como o total anonimato (não se procedendo a registo de dados de identificação).

Muito obrigada pela sua colaboração

A investigadora: Lucileide Vieira Santos

Tlm: 962296260

Email: psic.lvs@hotmail.com

ANEXO II – Questionário Sociodemográfico

DADOS SÓCIO DEMOGRÁFICOS

Solicitamos-lhe, algumas informações adicionais relativas a dados pessoais. Contudo, informamos que a participação da criança é anónima e confidencial, e os dados obtidos serão destinados apenas para tratamento estatístico, pelo que, pedimos que não escreva o nome da criança neste questionário.

Sexo: Masculino Feminino

Idade: _____ anos

Nível de escolaridade: _____

Número de repetência escolar: _____

Encontra-se atualmente em acompanhamento psicológico? Sim Não

Muito obrigado pela sua colaboração!

ANEXO III – Questionário aos Pais e Professores

Questionário Professores

Nome da criança _____
Data de administração ___ / ___ / ___ Escola _____

Por favor coloque um X na opção mais próxima da realidade

Comparando com os colegas da sua idade, está criança:

1. Consegue manter-se concentrado/a nas atividades

Pouco

Muito

--	--	--	--	--

2. Consegue esperar pela sua vez

Pouco

Muito

--	--	--	--	--

(The following section contains 10 rows of blurred text, likely representing the main body of the questionnaire with various items for rating.)

ANEXO IV – Protocolo de Intervenção em Realidade Virtual

PROTOCOLO DE INTERVENÇÃO E APLICAÇÃO REALIDADE VIRTUAL

**Estudo de um programa com realidade virtual na promoção do
funcionamento executivo em crianças em idade escolar identificadas com
dificuldades de aprendizagem**



LUCILEIDE SANTOS - Investigadora

JORGE OLIVEIRA - Orientador

PEDRO GAMITO – Co-orientador

**Faculdade de Ciências Sociais, Educação e Administração - ULHT
Doutoramento em Educação**

Lisboa, 20 de dezembro de 2019

1. Introdução

As tecnologias baseadas em realidade virtual apresentam-se como uma opção viável e prometedora na intervenção em Psicologia, constituindo-se como técnicas que permitem uma aproximação real dos acontecimentos. A realidade virtual permite ampliar a possibilidade de imersão do utilizador num mundo percetivo, gerado através de um programa computadorizado, e que permite desenvolver a sensação de que se está de facto num cenário real, com possibilidade de interação com o ambiente em tempo real.

O programa desenvolvido em realidade virtual, consiste num ambiente virtual de uma escola, que compreende vários jogos dinâmicos, psicológicos e pedagógicos, onde se realizam tarefas cognitivas, com a finalidade de envolver as funções cognitivas (como a memória, a atenção e a leitura) e executivas (como o planeamento e fluência verbal) com o objetivo de promover o desenvolvimento destas funções.

2. Descrição

O treino cognitivo será realizado de acordo com o planeamento inserido no protocolo de aplicação e seguirá uma sequência específica de tarefas em cada sessão.

A criança percorrerá o exterior e o corredor de uma escola, onde realizará algumas atividades no ambiente virtual que serão propostas pelo/a Psicólogo/a. Todas as sessões serão compostas por uma, duas ou três atividades, com uma duração estimada de cerca de 30 minutos, que dependerá muito da idade e das condições cognitivas da criança.

3. Atividades

3.1 Sessão 1 – Sessão de treino (exploração do computador)

Instrução:

A criança, receberá instruções práticas referentes às ferramentas que irá usar para desenvolver os treinos cognitivos. As ferramentas serão exploradas pela criança até se sentir confiante para a realização das atividades e, em

simultâneo, serão igualmente esclarecidas quaisquer dúvidas colocadas pela criança.

Controlos - A criança poderá explorar o computador e as funcionalidades das teclas - instrução ministrada pelo/a Psicólogo/a.

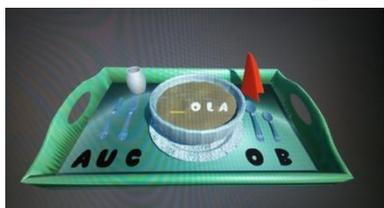
Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronómetro e borracha.

Tempo aproximado – 25 a 30 minutos.

3.2 Sessão 2 – Sopa de letras

Descrição da atividade:

A tarefa associada a esta atividade é realizada no Refeitório da escola em realidade virtual, em que o objetivo é completar a palavra com a letra em falta. Esta atividade envolve funções cognitivas como a leitura e a capacidade de flexibilidade cognitiva.



Instrução:

Diz-se à criança: “Dirige-te ao refeitório e pede uma sopa de letras. Vais ter que completar uma palavra com a letra em falta”.

Se a criança, eventualmente, errar em alguma letra, após a conclusão da tarefa poderá repetir o treino até acertar todas as letras.

Controlos - Usar as teclas de navegação com setas para deslocar para a frente, para trás e para os lados (4 teclas de setas, no lado direito no teclado) e o rato para direcionar para o local pretendido.

Neste caso, a criança terá que se dirigir ao refeitório, entrar e clicar na tecla esquerda do rato e de seguida aparecerá a Sopa de Letras no monitor do computador. Para concluir a atividade, a criança terá que completar as palavras

utilizando as letras disponíveis. Para o efeito deverá usar as teclas para a frente e para trás até selecionar a letra desejada e seguidamente clicar em Ok (tecla ENTER).

Para passar para a tarefa seguinte, terá que clicar na tecla ENTER novamente e assim sucessivamente até concluir a tarefa. Quando terminadas as tarefas, terá que clicar na tecla ESC no computador, para sair desta atividade.

Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronómetro e borracha.

Tempo aproximado – 10 a 15 minutos.

3.3 Sessão 3 – Aula de química

Descrição da atividade:

O objetivo desta atividade é preparar a sala para a aula de química, consoante os materiais disponibilizados pelo Professor. O treino é composto por duas provas, sendo uma de grau de dificuldade “fácil” e a outra de grau de dificuldade “médio”. Esta atividade envolve a capacidade de memória visual e planeamento.



Instrução:

É dito à criança: “Agora vais dirigir-te à sala número 2, e aí terás que preparar os materiais para a aula de química, de acordo com as ordens do professor.” Inicialmente, terá que observar os materiais colocados em cima da mesa do professor, e depois terá que ir ao armário no fundo da sala e trazer os materiais iguais, para a mesa de trabalho.

Controlos - Usar as 4 teclas de navegação para se deslocar para a frente, para trás e para os lados (4 teclas de setas, no lado direito no teclado) e o rato para direcionar para o local pretendido. Após entrar na sala de aula, terá que

dirigir-se ao Professor e escolher o Jogo, conforme a instrução recebida (jogo de grau de dificuldade “fácil” ou grau de dificuldade “médio”).

De seguida, terá que observar os objetos expostos em cima da mesa do Professor e, de imediato, terá que ir ao fundo da sala e preparar a mesa de trabalho com os objetos iguais aos do Professor.

Para interagir com os objetos no cenário virtual, terá que usar o rato, posicionar o cursor no objeto selecionado. Para pegar o objeto, terá que pressionar o botão esquerdo do rato e clicar em cima do objeto, segurá-lo e só soltar quando estiver no local indicado. Após soltar o objeto irá aparecer a palavra “pousar” e, a partir daí, deverá clicar no lado esquerdo do rato para que o objeto seja pousado e fique em cima da mesa. Depois de concluir a tarefa proposta, escolher a opção “ESC”.

Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronómetro e borracha.

Tempo aproximado - 20 a 30 minutos.

3.4 Sessão 4 - Ginásio desportivo

Descrição da atividade:

Esta atividade é composta por três tarefas, sendo a primeira relacionada com “formas”, a segunda com “cores” e a terceira com “cores e formas”. O objetivo é arrumar os equipamentos de acordo com estes critérios, ou seja, arrumar os objetos por formas, por cores ou por formas e cores. Esta atividade envolve as capacidades de atenção e flexibilidade cognitiva.



Instrução:

Diz-se à criança: “Agora vais dirigir-te ao Ginásio desportivo, em realidade virtual, e vais organizar todos os objetos e equipamentos desportivos e escolares conforme as instruções que te vou dar”. A atividade está dividida em três tarefas,

sendo a primeira organizar os objetos por formas, a segunda organizar por cores e a terceira organizá-los por cores e formas.

Controlos - Utilizar o rato para se posicionar no local pretendido. Usar as teclas de navegação com setas para se deslocar para a frente, para trás e para os lados (4 teclas de setas, no lado direito no teclado) e dirigir-se ao Ginásio Desportivo, situado dentro da escola.

Após entrar no Ginásio, a criança terá que se virar para o seu lado direito e dirigir-se para a 1ª tabela de basquetebol. Para jogar o primeiro jogo deverá clicar em cima da palavra, **jogar formas**, para jogar o 2º jogo, a criança terá que ir à segunda tabela de basquetebol (lado direito) e clicar na palavra **jogar cores** e para jogar o 3º jogo, a criança deverá dirigir-se para a sua esquerda, na 1ª tabela de basquetebol e clicar em cima das palavras **jogar formas e cores**.

Para quaisquer dos jogos, a criança terá que aguardar as instruções do/a Psicólogo/a, para iniciar os jogos.

Para interagir com os objetos, no cenário virtual, terá que usar o rato, posicionar o cursor no objeto e clicar. Para pegar nos objetos, terá que pressionar o botão esquerdo do rato e clicar em cima do objeto, agarrá-lo e só soltar quando estiver no local indicado pelo psicólogo/a. Depois de concluir a tarefa proposta, escolher a opção “ESC”.

Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronometro e borracha.

Tempo aproximado - 25 a 30 minutos.

3.5 Sessão 6 – Jogo do Voltímetro

Descrição da atividade:

O jogo é composto por dois momentos, sendo o primeiro momento de grau de dificuldade “fácil” e o segundo momento de grau de dificuldade “médio”. O objetivo é associar os movimentos do ponteiro do voltímetro às cores correspondentes. Esta atividade envolve a capacidade de atenção e controlo inibitório.

Instrução:

Diz-se à criança: “Agora vais dirigir-te à sala com o número 3, vais entrar e aproximar-te do Professor e, de imediato, vais ver a palavra Interact à frente do Professor. Agora ouve as minhas instruções”. Após as instruções dadas pelo psicólogo/a, deverá começar o jogo. O mesmo apresenta-se em dois momentos.



1º Momento – Iniciar-se-á com o jogo de grau de dificuldade mais “fácil”. A criança, terá que associar as batidas dos ponteiros consoante as cores correspondentes ou conforme as instruções dadas pelo/a Psicólogo/a.

2º Momento – Neste momento a criança irá deparar-se com o jogo de grau de dificuldade “médio”, que aumentará o nível de complexidade.

Controlos - Usar as teclas de navegação com setas para se deslocar para a frente, para trás e para os lados (4 teclas de setas, no lado direito no teclado) e o rato para se direccionar para o local. Após chegar à sala de aula, terá que aproximar-te do Professor e clicar no botão esquerdo do rato, à frente da palavra Interact. Aparecerão no monitor do computador os dois jogos, devendo a criança seleccionar o jogo indicado pelo/a Psicólogo/a. Após seleccionar o jogo, a criança terá que usar apenas o rato, clicando nos botões vermelho e preto e esperar que o ponteiro se desloque para a esquerda ou para a direita até concluir o jogo, estando atento aos movimentos do ponteiro.

Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronómetro e borracha.

Tempo aproximado – 25 a 30 minutos.

3.6 Sessão 7 – Campo de Futebol

Descrição da atividade:

Esta atividade é semelhante à atividade “Ginásio desportivo”, mas decorre em ambiente de ar livre, nomeadamente um campo de futebol.

Esta atividade é composta por uma única tarefa, designada “Jogar Cores”. O objetivo é arrumar os equipamentos de acordo com alguns critérios, ou seja, arrumar os objetos individualmente por cores. Esta atividade envolve as capacidades de atenção e flexibilidade cognitiva (...)

Instrução:

É dito à criança: “Agora vais dirigir-te ao campo de futebol, em realidade virtual, e vais organizar todos os objetos e equipamentos desportivos e escolares conforme as instruções que te vou dar”. A atividade está classificada em uma única tarefa, deverás organizar os objetos por cores e colocares todos os objetos dentro das suas caixas, respeitando as suas respetivas cores.



Controlos - Utilizar o rato para se posicionar no local pretendido. Usar as teclas de navegação com setas para se deslocar para a frente, para trás e para os lados (4 teclas de setas, no lado direito no teclado) e dirigir-te ao Campo de Futebol, situado no pátio da escola.

Após entrares no Campo de Futebol, terás que procurar uma bola de futebol. Para entrar no jogo, terás que te aproximar da bola e procurar a frase Jogar Cores, após encontrar, deverá clicar em cima da palavra, **jogar cores**. Para iniciar o jogo e terás que aguardar as instruções do/a Psicólogo/a.

Para interagires com os objetos, no cenário virtual, terás que usar o rato, posicionar o cursor no objeto e clicar. Para pegar nos objetos, terás que pressionar o botão esquerdo do rato e clicar em cima do objeto, agarrá-lo e só soltar quando estiver na caixa correspondente a cada cor dos objetos. Depois de concluíres a tarefa, basta apenas clicar na tecla “ESC” para sair do jogo.

Material necessário – computador/portátil, teclado, rato, lápis, caneta, folha de registo, folha em branco, cronometro e borracha.

Tempo aproximado - 25 a 30 minutos.

ANEXO V – Planeamento de Sessões

Proposta de Planeamento das Sessões

Sessão 1: (T1 – Treino inicial) + (T2 – Sopa de letra)

Sessão 2: (T2 – Sopa de letra) + (T4 – Ginásio desporto - 1º jogo)

Sessão 3: (T3 – Aula de química - D. fácil) + (T4 Ginásio desporto – 2º jogo)

Sessão 4: (T3 – Aula de química - D. médio) + (T6 – Voltímetro – D. fácil)

Sessão 5: (T4 – Campo de futebol – 3º jogo) + T6 – voltímetro – D. médio)

Sessão 6: (T7 – Campo de futebol)

Sessão 7: (T4 Ginásio desportivo – 2º jogo) + (T7 – Campo de futebol)

Sessão 8: (T4 – Ginásio desportivo - 3º jogo) + (T6 – Voltímetro – D. médio) + (T2 – Sopa de letra)

ANEXO VI – Registo Individual

Folha de registo individual

Participante: _____ Nº de Sessão: _____ Data: ____ / ____ / ____

Esta folha permite registar as notas adicionais acerca do desempenho das atividades. Deverá assinalar, na escala para cada atividade, o nível de ajuda fornecido a cada participante, de totalmente dependente a totalmente independente. Quando o participante não tem capacidade para utilizar o dispositivo de interação (rato ou teclado) durante toda a tarefa, deverá assinalar-se “totalmente dependente”; quando não utiliza na maior parte do tempo “parcialmente dependente”; quando não há diferenciação entre os períodos de tempo que utiliza e não utiliza “Sem diferenciação”; quando não utiliza apenas em alguns momentos “parcialmente dependente”; quando utiliza o dispositivo de interação durante toda a tarefa “totalmente independente”.

T1: Sessão de treino (exploração do computador)	Totalmente dependente	Parcialmente dependente	Sem diferenciação	Parcialmente independente	Totalmente independente
Tempo gasto					
Nº de erros					

T2: Sopa de Letras	Totalmente dependente	Parcialmente dependente	Sem diferenciação	Parcialmente independente	Totalmente independente
Tempo gasto					
Nº de erros					

T3: Aula de Química, nº ____	Totalmente dependente	Parcialmente dependente	Sem diferenciação	Parcialmente independente	Totalmente independente
Tempo gasto					
Nº de erros					

T4: Ginásio Desportivo nº ____	Totalmente dependente	Parcialmente dependente	Sem diferenciação	Parcialmente independente	Totalmente independente
Tempo gasto					
Nº de erros					

T5: Jogo do Avião, nº ____	Totalmente dependente	Parcialmente dependente	Sem diferenciação	Parcialmente independente	Totalmente independente
Tempo gasto					
Nº de erros					

T6: Jogo do Voltímetro, nº ____	Totalmente dependente	Parcialmente dependente	Sem diferenciação	Parcialmente independente	Totalmente independente
Tempo gasto					
Nº de erros					

T7: Campo de Futebol	Totalmente dependente	Parcialmente dependente	Sem diferenciação	Parcialmente independente	Totalmente independente
Tempo gasto					
Nº de erros					