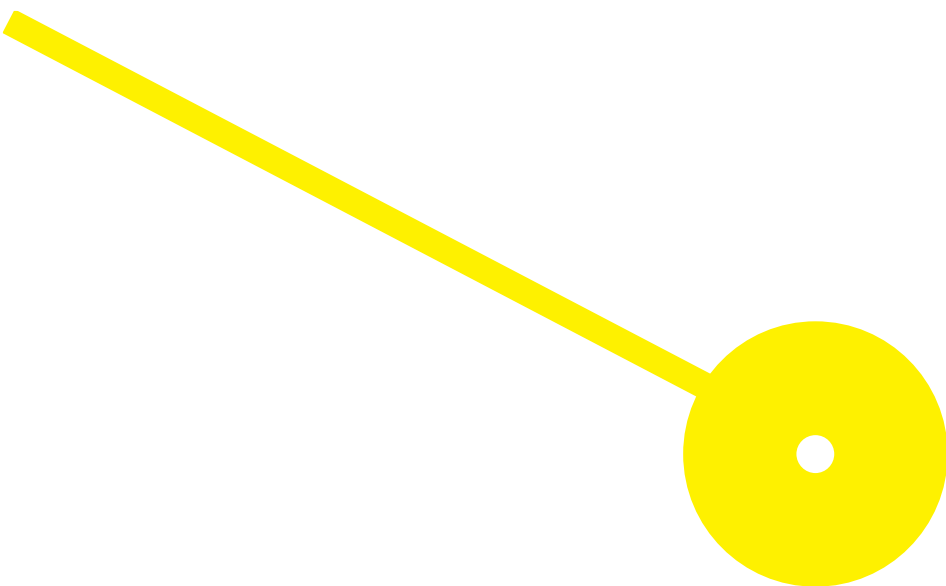




Determinar os valores normativos para a resolução de problemas e planeamento cognitivo de jovens no jogo de Realidade Virtual – *Stacker*

Inês Gomes Ribeiro

07/2023





**ESCOLA
SUPERIOR
DE SAÚDE**



**Determinar os valores normativos para a resolução de problemas e planeamento cognitivo
de jovens no jogo de Realidade Virtual – *Stacker*.**

Autor

Inês Gomes Ribeiro

Orientadora

Prof^a. Doutora Maria João Trigueiro, ESS.IPP

Co-Orientadores

Prof. Doutor Vítor Simões-Silva, ESS.IPP

Prof. Doutor Bruno Vieira de Melo, ESS.IPP

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em **Terapia Ocupacional em Pediatria** pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.

Agradecimentos

Como forma de agradecimento por toda a ajuda e colaboração para a realização deste trabalho, deixo um reconhecimento especial:

Aos meus orientadores, Prof^a. Doutora Maria João Trigueiro, Prof. Doutor Vítor Simões-Silva e Prof. Doutor Bruno Vieira de Melo, da Escola Superior de Saúde do Porto, os meus sinceros agradecimentos, por toda a ajuda disponibilizada ao longo de todo o processo, pela orientação, exigência e visão crítica que me permitiu melhorar a minha aprendizagem e finalizar o trabalho proposto.

Às minhas colegas de mestrado, por todo o apoio e incentivo mútuo que me deram ao longo da elaboração da dissertação e durante os meses de preparação e realização das recolhas.

Às minhas amigas por me apoiarem em todos os momentos da minha vida, por me ajudarem a superar todos os obstáculos e por me ajudarem a encarar os desafios de uma forma mais leve e descomplicada.

À minha família, em especial aos meus pais, irmã e afilhado, pelo apoio incondicional ao longo destes 2 anos de Mestrado, por acreditarem sempre em mim e estarem sempre presentes em todos os desafios que me propus a realizar.

Resumo

Objetivo: O presente estudo teve como objetivo determinar os valores normativos para a resolução de problemas e planeamento cognitivo de jovens no jogo de Realidade Virtual (RV) – *Stacker*. **Método:** Desenhou-se um estudo de carácter quantitativo de natureza observacional e contou-se com a participação de 164 participantes, com idades entre os 12 e 16 anos, recrutados por conveniência. Recolheram-se dados acerca da idade, sexo, grau de escolaridade, localidade, alterações de desenvolvimento, se já tinham utilizado RV e regularidade de utilização. Utilizou-se o instrumento de avaliação *Tower of London* a 30 participantes de modo a comparar os valores normativos da resolução de problemas e planeamento cognitivo para a população em estudo. **Resultados:** Registou-se diferenças estatisticamente significativas entre os participantes no jogo de RV de acordo com as variáveis idade ($p=0,002$), sexo ($p<0,05$), grau de escolaridade ($p=0,001$) e localidade ($p<0,001$). Os valores obtidos no instrumento de avaliação não foram estatisticamente significativos assim como a correlação entre o jogo de RV e o instrumento *Tower of London*. **Conclusão:** A utilização de RV em populações jovens é extremamente importante para avaliar as funções executivas, assim como é importante para estabelecer os valores normativos para que no futuro seja possível comparar os ganhos e perdas utilizando a RV como base da intervenção, uma vez que é uma técnica bem aceite por esta população.

Palavras-chave: Realidade Virtual, Jovens, Resolução de Problemas, Planeamento Cognitivo, Funções Executivas

Abstract

Objective: The present study aimed to determine the normative values for problem-solving and cognitive planning in young people in the virtual reality (VR) game "Stacker". **Method:** A quantitative observational study was designed, involving 164 participants aged between 12 and 16 years, recruited through convenience sampling. Data were collected regarding age, sex, level of education, location, developmental changes, previous experience with virtual reality, and frequency of use. The Tower of London assessment tool was administered to 30 participants to compare normative values for problem-solving and cognitive planning in the study population. **Results:** Statistically significant differences were found among participants in the VR game based on the variables of age ($p=0.002$), sex ($p<0.05$), level of education ($p=0.001$), and location ($p<0.001$). The values obtained from the assessment tool were not statistically significant, nor was the correlation between the VR game and the Tower of London instrument. **Conclusion:** The use of VR in young populations is extremely important for assessing executive functions and establishing normative values. This will allow for future comparisons of gains and losses using VR as a basis for intervention, given its high acceptance among this population.

Keywords: Virtual Reality, Young People, Problem-Solving, Cognitive Planning, Executive Functions

Índice

1.	Introdução	1
2.	Métodos	5
2.1.	Desenho do Estudo	5
2.2.	Participantes	5
2.3.	Instrumentos	6
2.4.	Procedimentos Gerais	7
2.5.	Procedimentos Estatísticos	9
3.	Resultados	9
3.1.	Descrição da Amostra	9
3.2.	Valores Obtidos no Jogo RV - Stacker	11
3.3.	Valores Obtidos no Instrumento de Avaliação Tower of London	13
3.4.	Correlação entre RV e Tower of London	14
4.	Discussão	14
5.	Conclusão	17
	Referências Bibliográficas	18

1. Introdução

Ao longo dos anos vários autores propuseram diferentes definições para explicar as funções executivas (FE). Segundo Luria (1), primeiro autor a propor um modelo para as FE (denominadas pelo mesmo como funções frontais encefálicas), estas podem dividir-se em quatro componentes principais: antecipação, planeamento, execução e automonitorização. Com os diversos estudos realizados em volta deste tema, foram surgindo várias explicações para o modelo proposto por Luria, assim como deram origem a inúmeros modelos que auxiliaram a compreensão do funcionamento executivo, como foi o caso do modelo de Sohlberg e Mateer (2) que em 2001 conceituaram um modelo clínico das FE envolvendo seis componentes: iniciação e impulso (ativação ou início de um sistema cognitivo); inibição da resposta (interromper respostas automáticas ou prepotentes); persistência na tarefa (manter o mesmo comportamento até à conclusão da tarefa); organização (organizar e sequenciar informações); pensamento generativo (criar várias soluções para um problema e pensar de forma mais flexível); e consciência (monitorizar e modificar o próprio comportamento) (2,3). Este modelo é utilizado para observações, avaliações e para o planeamento de intervenções (3). No que diz respeito ao seu funcionamento, as FE estão associadas ao funcionamento do lobo frontal assim como a regiões posteriores e subcorticais do cérebro, sendo que estas últimas têm um papel crucial na integração de informação sensorial e emocional (3,4).

Os estudos realizados pelos autores acima mencionados, foram extremamente relevantes para atualmente muitos autores acreditarem que as FE são compostas por uma família de processos mentais, constituídos por um conjunto complexo de competências cognitivas de nível superior (memória de trabalho, controlo inibitório, flexibilidade cognitiva, planeamento, raciocínio e resolução de problemas), necessários para diversas situações do dia a dia, nomeadamente compreender conceitos complexos ou abstratos, descoberta de soluções para os problemas diários, concentração e atenção durante a realização das mais diversas tarefas, quando se age automaticamente, quando se estabelece uma interação social, em novas situações e quando se confia no instinto (3-6).

As FE englobam diversas competências, como por exemplo a resolução de problemas que se caracteriza como o processo necessário a realizar para se chegar a uma solução, quando um indivíduo é deparado com um problema ou uma situação identificada como problemática no seu dia a dia (3,5) e o planeamento cognitivo que se caracteriza como a ligação entre a tomada de

decisões e a respetiva ação, ou seja, a capacidade de antecipar e organizar mentalmente a forma correta de realizar uma tarefa ou alcançar um objetivo (3,7,8).

As competências cognitivas que compõem as FE estão interligadas entre si (6), não só por estarem associadas às mesmas regiões cerebrais, mas também por influenciarem diretamente o desempenho uma das outras. Como exemplo disto, temos a resolução de problemas e o planeamento cognitivo que embora sejam normalmente associadas a processos de funcionamento executivo, estudos mais recentes associam-nas também à memória episódica, assim como a processos cognitivos de nível superior, na medida em que, um indivíduo quando necessita de resolver um problema, recruta informações que foram armazenadas previamente, sendo que geralmente requerem um esforço mental maior para serem executadas, nomeadamente requerem uma maior utilização de competências como a memória, atenção, percepção, raciocínio e criatividade (9–11).

A maturação das FE acontece ao longo do desenvolvimento, mas existe uma grande variabilidade no tempo em que cada criança atinge determinada competência (12). Diversos estudos relatam que as FE desenvolvem-se de forma semelhante ao crescimento, em particular, a Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Piaget (13) que divide o crescimento em quatro fases cognitivas: fase sensório-motor (do nascimento até aos 2 anos); pré-operatório (dos 2 aos 7 anos); operatório concreto (dos 7 aos 12 anos); e operatório formal (a partir dos 12 anos), tornando-se assim compatível com os conhecimentos atuais a cerca do desenvolvimento cerebral (13,14). Em relação ao desenvolvimento normal das FE, Barkley (15) acredita que existe um desenvolvimento progressivo do funcionamento inibitório em conjunto com a maturação das regiões pré-frontais do cérebro, assim como as FE estão interligadas com os processos de inibição comportamental (15,16).

Ao contrário de crianças com desenvolvimento normal, as que sofrem danos cerebrais ou apresentam alguns défices nas FE associados a outras patologias, como a Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção, Depressão e Esquizofrenia, têm o seu desenvolvimento comprometido. Este comprometimento, pode interferir com a interação com o ambiente e por vezes, podem apresentar problemas no controlo de impulsos, fazem mais frequentemente birras e podem ter dificuldades em autorregular as suas emoções, conduzindo assim a contínuos défices cognitivos e sociais (14,17–20).

Sendo que por outro lado, algumas das características destas crianças passa também por dificuldades em organizarem-se no contexto escolar, na gestão do tempo, em seguir instruções

e dificuldades na memória a curto e longo prazo (14,17–20). Em suma, o bom funcionamento das FE está dependente de um bom desenvolvimento das estruturas cerebrais, assim como um bom funcionamento do ambiente onde os jovens estão inseridos (12,14). Uma vez que, as FE têm um papel importante e imprescindível no dia a dia dos jovens, nomeadamente no desenvolvimento académico, vários autores estudaram o funcionamento das FE quando crianças e adultos eram submetidos a intervenções focadas nas FE, sendo que muitas das conclusões apresentadas pelos mesmos, relatam que há mais benefícios quando esta intervenção é aplicada em crianças mais pequenas do que em adultos (10), uma vez que nos jovens os circuitos neuronais, nomeadamente o córtex pré-frontal e as áreas límbicas do cérebro, ainda estão em desenvolvimento, sendo assim mais eficaz a incorporação das atividades diárias nas suas rotinas, à medida que as FE estão a desenvolver-se (4,6,21).

As FE assentam em alguns princípios, sendo que um deles é denominado como princípio ecológico (4). Este princípio, assenta no pressuposto que é importante começar a estimular as FE desde muito cedo, nomeadamente no contexto pré-escolar e escolar, uma vez que irá permitir às crianças mais pequenas conseguirem interiorizar novas competências num contexto que os permite rapidamente generalizar para outros contextos. Vários autores estudaram a forma como esta estimulação poderia ser feita, e reconheceram que o jogo estruturado é uma importante ferramenta para estimular o desenvolvimento de competências de pensamento complexo em crianças pequenas (6). Estes programas e jogos têm componentes didáticos, lúdicos e brincadeiras que exigem trabalho motor (mais ativas), podendo assim, ser bem-sucedidos e aceites para estimular as FE em crianças, uma vez que são mais atrativos, divertidos e motivacionais (4).

A identificação precoce de estratégias para a avaliação e intervenção nas FE é fundamental para minimizar os efeitos dos défices cognitivos e melhorar a participação dos jovens no seu dia a dia, e por esse motivo, encontrar uma avaliação e intervenção adequada é extremamente importante. Vários autores propõem diversos testes, incluindo tarefas com papel e lápis e testes neuropsicológicos tradicionais, para a avaliação e intervenção das FE, no entanto a maioria dos testes não consegue avaliar de uma forma precisa o desempenho dos indivíduos no seu ambiente real, e por esse motivo é importante recorrer a uma nova abordagem para avaliar as FE e colmatar estas lacunas apresentadas por estes programas de intervenção, nomeadamente recorrer à utilização de Realidade Virtual (RV) (22,23).

A RV consiste numa ferramenta tecnológica que cria mundos interativos gerados por computadores, que tem como função substituir as mais diversas perceções sensoriais do mundo real por outras geradas digitalmente, produzindo nos indivíduos que a estão a utilizar envolverem-se em ambientes reais (22,24). A RV é constituída por um sistema de interface humano-computador, que tem como principais materiais um computador que gera uma imagem, um sistema de visualização que apresenta a informação sensorial e um rastreador que deteta a posição e orientação do utilizador a fim de atualizar a imagem (23,24). Este conjunto de materiais permite projetar e criar cenários interativos, situações realistas e objetos realistas, que podem reproduzir situações do dia a dia (23,24). A RV permite ver, interagir e estar imerso numa experiência multissensorial (sistemas visuais, auditivos, táteis e proprioceptivos) de um mundo virtual 3D através de óculos de RV que produzem a sensação de estar de facto em ambientes reais (24–29). Para além das características apresentadas anteriormente, a RV permite o controlo dos estímulos apresentados, num ambiente de baixo risco, de forma a que, quando utilizado para intervenção, seja possível aplicar as estratégias terapêuticas necessárias para as diferentes competências a serem trabalhadas em cada indivíduo (24,29–31).

As oportunidades de utilização da RV nos cuidados de saúde estão a aumentar à medida que a tecnologia avança e a acessibilidade à RV melhora, sendo que atualmente a RV na saúde é utilizada na educação dos pacientes ou dos profissionais, na reeducação da dor ou ansiedade e em intervenções terapêuticas, melhorando assim a qualidade dos cuidados prestados (30,32). Assim sendo, a RV é uma ferramenta potencialmente importante para facilitar a avaliação e a intervenção no funcionamento cognitivo, uma vez que permite aos profissionais de saúde observar em tempo real os seus pacientes num ambiente dinâmico e ecologicamente válido, em condições semelhantes aos desafios do seu dia a dia (23,33).

Para além disto, os estudos que utilizam esta tecnologia demonstram resultados muito positivos, nomeadamente, ambientes virtualmente enriquecedores com uma forma inovadora e eficaz de testar ecologicamente as funções cognitivas tanto em crianças e jovens como em adultos, mais precisamente a RV facilita, avalia e reabilita possíveis défices nas FE (29,32). Em suma, a RV permite avaliar dificuldades sentidas no dia a dia de indivíduos com défices nas funções cognitivas e, conseqüentemente, permite intervir de forma a treinar estas dificuldades diretamente em ambientes virtuais, semelhantes aos ambientes reais (23,29,32,33).

Assim, os programas de RV parecem ser uma ferramenta útil para usar junto das populações mais jovens, uma vez que a utilização de jogos digitais permite a estimulação cognitiva num

contexto lúdico e natural para as crianças, considerando uma abordagem ecológica, com o objetivo de os capacitar para um bom desenvolvimento das FE, melhorando a autonomia, independência emocional e o planeamento das suas ações, de forma a proporcionar um desenvolvimento saudável até à fase adulta e estimular o melhor desempenho ocupacional possível (5,14,18,19).

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo determinar os valores normativos para a resolução de problemas e planeamento cognitivo de jovens no jogo de RV- Stacker.

2. Métodos

2.1. Desenho do Estudo

O presente estudo é de carácter quantitativo de natureza observacional. É de carácter quantitativo, uma vez que foi realizada uma quantificação e análise de variáveis para obtenção de resultados, através da análise de dados numéricos por meio de procedimentos estatísticos utilizando como *software o IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 29.0* (34–37). Relativamente à sua natureza, considera-se que o estudo é do tipo observacional, uma vez que se pretende fazer a descrição do desempenho de um grupo de indivíduos num jogo de RV sem recorrer à intervenção experimental, sendo aplicada a medição de diversas variáveis de forma a observar qual o nível do grupo nestas variáveis, sendo que não existe grupo de comparação (38–41).

2.2. Participantes

O presente estudo contou com a participação de 164 jovens provenientes de escolas do distrito do Porto e Viseu. O método de amostragem adotado é do tipo não probabilístico, por conveniência, uma vez que os participantes foram selecionados a partir dos conhecimentos e facilidade de acesso das investigadoras a instituições que trabalham com esta população, quer pela facilidade de contacto quer por proximidade geográfica. Os participantes do estudo foram recrutados e avaliados nestas mesmas instituições, pelo que foi necessário uma adaptação das investigadoras tendo em conta a disponibilidade de horários da escola, dos alunos e dos respetivos professores (42). Para além disso dos 164 participantes foram escolhidos 30 alunos por conveniência, para se aplicar para além dos jogos de RV, um instrumento de avaliação – *Tower*

of London – com dados validados para a resolução de problemas e planeamento cognitivo, de forma a estabelecer os valores normativos para esta faixa etária.

Tendo em conta o objetivo deste estudo, foram definidos como critérios de inclusão jovens que tivessem idades compreendidas entre os 12 e os 16 anos que frequentassem o terceiro ciclo de escolaridade, por se considerar que jovens mais novos poderiam ter dificuldades em realizar os jogos propostos, uma vez que antes dos 12 anos de idade as competências cognitivas em estudo ainda se estão a desenvolver, e a adolescência, intervalo etário em estudo, marca o início do desenvolvimento de processos de pensamento mais complexos, e por esse motivo, é esperado que haja diferenças entre os participantes mais novos e mais velhos (43–45). Como critérios de exclusão consideraram-se jovens com dificuldades de leitura ou que não compreendam a língua portuguesa, podendo levar a dificuldades em responderem ao instrumento de avaliação e em perceber as indicações dadas pelas investigadoras. Também, como critério de exclusão, considerou-se jovens que apresentem alguma perturbação que afete o desempenho no jogo ou que possa interferir com a saúde do próprio, como por exemplo participantes que tenham epilepsia, uma vez que não é recomendado.

2.3. Instrumentos

Para a recolha de dados foi utilizado um questionário sociodemográfico para caracterização da amostra onde se questionou a idade, sexo, grau de escolaridade e localidade a que pertence, assim como perguntas que permitiram averiguar diferentes características da amostra, importantes para a correlação dos dados obtidos durante o estudo, nomeadamente, se já utilizou jogos de RV e a frequência que os utilizam em casos afirmativos, se os indivíduos possuem alguma problema de saúde que os impossibilite de participar no estudo, se tomam alguma medicação e se têm algum acompanhamento terapêutico. O presente estudo decorreu nas instituições mencionadas anteriormente, e desse modo o questionário foi facilitado aos participantes previamente em papel, entregues pelos diretores de turma, sendo que no dia da avaliação os alunos fizeram-se acompanhar pelo mesmo devidamente preenchido.

Para avaliar as FE, nomeadamente a resolução de problemas e planeamento cognitivo, foi utilizado um instrumento de avaliação, denominado *Tower of London*, foi aplicado em formato digital. Este instrumento está incluído no *package* do *E.Prime*, sendo que este teste é equivalente ao teste *Tower of Hanoi* (46), que consiste em transferir três ou quatro discos com diferentes tamanhos das suas posições iniciais para as posições necessárias para satisfazer a configuração

final, sendo que, ao contrário da *Tower of London*, não se pode colocar um disco maior no topo de um disco menor (47,48). A consistência interna (fiabilidade) da *Tower of Hanoi* é alta, sendo que o *alfa de Cronbach* foi de 0,90 (49).

O instrumento *Tower of London*, é frequentemente utilizado para testar as FE através de um puzzle matemático que tem a capacidade de detetar défices no planeamento cognitivo e resolução de problemas (50–52). Durante a realização do teste, o participante tem como objetivo organizar três esferas de forma a alcançar uma configuração específica, com o menor número de movimentos possível para reproduzir o modelo, sendo que a dificuldade vai aumentando progressivamente, exigindo cada vez mais que o participante realize mais movimentos (50,51). Para alcançar corretamente a solução, o participante necessita de visualizar mentalmente os passos necessários para concluir a tarefa de forma eficiente (50,51). A dificuldade do teste vai aumentando progressivamente, o que exige ao participante realizar mais movimentos (3, 4, 5 ou 6 movimentos). O participante deve tentar o seu melhor para resolver com sucesso cada uma das 15 etapas. A pontuação é contabilizada tendo em conta o número de etapas que o participante conseguiu completar, podendo variar de 0 a 15 pontos (46).

2.4. Procedimentos Gerais

O presente estudo foi submetido à aprovação por parte da Comissão de Ética da Escola Superior de Saúde do Porto (ESS), tendo sido deferido (Registo N^o do processo: CE0109C/2022).

O recrutamento da amostra foi feito pelo contacto direto das investigadoras com os responsáveis pelas instituições que acederam a colaborar no estudo. De seguida, foram contactados os encarregados de educação de todos os jovens que frequentavam as instituições e que cumpriam os critérios estabelecidos. Essa abordagem aos encarregados de educação foi realizada através de um documento explicativo do estudo, entregue pelos responsáveis das instituições a cada jovem, onde se enunciava os objetivos do estudo, se assegurava a privacidade dos participantes e a confidencialidade dos dados recolhidos. Este documento incluía um consentimento informado segundo a “Declaração de Helsínquia” (53) que os encarregados de educação deveriam preencher e assinar, caso autorizassem a participação dos seus educandos no estudo. Juntamente com o consentimento informado, os encarregados de educação de cada aluno receberam um questionário sociodemográfico relativo aos alunos, que deviam preencher. Por fim, combinou-se com os diretores das instituições e os respetivos diretores de turma as datas e horário das avaliações, que decorreram em formato presencial.

Foram entregues os documentos acima descritos a 205 alunos, sendo que, destes, apenas 165 acederam a participar no estudo, sendo que um deles foi excluído por apresentar uma condição motora que não permitia a utilização dos dois comandos de RV, participando assim 164 alunos no estudo.

A observação do desempenho dos jovens na realização dos jogos de RV foi constituída por unicamente uma sessão de avaliação. Num primeiro momento procedeu-se à aplicação do instrumento de avaliação *Tower of London*, aos 30 participantes. O instrumento foi aplicado em formato digital, num computador (*Toshiba Portege Intel Core i5*) fornecido para o efeito pelo LabRP, sendo que os dados foram armazenados num ficheiro próprio protegido por palavras-chave ao qual apenas as investigadoras terão acesso, sendo no final do tempo regulamentar eliminados. Estes dados serão guardados durante 10 anos, sendo da responsabilidade das investigadoras a sua conservação e posterior eliminação. Durante a aplicação do instrumento de avaliação, os participantes estavam sentados de frente para uma mesa onde se encontrava o computador utilizado para a realização do teste.

Seguidamente, cada participante, realizou a sessão *Benchmark* de um jogo de RV que trabalha a resolução de problemas e planeamento cognitivo. Durante a realização do jogo os participantes encontravam-se sentados, com os óculos de RV (*Meta Oculus Quest 2*) devidamente colocados e com um comando em cada mão. A tabela 1 contém uma descrição dos conteúdos e organização do jogo de RV.

Tabela 1. Jogo Realidade Virtual- *Virtuleap*

Nome do Jogo	Empilhador (<i>Stacker</i>)
Função executiva	Resolução de Problemas
Objetivos	O objetivo deste jogo é treinar as competências de planeamento, uma vez que o participante necessita de organizar as ações que levam à conclusão de uma tarefa (54).
Descrição Explicativa	Neste jogo, os participantes devem ordenar as peças de uma estátua desmontada, sendo que tem um número limitado de movimentos disponíveis para completar a tarefa, bem como restrições quanto ao tipo de movimentos permitidos (54).

Os dados foram recolhidos entre os meses de fevereiro e março, sendo que cada momento de avaliação, nomeadamente cada avaliação individual, teve a duração de aproximadamente 15 minutos. O tratamento e análise dos dados obtidos no presente estudo foram realizados entre os meses de abril e junho.

2.5. Procedimentos Estatísticos

Os dados provenientes dos questionários sociodemográficos, do instrumento de avaliação e do jogo de RV foram importados para uma folha *Microsoft Office Excel*, onde se procedeu à codificação das variáveis, sendo estes dados exportados para o SPSS 29.0 (37), de forma a realizar a análise e tratamento estatístico.

De forma a permitir perceber os valores obtidos no jogo de acordo com as características dos participantes, procedeu-se à codificação, como dicotómica, da variável idade, de forma a realizar a divisão dos participantes em dois grupos, nomeadamente o grupo dos mais novos, em que os indivíduos tinham idades compreendidas entre os 12 e 13 anos, e o grupo dos mais velhos em que os indivíduos tinham idades compreendidas entre os 14 e 16 anos.

Utilizou-se estatística descritiva para a caracterização da amostra, recorrendo-se a medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão e amplitude) no caso das variáveis quantitativas e frequências relativas (%) e absolutas (n) nas variáveis categoriais (37,55,56).

Foi testada a normalidade das variáveis através do *Teste de Kolmogorov-Smirnov*, no qual se verificou que as variáveis relacionadas com o jogo de RV-*Stacker* aplicado aos participantes, nomeadamente o *Score* (média de pontuação que os participantes obtiveram no jogo) e o Nível obtido não cumpriram a normalidade, assim como o instrumento de avaliação *Tower of London* não cumpria a normalidade, pelo que se recorreu aos critérios de limite para assimetria e curtose, sendo que se verificou que os valores eram menores que |2,0| e |9,0| respetivamente para todas as variáveis, considerou-se então que os dados são aproximadamente normais e por esse motivo, recorreu-se a testes paramétricos como o teste T para amostras independentes para analisar se existiam diferenças significativas nos níveis de desempenho de acordo com a idade, sexo, localidade, alterações do desenvolvimento e se já tinha utilizado RV, e ao teste ANOVA para um fator para a variável grau de escolaridade e frequência de utilização de RV (55–57).

Para perceber a diferença entre os valores obtidos no jogo de RV e no instrumento de avaliação, comparou-se os valores obtidos no jogo *Stacker* e no instrumento *Tower of London* em 30 participantes, com recurso à correlação de *Pearson* (57).

3. Resultados

3.1. Descrição da Amostra

No presente estudo participaram 164 jovens, sendo que 77 eram do sexo feminino (47,0 %) e 87 do sexo masculino (53,0 %). A idade dos participantes variou entre os 12 e 16 anos, sendo que 53,0% da amostra tinha idades compreendidas entre os 12 e os 13 anos, e 47,0% com idades compreendidas entre os 14 e 16 anos (tabela 2). Estes jovens distribuíram-se pelos três anos de escolaridade, sendo que 60 participantes eram do 7º Ano (36,6 %), 53 participantes do 8º Ano (32,3 %) e 51 participantes eram do 9º Ano (31,1 %) (tabela 2). Em relação à localidade onde os participantes residem, 103 (62,8 %) residem no Porto e 61 (37,2 %) em Viseu.

Relativamente à variável “alterações de desenvolvimento”, verificou-se que 7 participantes (4,3 %) têm alterações de desenvolvimento enquanto que os restantes 157 (95,7 %) não têm alterações de desenvolvimento que possam intreferir com o desempenho no jogo (tabela 2). Em relação à variável “já utilizou RV”, verificou-se que 57 participantes (34,8 %) já utilizaram RV enquanto que os restantes 107 participantes (65,2 %) nunca utilizaram (tabela 2). Tendo em conta à regularidade de utilização verificou-se que 49 participantes (29,9 %) têm uma utilização esporádica, 5 participantes (3,0 %) utilizam uma a duas vezes por semana e 3 participantes (1,8 %) utilizam três ou mais vezes por semana.

Tabela 2. Características dos participantes

Características	Amostra (n= 164)
	N (%)
Idade	
12-13	87 (53,0)
14-16	77 (47,0)
Sexo	
Feminino	77 (47,0)
Masculino	87 (53,0)
Grau de Escolaridade	
7ºano	60 (36,6)
8ºano	53(32,3)
9ºano	51 (31,1)
Localidade	
Porto	103(62,8)
Viseu	61(37,2)
Alterações de Desenvolvimento	
Sim	7 (4,3)
Não	157 (85,7)
Já utilizou RV	
Sim	57(34,8)
Não	107(65,2)

Regularidade de Utilização	
Nunca	107(65,2)
Utilização esporádica	49(29,9)
1/2 x por semana	5(3,0)
3 ou mais x por semana	3(1,8)
N= frequência absoluta; % = frequência relativa	

3.2. Valores Obtidos no Jogo RV – *Stacker*

Na tabela 3, estão representados os valores obtidos pela amostra em estudo nas variáveis *Score* e Nível obtido no jogo de RV de acordo com a idade, sexo, grau de escolaridade, localidade, alterações do desenvolvimento, se já utilizou RV e regularidade de utilização. No que diz respeito à idade, verificou-se que existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,002$) entre os dois grupos, ou seja, o grupo de participantes mais velhos apresentou um melhor desempenho nos diversos critérios do jogo de RV do que o grupo dos mais novos. Para além disso na tabela 3, estão representados os valores médios obtidos por uma amostra de 295 participantes. Estes resultados foram obtidos pela equipa da *Virtuleap*, através da realização de uma sessão *Benchmark* com um grupo de participantes aleatórios sem qualquer tipo de controlo, uma vez que cada participante realizou o jogo em sua casa. Em relação à idade, verificou-se que existem diferenças entre os dois grupos, ou seja, à semelhança dos dados obtidos no presente estudo o grupo de participantes mais velhos apresentou um melhor desempenho no *score* do jogo de RV do que o grupo dos mais novos.

Tal como a idade, também o grau de escolaridade teve diferenças estatisticamente significativas, nos diversos critérios do jogo de RV, nomeadamente no *score* ($p=0,001$) e no nível ($p=0,002$), tendo-se concluído que à medida que aumentava o grau de escolaridade o desempenho no jogo era também melhor. À semelhança da idade e do grau de escolaridade, constatou-se que a variável sexo também teve diferenças estatisticamente significativas ($p<0,05$), nos diversos critérios do jogo de RV, nomeadamente no *score* ($p=0,046$) e no nível ($p=0,039$), tendo-se concluído que o sexo feminino obteve um melhor desempenho nos 2 critérios comparativamente com o sexo masculino. Em relação à localidade, verificou-se que os participantes residentes em Viseu têm um melhor desempenho nos 2 critérios do jogo comparativamente com os participantes residentes no Porto, com diferenças estatisticamente significativas ($p<0,001$).

No que diz respeito às alterações de desenvolvimento apresentadas pelos participantes, não houve diferenças estatisticamente significativas, no entanto, através dos valores das médias e desvio padrão foi possível observar que os participantes com alterações de desenvolvimento tiveram um pior desempenho que os participantes sem alterações de desenvolvimento nos dois critérios do jogo, nomeadamente *Score*: M=42,02 com dp=12,32 para M=45,03 com dp=13,49; *Nível*: M=5,14 com dp=1,57 para M= 5,71 com dp=1,50. Em relação aos participantes que já tinham utilizado jogos de RV e a sua frequência de utilização não houve diferenças estatisticamente significativas, ainda que os participantes que já tinham utilizado RV tenham tido um melhor desempenho do que aqueles que nunca tinham utilizado nas tendências de médias nos dois critérios, nomeadamente *Score*: M=45,33 com dp=14,36 para M=44,58 com dp=13,00; *Nível*: M=5,77 com dp=1,66 para M= 5,64 com dp=1,42. Em relação à frequência de utilização não houve diferenças consideráveis.

Tabela 3. Valores Obtidos no Jogo RV- Stacker

	<i>Score</i>		<i>Nível (máx. 11)</i>		Valores médios de desempenho na sessão <i>Benchmark</i> da <i>Virtuleap</i> , de acordo com a idade	
	M (±dp)	Valor <i>p</i>	M (±dp)	Valor <i>p</i>		M
Idade					Idade	
12-13 (n=87)	42,02 (±12,32)	0,002 ^a	5,38 (±1,40)	0,002 ^a	11-13 (n=88)	47,31
14-16 (n=77)	48,03 (±14,02)		6,04 (±1,54)		14-16 (n=207)	54,67
Sexo						
Feminino	46,73 (±13,77)	0,046 ^a	5,91 (±1,56)	0,039 ^a		
Masculino	43,17 (±13,00)		5,49 (±1,43)			
Grau de Escolaridade						
7 ^o ano	41,25 (±13,27)	0,001 ^b	5,28 (±1,54)	0,002 ^b		
8 ^o ano	43,68 (±11,88)		5,58 (±1,28)			
9 ^o ano	50,27 (±13,71)		6,27 (±1,51)			
Localidade						
Porto	42,33 (±13,18)	<0,001 ^a	5,40 (±1,47)	<0,001 ^a		
Viseu	49,08 (±12,92)		6,18 (±1,43)			
Alterações de desenvolvimento						
Sim	40,57 (±12,63)	0,196 ^a	5,14 (±1,57)	0,163 ^a		
Não	45,03 (±13,49)		5,71 (±1,50)			
Já utilizou RV						
Sim	45,33 (±14,36)	0,367 ^a	5,77 (±1,66)	0,304 ^a		

Não	44,58 (±13,00)		5,64 (±1,42)	
Regularidade de utilização				
Nunca	44,58 (±13,00)	0,880 ^b	5,64 (±1,42)	0,886 ^b
Utilização esporádica	45,63 (±14,75)		5,80 (±1,72)	
1/2 x por semana	41,20 (±13,01)		5,40 (±1,52)	
3 ou mais x por semana	47,33 (±12,66)		6,00 (±1,00)	
M= média; dp = desvio padrão; n= frequência absoluta;				
a-Teste T para amostras independentes b- ANOVA a um fator				

3.3. Valores Obtidos no Instrumento de Avaliação *Tower of London*

Na tabela 4, estão representados os valores obtidos no instrumento de avaliação *Tower of London*, para a amostra de 30 participantes de acordo com a idade, sexo, grau de escolaridade, localidade e alterações do desenvolvimento, tendo-se verificado que não existem diferenças estatisticamente significativas em nenhuma das variáveis estudadas ($p > 0,05$).

Contrariamente aos valores obtidos no jogo de RV, no instrumento de avaliação foi o grupo dos mais novos que obteve um melhor desempenho, com valores de média de $M=14,13$ com $dp=2,31$ (enquanto os mais velhos apresentaram valores de $M= 14,07$ com $dp=1,14$). Assim como na idade, também no sexo, os valores obtidos no instrumento mostram que o sexo masculino obteve um melhor desempenho do que o sexo feminino, nomeadamente $M=14,40$ com $dp=0,99$ para $M= 13,80$ com $dp=2,40$. Em relação à localidade, verificou-se que os participantes residentes em Viseu obtiveram um melhor desempenho que os residentes no Porto, nomeadamente $M=13,79$ com $dp=2,49$ para $M= 14,38$ com $dp=0,96$. No que se refere às alterações de desenvolvimento, verificou-se que os participantes com alterações de desenvolvimento obtiveram um melhor desempenho que os participantes sem alterações de desenvolvimento, nomeadamente $M=14,50$ com $dp=0,71$ para $M= 14,07$ com $dp=1,88$.

Tabela 4. Valores Obtidos no Instrumento de Avaliação *Tower of London*

	<i>Tower of London</i> Respostas certas (máximo 15)	
	M (±dp)	Valor p
Idade		0,469 ^a
12-13 (n=16)	14,13 (±2,31)	
13-16 (n=14)	14,07 (±1,14)	
Sexo		0,189 ^a
Feminino (n=15)	13,80 (±2,40)	
Masculino (n=15)	14,40 (±0,99)	

Grau de Escolaridade		
7ºano (n=11)	14,09 (±2,70)	0,999 ^b
8ºano (n=11)	14,09 (±1,04)	
9ºano (n=18)	14,13 (±1,36)	
Localidade		
Porto (n=14)	13,79 (±2,49)	0,194 ^a
Viseu (n=16)	14,38 (±0,96)	
Alterações de desenvolvimento		
Sim (n=2)	14,50 (±0,71)	0,377 ^a
Não (n=28)	14,07 (±1,88)	
M= média; dp = desvio padrão; N= frequência absoluta;		
a- Teste T para amostras independentes b- ANOVA a um fator		

3.4. Correlação entre RV e *Tower of London*

Na tabela 5 estão representados os valores de correlação entre o jogo de RV (*Score* e *Nível*) e o instrumento *Tower of London*. Tendo em conta os dados obtidos, verificou-se que a correlação entre o jogo e o instrumento de avaliação não têm diferenças estatisticamente significativas, assim como podemos verificar uma ausência de associação entre as duas variáveis, explicado pela praticamente ausência de correlação entre elas.

Tabela 5. Correlação entre Jogo de RV e o *Tower of London*

<i>Stacker</i>	<i>Tower of London</i> (amostra N=30)	
	Coefficiente de Correlação	Valor p
<i>Score</i>	-0,009	0,964
<i>Nível</i>	-0,033	0,863

4. Discussão

O objetivo do presente estudo consistiu em determinar os valores normativos para a resolução de problemas e planeamento cognitivo de jovens no jogo de RV - *Stacker*. Para isto, contou-se com a participação de 164 indivíduos com e sem experiência na utilização de RV. Tendo em conta o objetivo mencionado anteriormente, verificou-se que é possível isolar o desempenho dos jovens através da variável idade uma vez que, para a faixa etária dos 12 aos 13 anos, foi obtido um desempenho bastante inferior (média de *Score* 42,02 e média de *nível* 5,38) comparativamente com os mais velhos (média de *Score* 48,03 e média de *nível* 6,04).

Os resultados apresentados foram influenciados pelas variáveis sociodemográficas e no que diz respeito à idade, tal como verificamos nos valores normativos relatados anteriormente,

existiu uma tendência para um aumento do desempenho consoante o aumento da idade, nomeadamente, o grupo dos mais velhos obteve um melhor desempenho no jogo de RV em relação ao grupo dos mais novos. Na literatura, existem diversos autores que abordam o comportamento das FE tendo em conta a idade, sendo que os relatos que se encontram vão de encontro aos resultados apresentados, aparentando que as regiões cerebrais se vão desenvolvendo progressivamente durante a adolescência, sendo que as crianças mais velhas dos 14 anos aos 18 anos apresentam um melhor desempenho em tarefas mais complexas (6,43–45). Para além disso, a literatura diz-nos que o desenvolvimento do sistema nervoso central e todas as funções a ele associadas, nomeadamente as FE, começa cerca de duas semanas após a conceção e continua até à idade adulta, sendo que o córtex pré-frontal, responsável pelo planeamento cognitivo e pela resolução de problemas, é das últimas áreas a desenvolver-se o que explica o facto dos mais velhos terem melhores resultados que o grupo dos mais novos, uma vez que o córtex pré-frontal do grupo dos mais velhos é mais maduro comparativamente com o grupo dos mais novos (58,59).

Para além dos resultados apresentados no presente estudo com recurso a uma amostra controlada, também a *Virtuleap* realizou sessões *Benchmark* do jogo de RV ainda que sem recurso a uma amostra controlada, no entanto, podemos perceber que se comportam de forma idêntica uma vez que tanto num estudo como no outro o grupo dos mais velhos apresentam um melhor desempenho do que o grupo dos mais novos, assim como apresentam valores semelhantes aos obtidos no presente estudo, nomeadamente na *Virtuleap* o grupo dos mais novos obteve 47,31 de média de *Score* e (42,02 de média, no presente estudo) enquanto que o grupo dos mais velhos obteve 54,67 de média de *Score* e (48,03 no nosso estudo).

Tal como na idade, também na variável “grau de escolaridade” houve uma tendência para aumentar o desempenho quanto maior fosse o grau de escolaridade o que pode também ser explicado pelo facto de os participantes do 9º ano terem idades superiores aos participantes do 8º ano e os participantes do 8º ano terem idades superiores aos do 7º ano.

Relativamente à variável “sexo”, foi possível verificar que existe diferenças significativas entre os dois grupos, sendo que as meninas tiveram um melhor desempenho do que os meninos, o que pode ser explicado pela literatura, uma vez que diversos estudos relatam que ocorre um amadurecimento das FE mais cedo no sexo feminino do que no sexo masculino (60–63).

Em relação à variável “localidade”, os participantes que vivem em Viseu tiveram um melhor desempenho do que os participantes que vivem no Porto. Estes valores podem ser explicados,

pelo facto dos participantes de Viseu pertencerem, maioritariamente, ao grupo dos mais velhos, enquanto que os participantes do Porto pertencem, maioritariamente, ao grupo dos mais novos e tal como foi analisado em cima os jovens mais velhos têm tendência a ter um melhor desempenho do que os jovens mais novos.

Em relação à correlação dos resultados do jogo de RV e dos valores obtidos no instrumento de avaliação, podemos verificar que a amostra não se comportou de forma idêntica no jogo de RV comparativamente com o instrumento de avaliação, o que pode ser explicado, com o facto da experiência de imersão num jogo de RV ser mais estimulante e atrativa do que a realização de um jogo no computador, o que aparentemente está de acordo com a literatura, com diversos estudos a apontar para o facto de jogos de RV permitirem vivenciar uma experiência multissensorial de uma forma lúdica, podendo assim estimular as FE e ser bem-sucedidos e aceites pelos mais jovens, uma vez que são mais atrativos, divertidos e motivacionais do que um jogo no computador (28,33).

Embora os resultados apresentados no estudo sejam considerados relevantes no que concerne aos valores normativos obtidos num jogo de RV que trabalha a competência de resolução de problemas e planeamento cognitivo em jovens dos 12 aos 16 anos, e sejam reforçados pela literatura e também reforçados pelos resultados obtidos num estudo realizado pela *Virtuleap*, empresa que elaborou o jogo, é importante referir algumas limitações. Assim, evidencia-se o reduzido tamanho da amostra, uma vez que uma amostra de maiores dimensões poderia permitir a existência de resultados mais significativos estatisticamente, para além de possibilitar uma maior generalização dos resultados (64,65). Para além disto, o facto do presente estudo ter utilizado uma amostra do tipo não probabilística por conveniência, pode dificultar na realização de afirmações com rigor estatístico sobre a população em estudo, uma vez que os participantes não foram seleccionados com base em critérios estatísticos, mas porque estavam mais facilmente disponíveis (42,56,64–66).

Tendo em conta as limitações descritas, de forma a produzir dados estatísticos mais confiáveis em estudos futuros (42,56,66), seria importante realizar estudos aleatorizados, com uma amostra de maior dimensão, de forma a comparar resultados, aplicados de forma aleatória a um grupo de participantes (64,65,67). Para além disso, é de grande importância continuar a explorar a intervenção e avaliação das FE com recurso a RV em jovens, uma vez que é um grupo etário predisposto a participar em estudos que envolvam novas tecnologias, assim como é um grupo etário que se envolve diariamente com tecnologias e demonstra interesse e motivação por

esta área, sendo assim um indicador de sucesso na utilização deste tipo de tecnologia de forma a surtir efeitos futuros em intervenções especializadas para melhorar as FE (23,29,32,33).

Apesar das limitações, os resultados deste estudo revelaram-se um importante indicador para a obtenção de valores normativos nas competências de resolução de problemas e planeamento cognitivo, nesta faixa etária, com recurso a jogos de RV e para a integração destes mesmos jogos na intervenção e a avaliação das FE em jovens.

5. Conclusão

O presente estudo teve como objetivo determinar os valores normativos para a resolução de problemas e planeamento cognitivo de jovens no jogo de RV – Stack, sendo que com o presente estudo conseguimos obter valores normativos significativos para esta população e concluir que as variáveis sociodemográficas influenciam diretamente estes mesmo valores, uma vez que a tendência é o desempenho ser melhor, quanto maior for a idade apresentada pelos jovens.

Desta forma, apesar de não se terem encontrado muitos estudos com os valores normativos esperados para esta população nas competências de resolução de problemas e planeamento cognitivo, considera-se que é de grande importância continuar a realizar estudos com jovens, de forma a explorar o desenvolvimento e comportamento das FE nesta faixa etária quando estas são estimuladas através de jogos de RV, para procurar desenvolver intervenções que ajudem a melhorar as FE nesta faixa etária, uma vez que quanto mais cedo se começar a intervenção melhor serão os resultados, assim como é importante estabelecer os valores normativos para que no futuro seja possível comparar os ganhos e perdas utilizando a RV como base da intervenção.

A realização deste estudo foi importante, para adquirir conhecimento sobre as investigações realizadas com esta população, neste tema específico, assim como permitiu obter ferramentas importantes sobre a RV e as FE, no que diz respeito aos valores normativos obtidos para esta faixa etária.

Referências Bibliográficas

1. Luria AR. The Working Brain. An Introduction to Neuropsychology. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry. 1973;
2. Sohlberg MM, Mateer CA. Sample Chapter: Cognitive Rehabilitation: An Integrative Neuropsychological Approach. 2001.
3. Cristofori I, Cohen-Zimmerman S, Grafman J. Executive functions. In: Handbook of Clinical Neurology. Elsevier B.V.; 2019. p. 197–219.
4. Shaheen S. How Child's Play Impacts Executive Function-Related Behaviors. Appl Neuropsychol Child. 2014;3(3):182–7.
5. Diamond A. Executive functions. In: Handbook of Clinical Neurology. Elsevier B.V.; 2020. p. 225–40.
6. Blair C. Educating executive function. Vol. 8, Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science. Wiley-Blackwell; 2017.
7. Svoboda K, Li N. Neural mechanisms of movement planning: motor cortex and beyond. Vol. 49, Current Opinion in Neurobiology. Elsevier Ltd; 2018. p. 33–41.
8. Owen AM. Cognitive Planning in Humans: Neuropsychological, Neuroanatomical and Neuropharmacological Perspectives. Vol. 53, Progress in Neurobiology. 1997.
9. Vandermorris S, Sheldon S, Winocur G, Moscovitch M. Differential contributions of executive and episodic memory functions to problem solving in younger and older adults. Journal of the International Neuropsychological Society. 2013;19(10):1087–96.
10. Nouwens S, Groen MA, Kleemans T, Verhoeven L. How executive functions contribute to reading comprehension. British Journal of Educational Psychology. 2021 Mar 1;91(1):169–92.
11. Soto EF, Irwin LN, Chan ESM, Spiegel JA, Kofler MJ. Executive Functions and Writing Skills in Children With and Without ADHD. Neuropsychology. 2021;35(8):792–808.
12. Moriguchi Y. The early development of executive function and its relation to social interaction: A brief review. Vol. 5, Frontiers in Psychology. Frontiers Media SA; 2014.
13. Piaget J. The construction of reality in the child. New York Basic Books. 1952.
14. Anderson V. Assessing executive functions in children: biological, psychological, and developmental considerations. Pediatr Rehabil [Internet]. 2001;4(3):136. Available from: <http://www.tandf.co.uk/journals>

15. Russell A. Barkley. ADHD and the Nature of Self-Control [Internet]. 1997 [cited 2023 Feb 20]. Available from: [https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=iv-XFAL5CdAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Barkley,+R.+A.+\(1997a\).+ADHD+and+the+nature+of+self-control.+New+York:+Guilford.&ots=6FX7CX5EGj&sig=1biuqRVkOGyxQ2c8ty1YOmNP5Jo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=iv-XFAL5CdAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Barkley,+R.+A.+(1997a).+ADHD+and+the+nature+of+self-control.+New+York:+Guilford.&ots=6FX7CX5EGj&sig=1biuqRVkOGyxQ2c8ty1YOmNP5Jo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
16. Brocki KC, Bohlin G. Executive functions in children aged 6 to 13: A dimensional and developmental study. *Dev Neuropsychol.* 2004;26(2):571–93.
17. Diamond A, Lee K. Interventions Shown to Aid Executive Function Development in Children 4 to 12 Years Old [Internet]. 2011. Available from: www.sciencemag.org
18. Benzing V, Schmidt M. The effect of exergaming on executive functions in children with ADHD: A randomized clinical trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2019 Aug 1;29(8):1243–53.
19. Holmes J, Gathercole SE, Dunning DL. Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Dev Sci.* 2009 Jul;12(4).
20. Harvey PD. Domains of cognition and their assessment. *Dialogues Clin Neurosci.* 2019;21(3):227–37.
21. Pastorino GMG, Operto FF, Padovano C, Vivencio V, Scuoppo C, Pastorino N, et al. Social Cognition in Neurodevelopmental Disorders and Epilepsy. *Front Neurol.* 2021 Apr 14;12.
22. Brugada-Ramentol V, Bozorgzadeh A, Jalali H. Enhance VR: A Multisensory Approach to Cognitive Training and Monitoring. *Front Digit Health.* 2022 Jun 3;4.
23. Borgnis F, Baglio F, Pedroli E, Rossetto F, Uccellatore L, Oliveira JAG, et al. Available Virtual Reality-Based Tools for Executive Functions: A Systematic Review. Vol. 13, *Frontiers in Psychology.* Frontiers Media S.A.; 2022.
24. Freeman D, Reeve S, Robinson A, Ehlers A, Clark D, Spanlang B, et al. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. Vol. 47, *Psychological Medicine.* Cambridge University Press; 2017. p. 2393–400.
25. Marques AJ, Gomes Veloso P, Araújo M, de Almeida RS, Correia A, Pereira J, et al. Impact of a Virtual Reality-Based Simulation on Empathy and Attitudes Toward Schizophrenia. *Front Psychol.* 2022 May 4;13.
26. Aguinis H, Henle CA, Beaty JC. Virtual Reality Technology: A New Tool for Personnel Selection [Internet]. Available from: www.polhemus.com

27. Josman N, Schenirderman AE, Klinger E, Shevil E. Using virtual reality to evaluate executive functioning among persons with schizophrenia: A validity study. *Schizophr Res.* 2009 Dec;115(2–3):270–7.
28. Ahmadpour N, Randall H, Choksi H, Gao A, Vaughan C, Poronnik P. Virtual Reality interventions for acute and chronic pain management. Vol. 114, *International Journal of Biochemistry and Cell Biology.* Elsevier Ltd; 2019.
29. Shema-Shiratzky S, Brozgol M, Cornejo-Thumm P, Geva-Dayan K, Rotstein M, Leitner Y, et al. Virtual reality training to enhance behavior and cognitive function among children with attention-deficit/hyperactivity disorder: brief report. *Dev Neurorehabil.* 2019 Aug 18;22(6):431–6.
30. Shen J, Xiang H, Luna J, Grishchenko A, Patterson J, Strouse R V., et al. Virtual reality–Based executive function rehabilitation system for children with traumatic brain injury: Design and usability study. *JMIR Serious Games.* 2020 Jul 1;8(3).
31. Man DWK, Poon WS, Lam C. The effectiveness of artificial intelligent 3–D virtual reality vocational problem–solving training in enhancing employment opportunities for people with traumatic brain injury. *Brain Inj.* 2013;27(9):1016–25.
32. Chen Y, Fanchiang HD, Howard A. Effectiveness of Virtual Reality in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta–Analysis of Randomized Controlled Trials [Internet]. Vol. 98, *Physical Therapy* . 2018. Available from: <https://academic.oup.com/ptj>
33. Gilboa Y, Jansari A, Kerrouche B, Uçak E, Tiberghien A, Benkhaled O, et al. Assessment of executive functions in children and adolescents with acquired brain injury (ABI) using a novel complex multi-tasking computerised task: The Jansari assessment of Executive Functions for Children (JEF–C©). *Neuropsychol Rehabil.* 2019;29(9):1359–82.
34. Apuke OD. Quantitative Research Methods: A Synopsis Approach. *Kuwait Chapter of Arabian Journal of Business and Management Review.* 2017;6(11):40–7.
35. Almeida F, Superior I, Gaya P, Queirós A, Faria D. Strengths and Limitations of Qualitative and Quantitative Research Methods. 2017;369–87. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/319852576>
36. Ratelle JT, Sawatsky AP, Beckman TJ. Quantitative Research Methods in Medical Education. Vol. 131, *Anesthesiology.* Lippincott Williams and Wilkins; 2019. p. 23–35.

37. SPSS Software | IBM [Internet]. [cited 2023 Feb 11]. Available from: <https://www.ibm.com/spss>
38. Jahan S, Henary B. Attitudes of primary health care physician managers toward research: A pre-experimental study. *Aust J Prim Health*. 2013;19(2):171–6.
39. Hoffmann RG, Lim HJ. Observational study design. Vol. 404, *Methods in molecular biology* (Clifton, N.J.). 2007. p. 19–31.
40. Ligthelm RJ, Borzì V, Gumprecht J, Kawamori R, Wenying Y, Valensi P. Importance of Observational Studies in Clinical Practice. *Clin Ther*. 2007;29(6 PART 1):1284–92.
41. Everitt Brian, Howell DC. *Encyclopedia of statistics in behavioral science*. John Wiley & Sons; 2005. 2208 p.
42. Wisler AK. Research Design– Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. *Intercultural Education*. 2009;20(2):127–33.
43. Korkman M, Kemp SL, Kirk U. Effects of age on neurocognitive measures of children ages 5 to 12: A cross-sectional study on 800 children from the United States. *Dev Neuropsychol*. 2001;20(1):331–54.
44. Korkman M, Lahti-Nuutila P, Laasonen M, Kemp SL, Holdnack J. Neurocognitive development in 5-to 16-year-old North American children: A cross-sectional study. *Child Neuropsychology*. 2013 Sep 1;19(5):516–39.
45. Ardila A. Development of metacognitive and emotional executive functions in children. *Appl Neuropsychol Child*. 2013;2(2):82–7.
46. Psychology Software Tools Inc. E-Prime 3.0. [cited 2023 Jun 19]. Tower of London. Available from: <https://support.pstnet.com/hc/en-us/articles/360047601533-Tower-of-London-34553>
47. Welsh MC, Satterlee-Cartmell T, Stine M. Towers of Hanoi and London: Contribution of Working Memory and Inhibition to Performance [Internet]. Vol. 41, *Brain and Cognition*. 1999. Available from: <http://www.idealibrary.comon>
48. Psychology Software Tools Inc. E-Prime 3.0. [cited 2023 Jun 25]. Tower of Hanoi. Available from: <https://support.pstnet.com/hc/en-us/articles/360047331134-STEP-Tower-of-Hanoi-34460>
49. Humes GE, Welsh MC, Retzlaff P. Towers of Hanoi and London: Reliability and Validity of Two Executive Function Tasks. Vol. 4, *ASSESSMENT*. 1997.

50. Jardim De Paula J, De Souza Costa D, Nunes De Moraes E, Fernandes Malloy-Diniz L. Contributions of the Tower of London for the assessment of planning in elderly with Mild Cognitive Impairment. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/230816185>
51. Ewing-Cobbs L, Fletcher JM, Hartmann J, Evankovich K, Mattson AJ. Developmental Changes in Performance on Tests of Purported Frontal Lobe Functioning. *Dev Neuropsychol*. 1991 Jan 1;7(3):377–95.
52. Borges A, De Melo CM, Andrade M, Pena A, Timóteo P, Guilherme C, et al. O teste da Torre da Torre de Londres: Comparação entre a versão tradicional e a aplicação computadorizada. 2018; Available from: <http://dx.doi.org/10.25118/2236-918X-8-6-4>
53. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Bull World Health Organ*. 2001;79(4):373–34.
54. Virtuleap – Improve Brain Health with VR [Internet]. [cited 2023 Feb 18]. Available from: <https://virtuleap.com/>
55. Coutinho CP. Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas - Teoria e Prática. 2ª ed. Almedina, editor; 2016.
56. Marôco J. Análise Estatística com o SPSS Statistics.: 7ª edição [Internet]. 2018 [cited 2021 May 26]. Available from: [https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=Ki5gDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=marôco+j.\(2018\).+análise+estatística+com+o+spss+statistics+pdf&ots=zNqljzldbD&sig=XXZdkPeKCdu0kq3ExpfJ74L14Pc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=Ki5gDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=marôco+j.(2018).+análise+estatística+com+o+spss+statistics+pdf&ots=zNqljzldbD&sig=XXZdkPeKCdu0kq3ExpfJ74L14Pc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
57. Gignac G. E. Perth, Australia: 2019 [cited 2023 Jun 29]. How2statsbook (Online Edition 1). Available from: <http://www.how2statsbook.com/p/chapters.html>
58. Tierney AL, Nelson III CA. Brain Development and the Role of Experience in the Early Years.
59. Griffin A. Adolescent neurological development and implications for health and well-being. Vol. 5, Healthcare (Switzerland). MDPI; 2017.
60. Jung MS, Lee KS, Kim M, Yun H. Gender-specific relationship between executive function and self-rated health. *Osong Public Health Res Perspect*. 2019;10(2):93–101.
61. Saied B. Educational Research and Reviews Executive functions, gender, and personality traits in students with and without specific learning disabilities. 2022;17(11):273–87. Available from: <http://www.academicjournals.org/ERR>

62. Grissom NM, Reyes TM. Let's call the whole thing off: evaluating gender and sex differences in executive function. Vol. 44, *Neuropsychopharmacology*. Nature Publishing Group; 2019. p. 86–96.
63. Laureys F, Middelbos L, Rommers N, De Waelle S, Coppens E, Mostaert M, et al. The Effects of Age, Biological Maturation and Sex on the Development of Executive Functions in Adolescents. *Front Physiol*. 2021 Sep 10;12.
64. Rosenman R, Tennekoon V, Hill LG. Measuring bias in self-reported data. *Int J Behav Healthc Res*. 2011;2(4):320.
65. Faber J, Fonseca LM. How sample size influences research outcomes. *Dental Press J Orthod*. 2014;19(4):27–9.
66. Jager J, Putnick DL, Bornstein MH. li. More Than Just Convenient: the Scientific Merits of Homogeneous Convenience Samples. *Monogr Soc Res Child Dev*. 2017;82(2):13–30.
67. De Souza RF. What is a randomized clinical trial? *Medicina (B Aires)*. 2009;42(1):3–8.