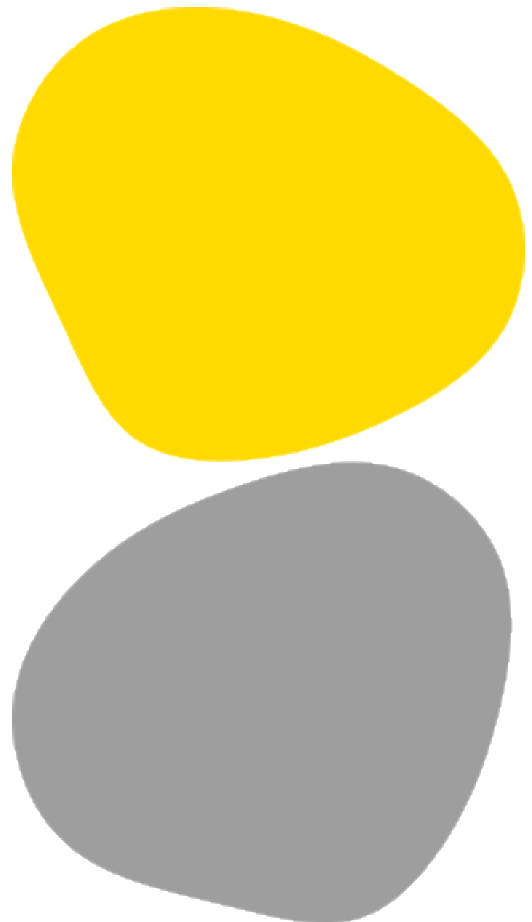




Avaliação cognitiva com recurso à realidade virtual

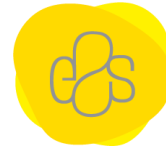
Álvaro Diogo Costa Ribeiro

09/2025





ESCOLA
SUPERIOR
DE SAÚDE



Avaliação cognitiva com recurso à realidade virtual

Autor

Álvaro Diogo Costa Ribeiro

Orientadores

Professora Doutora Maria João Trigueiro, E2S|P.Porto

Professor Doutor Vítor Simões-Silva, E2S|P.Porto

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



Agradecimentos

Chegando ao fim desta etapa, não posso deixar de olhar para trás e reconhecer todos aqueles que, de diferentes formas, caminharam comigo ao longo deste percurso.

Em primeiro lugar, agradeço aos meus orientadores, Professora Doutora Maria João Trigueiro e Professor Doutor Vítor Simões-Silva. A vossa sabedoria, paciência e disponibilidade foram a base de todo o trabalho desenvolvido. Levo comigo todas as aprendizagens, que tentarei aplicar não só na minha vida académica e profissional, mas também no plano pessoal.

Um sincero agradecimento a todos os professores que me acompanharam no decorrer destes últimos anos. Cumprem, inteiramente a vossa missão de transmitir os valores da Terapia Ocupacional.

À instituição que possibilitou a recolha da amostra para este projeto, deixo a minha gratidão pela prontidão e disponibilidade demonstradas. Um especial agradecimento às colegas da área da Psicologia, que se mostraram incansáveis ao disponibilizar o seu tempo em prol de outra área que não a sua. O vosso companheirismo, amor à profissão e dedicação às crianças foram determinantes para que este trabalho ganhasse forma.

Agradeço, do fundo do coração, à minha família, pelo amor, paciência e incentivo incondicional. Foram a base sólida que tornou tudo isto possível. Um simples “obrigado” nunca será suficiente para retribuir tudo o que fizeram por mim.

À minha Inês, a companheira e amiga de todas as horas – nos bons e maus momentos, na euforia e na ansiedade – agradeço pela compreensão e por acreditares em mim, mesmo quando eu duvidava. A tua presença trouxe-me serenidade para concluir este trabalho.

Aos meus colegas e amigos, que me fazem sempre querer regressar, aprender e evoluir. Orgulho-me do vosso percurso pessoal e profissional.

A ti, avô Álvaro, obrigado. Amo-te. Olha por mim.



Resumo

As funções executivas (FE) têm um papel central no desenvolvimento cognitivo, social e académico, sendo a sua avaliação precoce essencial para prevenir dificuldades futuras. A realidade virtual (RV) surge como ferramenta inovadora, ao oferecer ambientes imersivos, ecológicos e motivadores para a avaliação cognitiva. Este estudo teve como objetivo analisar a fiabilidade, validade e aplicabilidade clínica do Cogniclear VR na avaliação das FE em crianças dos 8 aos 14 anos.

A amostra integrou 47 participantes, dos quais 12 foram avaliados com a Bateria de Avaliação Neuropsicológica de Coimbra (BANC). Os resultados indicaram consistência interna adequada ($\alpha = .824$) e correlações positivas e significativas entre domínios específicos do Cogniclear VR (memória, atenção e linguagem) e provas equivalentes da BANC, sugerindo validade preditiva parcial. Verificaram-se diferenças consistentes entre crianças com e sem perturbações do desenvolvimento, reforçando a validade discriminante do instrumento.

Conclui-se que o Cogniclear VR revela potencial como ferramenta para a avaliação das FE em contexto pediátrico, ao superar limitações das metodologias tradicionais, como tempo prolongado de aplicação, baixa motivação e menor validade ecológica. Apesar das limitações inerentes ao desenho piloto e ao tamanho da amostra, estes resultados reforçam a pertinência de integrar a RV na prática clínica da Terapia Ocupacional (TO).

Palavras-chave: Funções executivas; Avaliação Cognitiva; Realidade Virtual; Cogniclear VR.



Abstract

Executive functions (EF) play a central role in cognitive, social, and academic development, and their early assessment is essential to prevent future difficulties. Virtual reality has emerged as an innovative tool, offering immersive, ecological, and engaging environments for cognitive evaluation. This study aimed to analyze the reliability, validity, and clinical applicability of Cogniclear VR in the assessment of EF in children aged 8 to 14 years.

The sample included 47 participants, of whom 12 were also assessed with the Coimbra Neuropsychological Assessment Battery. Results indicated adequate internal consistency ($\alpha = .824$) and significant positive correlations between specific Cogniclear VR domains (memory, attention, and language) and equivalent BANC tasks, suggesting partial predictive validity. Consistent differences were also observed between children with and without developmental disorders, reinforcing the discriminant validity of the instrument.

In conclusion, Cogniclear VR shows potential as a tool for EF assessment in pediatric contexts, overcoming limitations of traditional methodologies, such as lengthy administration time, low motivation, and reduced ecological validity. Despite the limitations of a pilot design and small sample size, these findings reinforce the relevance of integrating VR into Occupational Therapy clinical practice.

Keywords: Executive Function; Cognitive Assessment; Virtual Reality; Cogniclear VR.



Índice

1. Introdução	1
1.1. Estado de Arte.....	2
2. Métodos.....	9
2.1. Desenho do Estudo.....	9
2.2. Participantes.....	10
2.3. Instrumentos.....	11
2.3.1. Questionário sociodemográfico da amostra.....	11
2.3.2. Bateria de Avaliação Neuropsicológica de Coimbra.....	11
2.3.3. Cogniclear VR	11
2.4. Procedimentos.....	13
2.5. Análise estatística	14
3. Resultados	15
3.1. Característica da amostra	15
3.2. Análise descritiva dos itens do Cogniclear VR	15
3.3. Consistência interna do <i>Cogniclear VR</i>.....	18
3.4. Correlação entre a BANC e as provas do Cogniclear VR.....	19
4. Discussão	19
5. Conclusão	23
Referências Bibliográficas	24



1. Introdução

Na grande maioria dos estudos, as funções executivas são definidas em inibição, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva (Eberhart et al., 2023; Liang et al., 2021). Ainda que, com alguma regularidade, surja, em diversos estudos, o controlo da atenção (Cuartas et al., 2022). Sendo assim, as FE são essenciais para atingir objetivos e adaptar a novos desafios e situações do dia-a-dia, bem como para entender conceitos complexos e/ou abstratos (Cristofori et al., 2019; Groves et al., 2021; D. Lee et al., 2024; Ribner & Holmboe, 2024; Salehinejad et al., 2021; Yitik Tonkaz & Çayır, 2024).

As FE, tornaram-se um tópico central nas ciências do desenvolvimento e da educação (Eberhart et al., 2023; Ribner & Holmboe, 2024). Desde o início do século XXI, mais de 40 mil artigos foram publicados sobre esta temática (Eberhart et al., 2023; Ribner & Holmboe, 2024). Contudo, estudos indicam que existe uma maior investigação nos primeiros anos de vida, em comparação com idades mais avançadas ainda na infância (Miller et al., 2023). Existe assim, uma lacuna na faixa etária que compreende a adolescência (Mehsen et al., 2021; Tervo-Clemmens et al., 2023).

O desenvolvimento das FE é um processo prolongado que se estende desde o nascimento até ao início da idade adulta (Ribner & Holmboe, 2024). Nos primeiros anos de vida, as crianças desenvolvem capacidades cognitivas essenciais que são cruciais para o desenvolvimento das diversas competências ao longo da vida (D. Lee et al., 2024).

Os défices nas FE estão presentes durante a infância em diversas perturbações do neurodesenvolvimento (Townes et al., 2023), com comprometimento nas áreas de comportamento, linguagem, aprendizagem ou capacidade física (Lombard et al., 2024). São exemplo de algumas perturbações do desenvolvimento onde isto ocorre a perturbação da hiperatividade e défice de atenção, perturbação do espectro de autismo, perturbação na aprendizagem, perturbação intelectual do desenvolvimento e perturbações da comunicação, sendo que estão presentes em aproximadamente 17% de todas estas crianças com idades compreendidas entre os três e os 17 anos de idade (D. Lee et al., 2024; Lombard et al., 2024).

O comprometimento das FE tem um impacto significativo na vida dos indivíduos pelo que é fundamental intervir de forma precoce para minimizar problemas do desempenho ocupacional (Diamond, 2012; Lakicevic et al., 2025; D. Lee et al., 2024; Mehsen et al., 2021; Viterbori et al., 2015). Estas intervenções são, normalmente, multidisciplinares, sendo que o terapeuta ocupacional tem um papel muito importante, na medida em que intervém na pessoa, no contexto e nas ocupações de forma a provocar um impacto positivo (Gilboa & Helmer, 2020; Josman & Meyer, 2019). No entanto, os terapeutas ocupacionais na sua intervenção, muitas vezes são limitados por espaços físicos, recursos e tempo



(Borghetti et al., 2023; Mc Kittrick et al., 2023). Ademais, um princípio base para a intervenção da terapia ocupacional, é que as atividades sejam significativas para o indivíduo (Mc Kittrick et al., 2023). Assim, surge a Realidade Virtual, que, nas últimas décadas, tem-se mostrado um instrumento eficaz na avaliação das funções cognitivas, como por exemplo as FE (Ventura et al., 2019). Esta tecnologia permite a criação de cenários imersivos, relevantes e significativos, para dar suporte ao desempenho ocupacional de diversas atividades da vida diária, podendo estes serem adaptados e graduados às necessidades individuais (Borghetti et al., 2023; Emmelkamp & Meyerbröker, 2021; Mc Kittrick et al., 2023; Shahid et al., 2024; Tan et al., 2024).

Esta tecnologia, pensada em 1960, comercializada em 1980, pode ser utilizada para intervenção, mas pode, igualmente, ser utilizada para fins de avaliação (Borghetti et al., 2023; Cunha et al., 2023; Emmelkamp & Meyerbröker, 2021). A RV permite que os investigadores projetem cenários virtuais que podem ser utilizados para avaliar respostas comportamentais, emocionais, cognitivas e fisiológicas em tempo real num ambiente controlado e seguro (Buselli et al., 2023; Emmelkamp & Meyerbröker, 2021).

Aliado a isto, com o avanço das novas tecnologias, mais concretamente a RV, que cada vez mais melhora a qualidade imersiva e diminui o preço dos seus dispositivos no mercado, amplia a necessidade de compreender o seu impacto em diversas áreas da saúde e da investigação (Cunha et al., 2023; Shahid et al., 2024). Em contrapartida, existe um diminuto número de estudos que comprovem a eficácia dos cenários de RV na avaliação destas competências cognitivas (Borghetti et al., 2023) bem como nos comprometimentos das FE (Qiu et al., 2023; Tervo-Clemmens et al., 2023). Sendo assim, este estudo tem como objetivo o estudo das propriedades psicométricas do Cogniclear VR como ferramenta de avaliação cognitiva das FE em crianças entre os 8 e os 14 anos de idade.

1.1. Estado de Arte

O termo funções executivas, bastante estudado na atualidade, referido pela primeira vez por Lezak (1983, cit. in Kusi-Mansah et al., 2021), são definidas como um conjunto de processos *top-down* (Diamond, 2020; Kusi-Mensah et al., 2021; Liang et al., 2021; Qiu et al., 2023) fundamentais para permitir o foco; manter a atenção; resolver problemas; tomar decisões; controlar impulsos; alternar tarefas e perspetivas (Diamond, 2020). Sendo assim, apresentam-se essenciais para a flexibilidade cognitiva (Diamond, 2020). As FE são necessárias para o desenvolvimento social, duração e qualidade do sono e saúde mental e física das crianças e adolescentes (Liang et al., 2021).

A grande maioria dos estudos evidencia que as FE são definidas em inibição/controlo inibitório, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva (Bao et al., 2024; Eberhart et al., 2023; Liang et al., 2021).



Segundo o modelo de Diamond, o controlo inibitório, é definido como a capacidade de controlar a atenção, o comportamento, os pensamentos e as emoções de forma a reduzir respostas dominantes, automáticas e prepotentes. Ainda neste modelo, está estabelecido que a memória de trabalho é fundamental para manter informações na mente por um curto período, enquanto as manipula mentalmente para a execução de uma tarefa, incluindo subcomponentes verbais e visuoespaciais (Diamond, 2012). No que concerne à flexibilidade cognitiva, Diamond (2012) estabelece que esta é fundamental para ser capaz de ver coisas de outra perspetiva e alternar entre tarefas.

Este conjunto de competências está dependente do funcionamento de áreas cerebrais localizadas principalmente no córtex pré-frontal (Blair, 2016). Contudo, os circuitos neurais que sustentam o perfeito funcionamento das FE envolvem inúmeras regiões cerebrais, incluindo áreas do córtex cingulado e do córtex parietal, bem como estruturas subcorticais, com maior foco nos gânglios da base, hipocampo e amígdala (Blair, 2016; Diamond, 2000). Uma avaliação precoce pode apresentar-se como fundamental, na medida em que o encaminhamento para terapias tem-se mostrado positivo para o desempenho cognitivo, bem como para promoção de independência e autonomia (Hennessy et al., 2024; Hirota et al., 2021).

As FE passam por um desenvolvimento prolongado ao longo da infância e adolescência, paralelamente ao tempo de maturação prolongado do cérebro (Keller et al., 2022). Num desenvolvimento típico, está estabelecido que as FE surjam nos primeiros anos de vida, com componentes centrais ou simples, precedendo componentes mais complexas (D. Lee et al., 2024). Estas componentes começam a ser desenvolvidas desde muito cedo e mantêm uma trajetória estável ao longo dos anos escolares (Carlson, 2005; Diamond, 2012).

Teorias do desenvolvimento neurocomportamental humano indicam que as FE amadurecem da infância à adolescência (Tervo-Clemmens et al., 2023). Sendo assim, durante o primeiro ano de vida, é expectável que uma criança consiga apresentar uma memória de trabalho e um controlo inibitório simples (D. Lee et al., 2024). No segundo ano de vida, é expectável que a criança seja capaz de apresentar uma memória de trabalho e uma inibição de resposta complexa, bem como de realizar alternância de resposta e de atenção (D. Lee et al., 2024). Já após os três anos de idade, a criança deverá ser capaz de apresentar FE de ordem superior com competências de planeamento, raciocínio e resolução de problemas, que se baseiam na memória de trabalho, inibição de resposta e alternância de contexto (D. Lee et al., 2024).

No que se refere à adolescência, este é um período caracterizado pela maturação dos diversos processos cognitivos, afetivos e sociais que culminam na transição para a vida adulta e, sucessivamente,



a independência (Larsen & Luna, 2018; Luna et al., 2015). No entanto, o diminuto número de investigações focadas nas FE nesta faixa etária (Tervo-Clemmens et al., 2023) não permite compreender totalmente a magnitude e a diversidade das mudanças nas FE ocorridas durante a adolescência. O estudo de Tervo-Clemmens e outros investigadores (2023), afirma que, muito provavelmente, o início da adolescência (~10-15 anos) é uma fase extremamente crítica para o desenvolvimento cognitivo, onde desvios do desenvolvimento normativo podem levar a resultados inferiores na idade adulta. Pesquisas empíricas sugerem que, embora os adolescentes apresentem capacidade de realizar tarefas que dependem fundamentalmente das FE, não apresentam, ainda, um desempenho tão rápido e eficaz quanto os adultos (Jurado & Rosselli, 2007; Luna et al., 2004; Quach et al., 2020). Acredita-se, assim, que a fase de maturação das FE poderá ocorrer aproximadamente aos 25 anos de idade (Sawyer et al., 2018).

Quando olhamos para perturbações do neurodesenvolvimento, verificamos que a presença de défices nas FE tem sido largamente descrita na literatura, principalmente em patologias como a perturbação de hiperatividade e défice de atenção e na perturbação do espectro do autismo (Barbosa et al., 2019). A evidência aponta para que as diversas patologias do neurodesenvolvimento apresentam défices nas FE (D. Lee et al., 2024), que compreendem diversas competências cognitivas, como memória de trabalho, controlo inibitório, planeamento, flexibilidade cognitiva, raciocínio e resolução de problemas, que são fundamentais para o comportamento adaptativo e para a aprendizagem (Calle Sandoval & Calle Sandoval, 2017; Eberhart et al., 2023; Fidler & Lanfranchi, 2021; Groves et al., 2021; Hennessy et al., 2024; Keller et al., 2022; Qiu et al., 2023; Sadozai et al., 2024; Yitik Tonkaz & Çayır, 2024). Segundo D. Lee et al. (2024), não há evidência que demonstre que atrasos nas FE possam ser identificados no primeiro ano de vida em crianças com perturbação de desenvolvimento comparativamente com crianças sem défices de desenvolvimento. Estes défices começam, normalmente, a ser evidenciados no decorrer do período pré-escolar (Lombard et al., 2024). Défices nas FE durante a adolescência estão associados a um pior desempenho académico, aumento de comportamentos de risco e diminuição da qualidade de vida (Keller et al., 2022).

Os défices nas FE podem afetar diversos processos cognitivos, como planeamento, memória de trabalho, atenção, inibição, automonitorização, autorregulação e iniciação (Chichinina et al., 2025; Fidler & Lanfranchi, 2021; Power et al., 2024; Qiu et al., 2023; Sadozai et al., 2024; Townes et al., 2023). Para além disto, défices nas FE podem incluir dificuldades em realizar tarefas *dual-task* de forma consistente (Sadozai et al., 2024), sendo que, ainda é possível verificar que as FE desempenham um papel regulador cognitivo fundamental na ligação entre a capacidade intelectual e a adaptação na vida quotidiana (Fidler



& Lanfranchi, 2021). Pessoas com défices nas FE podem desenvolver problemas relacionados com a saúde mental, saúde física, sucesso académico, relações interpessoais, segurança pública e qualidade de vida (Diamond, 2012; Keller et al., 2022; Lachambre et al., 2021; D. Lee et al., 2024; Power et al., 2024). Estes problemas estão recorrentemente associados à maioria das patologias neuropsiquiátricas (Reimann et al., 2020; Salehinejad et al., 2021). Um estudo de 2020 de Gowe e colaboradores refere ainda que défices nas FE podem estar relacionados com a obesidade, associada à desregulação emocional, comportamento alimentar desinibido e desordenado, baixos níveis de atividade física, sono insatisfatório e comportamento sedentário (Gowe et al., 2020).

Durante as últimas décadas, muitos progressos têm sido feitos no estudo das FE nas áreas de desenvolvimento infantil, neuropsicologia, neurociência e psicopatologia (Fidler & Lanfranchi, 2021). Estudos sobre FE na infância aumentaram significativamente nos últimos anos (Doebel, 2020), no entanto, as investigações centradas nos métodos de avaliação das FE das crianças e jovens continuam a surgir com menor frequência do que os estudos realizados com indivíduos adultos (Mehsen et al., 2021).

Sendo assim, devido à importância que as FE têm em todo o processo de desenvolvimento e de aquisição de competências ao longo da vida, é fundamental identificar, o mais precocemente possível, potenciais défices nas FE de forma a intervir precocemente, a fim de prevenir potenciais dificuldades que se traduzirão, no futuro, em défices no desempenho ocupacional (Moore et al., 2014; Tervo-Clemmens et al., 2023). Sem descurar que existe uma dificuldade na avaliação das FE nestas idades, que advém de múltiplas fontes, como as diferenças individuais, dificuldades em projetar estruturas analíticas que avaliem diretamente o tempo de maturação e a potencial variabilidade entre as muitas tarefas projetadas para avaliar as FE (Power et al., 2024; Tervo-Clemmens et al., 2023).

Estas avaliações neuropsicológicas permitem avaliar as competências cognitivas específicas, funcionamento cognitivo global e o funcionamento das diversas áreas cerebrais (Harvey, 2019). Sendo assim, atualmente, a avaliação cognitiva é frequentemente utilizada para a identificação de padrões de desempenho, permitindo assim identificar a amplitude dos défices, a sua implicação funcional e o seu potencial para tratamento (Harvey, 2019; Wilson, 2023).

Os domínios das FE podem ser avaliados utilizando uma variedade de escalas de classificação qualitativas e tarefas neuropsicológicas quantitativas (Townes et al., 2023). No processo de avaliação das FE, há uma predominância de instrumentos que avaliam competências cognitivas em geral, embora haja discordância em relação a esta abordagem segundo diversas correntes teóricas (Mehsen et al., 2021). Os instrumentos mais utilizados para avaliação das FE são o *Wisconsin Teste* o *Trail Making Test* (Mehsen et al., 2021). Já com menor frequência, mas também utilizados por alguns profissionais de



saúde, encontramos o *Hayling Test*, o *Iowa Gambling Task (IGT)* e a *Tower of London/Hanoi* (Mehsen et al., 2021). Ainda existem outros testes que permitem avaliar FE como verificamos na Tabela 1.

Tabela 1. Testes de avaliação para funções executivas

Instrumento	Função avaliada	Descrição	Autor
<i>Less is More Task</i>	Contingência de recompensa inversa	O teste tem dois níveis: o primeiro com 12 tentativas (escolha entre uma bandeja de doces grande e uma pequena). O segundo com 16 tentativas (dois fantoches, mesma regra e recompensa invertida). Duração: aproximadamente 18 min.	(Chi et al., 2018)
<i>Sticker Search</i>	Tomada de decisão	O teste utiliza 16 caixas com tampas transparentes, a criança recebe uma recompensa quando seleciona a caixa correta.	(Martins et al., 2020)
<i>Emotional Flexible Item Selection Task</i>	Flexibilidade afetiva	O teste apresenta dois ensaios de demonstração, quatro ensaios de prática e 12 ensaios de aplicação; neles, são apresentados às crianças cartões com características emocionais e não emocionais.	(Martins et al., 2020)
<i>Iowa Gambling Task</i>	Tomada de decisão	São apresentados 60 testes em que crianças escolhem entre dois baralhos de cartas e são informadas de que o símbolo do urso levaria à vitória de uma recompensa, enquanto o símbolo do tigre levaria à perda de uma recompensa.	(Garon & Longard, 2015)
<i>The Emotion Regulation Checklist</i>	Regulação emocional	Uma escala do tipo <i>Likert</i> de quatro pontos com 24 itens. O teste é composto por duas escalas diferentes: uma escala de negatividade/simpatia e a escala de regulação emocional.	(Martins et al., 2020)
<i>Children's Gambling Task</i>	Tomada de decisão	São apresentados seis ensaios de demonstração e 50 ensaios de teste, onde as crianças escolhem entre dois baralhos de cartas e são informadas de que a cara feliz corresponde a uma recompensa, enquanto a cara triste corresponde à perda de uma recompensa.	(Hongwanishkul et al., 2005)
<i>Delay of Gratification task</i>	Défice na gratificação	A tarefa consiste em dizer às crianças que elas receberão um presente, mas que não podem olhar para ele enquanto o experimentador embrulha o presente ruidosamente, duração: um minuto.	(Talwar et al., 2011)
<i>Dimensional Change card Sort</i>	Flexibilidade	Tarefa de classificação de cartas, que na versão quente mostra doces. Primeiramente, a tarefa é classificada por formas, onde após 6 tentativas corretas consecutivas, é classificada por cores. Em seguida, 12 tentativas são realizadas com instruções que mudam caso apareça uma estrela na carta.	(Beck et al., 2011)
<i>Snack Delay Task</i>	Défice na gratificação	A atividade consiste em mostrar às crianças um objeto atraente e, em seguida, pedir que tentem não o tocar até que o assistente de pesquisa tenha concluído outra tarefa.	(Slot et al., 2017)
<i>Gift Wrap Task e Gift Delay task</i>	Défice na gratificação	A tarefa consiste em dizer às crianças que elas receberão um presente, mas que não podem olhar para ele enquanto o experimentador embrulha o presente ruidosamente, duração: um minuto.	(Pauli-Pott et al., 2019)



Instrumento	Função avaliada	Descrição	Autor
<i>Preschool Self-Regulation Assessment</i>	Autorregulação	Bateria composta por 10 testes que avaliam a autorregulação. É realizado por meio da observação do comportamento da criança, com interpretações que sugerem a ativação de áreas do sistema nervoso.	(Imuta et al., 2014)
<i>Maudsley's Index of Childhood Delay Aversion</i>	Aversão ao atraso	A tarefa consiste em um jogo de computador, onde dentro de uma nave espacial, é preciso atirar em asteroides para salvar um planeta fictício e receber recompensas de acordo com o tempo que se espera para atirar.	(Bassett et al., 2012)
<i>Teacher-reported</i>	Avaliação do comportamento infantil	Este questionário é respondido pelos professores e é composto por duas escalas: escala de concentração de atenção com 13 itens e escala de controle inibitório com 14 itens do questionário de comportamento infantil.	(Montroy et al., 2019)
<i>Cookie-Delay Task</i>	Défice na gratificação	Nesta tarefa, a criança é instruída a esperar o sinal tocar antes de poder pegar um doce que está coberto por um copo transparente. São realizadas seis tentativas, mais uma tentativa de prática, com intervalos de atraso entre 10 e 40 segundos.	(Pauli-Pott et al., 2019)
<i>Stranger-with-Toys</i>	Défice na gratificação	Nesta tarefa, a criança senta-se à mesa com um brinquedo pouco atraente. Um estranho entra na sala, com brinquedos interessantes, e brinca com eles sem ajudar a criança. Após três minutos, ele convida a criança a brincar com ele, juntamente com os brinquedos, por dois minutos.	(Pauli-Pott et al., 2019)

A grande maioria destes instrumentos assenta em papel-e-lápis e provas de realização com materiais específicos. No entanto, têm surgido no mercado diversas ferramentas de avaliação das FE em formato digital, estando igualmente a emergir, agora, soluções que usam a RV. A RV é uma simulação tridimensional gerada por dispositivos como computadores, que através de imagens e sons, procura reproduzir a realidade (Atwal et al., 2014). Pode incluir estímulos táteis e olfativos, promovendo a memória do ambiente virtual (Buselli et al., 2023; Emmelkamp & Meyerbröker, 2021; Tan et al., 2024). A integração dos sistemas motor, visual e proprioceptivo aumenta a sensação de realismo (Borghetti et al., 2023; Tan et al., 2024). Esta tecnologia está dividida em duas categorias: sistemas imersivos, que fornecem uma experiência realista ao utilizador e não imersivos, como por exemplo ecrãs de computador, que fazem com que a pessoa não se sinta tão presente (Ahn & Siu, 2021; Ventura et al., 2019). No contexto imersivo, as imagens são renderizadas continuamente em relação à posição da cabeça e podem capturar, em alguns casos, movimentos do resto do corpo (p.e. membros superiores) que permitem assim, que os utilizadores explorem e interajam com objetos e avatares (agentes digitais) no espaço virtual (Bell et al., 2020). Esta tecnologia permite que os investigadores e técnicos clínicos observem e registem indivíduos em ambientes controlados e em tempo real (Bell et al., 2020).



Nos últimos anos, a RV tornou-se uma tecnologia mais viável e popular, muito associada à facilidade de utilização do equipamento (p.e. menor peso e acessibilidade), bem como aos dispositivos apresentarem cada vez mais preços acessíveis (Huang et al., 2022; Quero et al., 2014). No entanto, a disseminação na prática clínica ainda se apresenta escassa, principalmente nos critérios de avaliação (Meyerbröker & Morina, 2021), apesar dos investigadores relatarem benefícios significativos na utilização desta ferramenta, como método de intervenção, em comparação com metodologias tradicionais (Ventura et al., 2019).

No que se refere à RV como ferramenta de avaliação, oferece um elevado potencial, com uma alta validade ecológica e experiências da vida real em contextos seguros e controlados (Bell et al., 2020). Por outro prisma, alguns estudos identificam que, por vezes, os participantes podem sentir-se desconfortáveis em relação à utilização do aparelho, demonstrando tendências de evitação (Meyerbröker & Morina, 2021), podendo ainda afetar a relação terapêutica (Meyerbröker & Morina, 2021). No entanto, não foi ainda encontrada relação entre a utilização da RV e outras tecnologias como algo nocivo para a relação terapêutica, podendo por vezes, ser algo até favorável (Ngai et al., 2015; Wrzesien et al., 2013).

Associado às baixas barreiras tecnológicas e elementos lúdicos, em adolescentes presume-se que a RV tenha um alto potencial no processo de avaliação e intervenção nestas idades (Meyerbröker & Morina, 2021). Apesar disto, existe uma elevada escassez de pesquisas de alta qualidade sobre a eficácia desta tecnologia na infância e adolescência (Kothgassner & Felnhofner, 2020).

Apesar da confiança em diversos instrumentos de avaliação, existem diversas ameaças à fiabilidade e à validade (Myers & Winters, 2002). Ou seja, diferenças entre o contexto de avaliação, afetadas por múltiplas fontes, como local, ruídos e técnico, podem provocar um potencial viés na precisão dos resultados (Bell et al., 2020). Ainda, podemos olhar para os custos muitas vezes associados às baterias de avaliação e à dificuldade na sua localização e mobilidade (Bell et al., 2020). No entanto, outros estudos parecem confirmar que o uso da RV surge como uma ferramenta útil em vários outros aspetos, o que pode superar muitas dessas limitações (Juvrud et al., 2018; Parsons, 2015). A evidência indica que consistentemente indivíduos respondem a ambientes virtuais como se estivessem a vivenciar situações da vida real (Gorini et al., 2010; Slater et al., 1999). Por exemplo, já foi demonstrado por diversas equipas de investigação, que cenários reproduzidos na RV podem produzir mudanças fisiológicas com respostas emocionais como desejos, ansiedade e medo (Diemer et al., 2016; Freeman et al., 2003; Kuntze et al., 2001; J. H. Lee et al., 2003). Não obstante a pouca evidência desta tecnologia como ferramenta de



avaliação, pesquisas demonstram que avaliações baseadas em RV podem apresentar um desempenho comparável a avaliações convencionais (Rose et al., 2000).

De uma perspetiva geral, a redução gradual de custos para a produção dos aparelhos e programas, a capacidade de controlar e graduar o ambiente, obter resposta em tempo real, bem como a mobilidade e a padronização das avaliações, promovem um interesse crescendo na investigação desta tecnologia (Bell et al., 2020; Freeman et al., 2003; Juvrud et al., 2018; Kuntze et al., 2001; Myers & Winters, 2002; Parsons, 2015; Rose et al., 2000; Slater et al., 1999). No entanto, ainda existem poucos recursos deste tipo e ainda menos estudos que avaliam a eficácia dos cenários de RV na avaliação das competências cognitivas (Borghetti et al., 2023) bem como dos comprometimentos das FE (Qiu et al., 2023), sendo que a pouca evidência disponível aponta para que esta tecnologia pode ser utilizada para fins de avaliação (Borghetti et al., 2023; Cunha et al., 2023; Emmelkamp & Meyerbröker, 2021), sendo assim uma ferramenta válida para os terapeutas ocupacionais (Borghetti et al., 2023; Emmelkamp & Meyerbröker, 2021; Mc Kittrick et al., 2023; Tan et al., 2024).

Assim, o presente estudo tem como objetivo o estudo das propriedades psicométricas do Cogniclear VR como ferramenta de avaliação cognitiva das FE em crianças entre os 8 e os 14 anos de idade.

2. Métodos

2.1. Desenho do Estudo

O presente estudo caracteriza-se como misto sequencial exploratório (Creswell & Clark, 2011). De acordo com os autores Grand-Guillaume-Perrenoud et al. (2023), Koskey et al. (2018) e Newman et al. (2013), o estudo misto corresponde ao método mais eficaz para o desenvolvimento e validação de ferramentas de avaliação, uma vez que engloba a recolha, análise e integração de dados qualitativos e, simultaneamente, de dados quantitativos num único estudo. Segundo Creswell & Clark (2011), este estudo pode ainda classificar-se como sequencial exploratório, dado que se inicia por uma fase qualitativa, seguida de uma fase quantitativa, sendo que, após a concretização destas duas fases, ocorre a interpretação e discussão dos dados. Este estudo está atualmente na fase quantitativa, mais precisamente na fase de teste piloto (Koskey et al., 2018).

A Bateria de Avaliação Neuropsicológica de Coimbra foi aplicada por psicólogos clínicos da instituição.



2.2. Participantes

No presente estudo, realizou-se um processo de amostragem não probabilística por conveniência, dado que os participantes foram recrutados considerando a facilidade de acesso por parte dos investigadores, tendo em consideração os fatores de inclusão e exclusão (Wu Suen et al., 2014).

Os critérios de inclusão estabelecidos foram: (1) Idade compreendida entre os 8 e os 14 anos, devido à pouca evidência científica nesta faixa etária, bem como à maior facilidade de utilização dos óculos de RV; (2) Capacidade de leitura em português. Foi ainda selecionado um grupo de crianças com perturbação de desenvolvimento que, para além dos critérios de inclusão já descritos, tinham ainda de apresentar (3) Défices nas FE segundo a Bateria de Avaliação Neuropsicológica de Coimbra (BANC). No que concerne aos critérios de exclusão, definiu-se: (1) Défices auditivos e/ou visuais severos; (2) Défices motores que incapacitem a utilização dos comandos dos óculos de RV (Meta Quest2); (3) Défices cognitivos severos; (4) Episódios/crises de epilepsia não controladas, dado que, na grande maioria dos estudos com RV, pessoas que padecem desta patologia são excluídas pelo facto do alto risco de crises fotossensíveis.

A amostra sem perturbação de desenvolvimento foi recolhida, na sua grande maioria, entre um conjunto de crianças pertencentes a um centro de Atividades de Tempos Livres (ATL). Ademais, para completar a totalidade da amostra sem perturbação de desenvolvimento, foram também avaliadas crianças cujo contacto com os pais foi realizado por contacto telefónico. Todas as crianças pertencem à região norte de Portugal.

A amostra com défices nas FE foi selecionada entre as crianças que beneficiam de apoio clínico numa determinada instituição na região norte do país, mais propriamente no distrito de Braga. Das crianças e jovens que constituíram a população em estudo, uma vez que se encontravam inscritos na lista de clientes da referida clínica, 28 indivíduos cumpriam os critérios de elegibilidade. Contudo, apenas 12 seguiram para o estudo, uma vez que 16 dos possíveis participantes demonstraram dificuldades relativas à disponibilidade de horários dos cuidadores, interesse na participação no estudo e impossibilidade de contacto telefónico com os cuidadores.

Sendo assim, a amostra total apresentou 47 participantes, sendo 35 com um desenvolvimento normativo e 12 com perturbação do desenvolvimento.



2.3. Instrumentos

2.3.1. Questionário sociodemográfico da amostra

Na sessão inicial, cada participante foi questionado sobre a sua nacionalidade, localidade, idade, data de nascimento, qualificações académicas e número de vezes que tinha contactado com realidade virtual.

2.3.2. Bateria de Avaliação Neuropsicológica de Coimbra

A fim de determinar a presença de défices nas FE, as crianças foram avaliadas com recurso à versão portuguesa da BANC (Pereira & Moura, 2016). Este é um instrumento de aplicação individual, que fornece uma avaliação de um conjunto de funções neurocognitivas em crianças e adolescentes entre os cinco e os 15 anos de idade, tendo sido recorrentemente utilizado na população com perturbações do desenvolvimento, lesões ou disfunções cerebrais e perturbações do comportamento ou em risco social (Moura et al., 2023; Petrucci Albuquerque et al., 2011). Ademais, a BANC é a primeira e única bateria de avaliação neuropsicológica em Portugal para a idade pediátrica (Pereira & Moura, 2016).

Esta bateria inclui 15 testes que se encontram organizados numa estrutura de seis domínios e de três índices globais, avaliando memória, linguagem, atenção, funções executivas, orientação motricidade e lateralidade (Moura et al., 2023; Pereira & Moura, 2016; Petrucci Albuquerque et al., 2011). Na BANC as funções executivas são avaliadas através dos quatro seguintes testes: Fluência verbal; Trilhas; Cancelamento de Sinais; Torre (Moura et al., 2023). A aplicação total da bateria tem uma duração aproximada de 90 a 120 minutos, sendo que os testes podem ser aplicados individualmente de modo a avaliar especificamente alguma função cognitiva (Moura et al., 2023).

Das quatro provas para avaliar a atenção e funções executivas, segundo o manual da BANC cada uma avalia: fluência verbal, a iniciativa para a busca semântica, atenção e linguagem; torre, as competências de FE para a resolução de problemas e planeamento; cancelamento de sinais, atenção (visual seletiva e visual sustentada); trilhas, atenção visual sustentada, capacidade de exploração e sequenciação visuo-espacial e flexibilidade mental e capacidade para inibir respostas.

A BANC foi igualmente utilizada como medida de critério para a ferramenta em teste, uma vez que foram comparados os valores obtidos nesta escala com os valores obtidos no Cogniclear VR.

2.3.3. Cogniclear VR

O Cogniclear VR descreve-se como uma ferramenta inovadora de avaliação cognitiva (Cogniclear, 2025), desenvolvida pela empresa Virtuleap. Esta aplicação fornece uma avaliação cognitiva breve,



imersiva, autodidata, com recurso a óculos de RV e dois comandos (*Cogniclear, 2025; Cogniclear VR, 2025*). Nesta aplicação, são utilizados 14 exercícios, com o intuito de avaliar oito categorias cognitivas distintas: resolução de problemas, atenção, flexibilidade cognitiva, localização temporal, memória, raciocínio abstrato, competências visuoespaciais e controlo motor (Tabela 2) (*Cogniclear, 2025*).

Dado que foi inicialmente concebido para pessoas com défice cognitivo ligeiro, este conjunto de exercícios é baseado em testes como o Mini-Mental State Examination (MMSE) e o Montreal Cognitive Assessment (MoCA) (*Virtuleap Lança Cogniclear VR No Web Summit, 2025*). Como *output*, fornece aos profissionais de saúde um relatório abrangente que elimina a interpretação subjetiva, oferecendo assim uma visão mais clara e objetiva da função cognitiva de cada indivíduo (*Virtuleap Lança Cogniclear VR No Web Summit, 2025*).

A avaliação inicia-se com um tutorial que enquadra tarefas explicativas para cada exercício, onde o participante tem de realizar ações semelhantes à que irá encontrar em cada momento de avaliação, de modo a garantir uma interação adequada com o dispositivo e a compreensão do objetivo de cada tarefa. O programa está projetado para assegurar interações simples e autodidatas de tarefas como tocar, agarrar e mover objetos.

Durante toda a avaliação, o utilizador é acompanhado por um robô que fala na língua previamente selecionada (neste caso português europeu), que fornece orientação constante sobre o objetivo do exercício, bem como a interação com o ambiente, sendo assim um protocolo padronizado onde o investigador não comunica com o participante.

No final do jogo, é gerado um documento com todas as informações de desempenho do participante, com as respetivas pontuações para cada categoria. Estes valores variam de 0 a 100 pontos. Quanto maior o valor, melhor o desempenho na tarefa.

Tabela 2. Exercícios incluídos no programa (*Cogniclear VR*), de acordo com a classificação do fabricante

Categoria Cognitiva	Descrição da tarefa
Orientação temporal	Inserir a data atual.
Raciocínio da linguagem	Executar três ações sequenciais; Tocar em objetos quando nomeados.
Raciocínio abstrato	Classificar objetos de acordo com a sua categoria.
Orientação visuo-espacial	Reproduzir uma figura em preto e branco.



Atenção	Inserir uma data calculada; Observar e repetir a sequência de objetos realçados; Observar e repetir a sequência de objetos na ordem inversa em que foram destacados; Tocar num objeto apenas quando este aparece; Executar subtrações.
Competências motoras	Usar um dispositivo para seguir as linhas que aparecem no ambiente.
Memória	Memorizar um grupo de objetos e identificar imediatamente; Relembrar passado alguns exercícios os objetos memorizados.
Flexibilidade cognitiva	Selecionar objetos por ordem crescente alterando entre números e letras.

2.4. Procedimentos

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Escola Superior de Saúde do P.Porto (E2S), sob o número CE0109C/2022. O contacto inicial com a coordenação da clínica onde foi realizado o estudo foi feito presencialmente, tendo-se aguardado posteriormente a devida aprovação por parte da instituição. De seguida, foi contactada a equipa de psicólogos(as) com crianças dentro do espectro de idades do estudo (8-14 anos), por meio de correspondência eletrónica, na qual foram apresentados o objetivo do estudo e os critérios de inclusão e exclusão, de forma que identificassem as crianças que se encaixavam nos critérios de elegibilidade definidos. Esta recolha foi realizada entre o dia 11 e o dia 30 de junho de 2025.

Após a sinalização dos possíveis participantes, com desempenho normativo e perturbação de desenvolvimento, foi dado início ao processo de marcação de uma sessão, conveniente para ambas as partes, para realizar as recolhas. Para este agendamento, foram contactados todos os cuidadores, a quem foi explicado o objetivo do estudo e de quem se obtiveram os consentimentos informados de acordo com a Declaração de Helsínquia, transmitindo as informações necessárias e assegurando a confidencialidade e o anonimato dos dados. Todas as sessões foram realizadas no mês de julho de 2025.

As avaliações foram aplicadas aos participantes (de forma individual) por dois investigadores. Previamente ao início da avaliação, a cada participante, de forma padronizada, era dada uma breve explicação da utilização do equipamento (Meta Quest 2). Em momento algum, os investigadores comunicaram com o participante após o início até ao final da avaliação. Durante a avaliação, os investigadores, através do Meta Horizon, visualizavam o desempenho do participante no jogo. No final, os participantes eram questionados sobre a presença ou ausência de tonturas/vertigens.



Todas as sessões foram realizadas, numa sala isolada e individual, ausente de qualquer estímulo externo e com iluminação artificial constante, de modo a garantir a eficácia da RV (Shahid et al., 2024). O participante encontrava-se sentado numa cadeira, sem qualquer objeto próximo que pudesse limitar os seus movimentos. As sessões tiveram uma duração média de 45 minutos, com todos os procedimentos previamente descritos; contudo, a média de tempo dos participantes no Cogniclear VR foi de 24 minutos.

De modo a garantir a proteção dos dados de cada participante, os ficheiros com as informações pessoais foram armazenados em formato digital, com acesso restrito apenas aos investigadores.

2.5. Análise estatística

A análise estatística dos dados recolhidos foi realizada *no Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, versão 29.0.2 (IBM Corp, 2025), adotando-se um nível de significância de 0,05. Numa primeira etapa, procedeu-se à análise descritiva dos dados sociodemográficos, permitindo caracterizar a amostra em termos de idade, sexo, escolaridade e experiência prévia em realidade virtual (Descriptive Statistics, 2023). Posteriormente, foi efetuada a análise descritiva das provas do *Cogniclear VR*, recorrendo a medidas de tendência central e de dispersão (médias, desvios-padrão, mínimos e máximos), bem como à análise da curtose e assimetria (Descriptive Statistics, 2023). Ademais, foi avaliada a consistência interna que se refere ao grau em que os itens de um instrumento avaliam de forma homogénea o mesmo construto, sendo um indicador da sua fiabilidade. O coeficiente mais utilizado é o alfa de Cronbach, cujos valores variam entre 0 e 1 (Maroco & Garcia-Marques, 2013). De acordo com a literatura, valores abaixo de 0,60 são considerados insuficientes; entre 0,60 e 0,70 indicam fiabilidade questionável; entre 0,70 e 0,80 são aceitáveis; entre 0,80 e 0,90 revelam boa consistência; e acima de 0,90 podem sugerir redundância excessiva entre itens (Maroco & Garcia-Marques, 2013).

Para a validação, foram ainda consideradas diferentes dimensões: a validade de construto fatorial, avaliada por meio da análise fatorial exploratória; a validade discriminante, analisada pela comparação dos resultados entre crianças com desenvolvimento normativo e perturbação de desenvolvimento e a validade de critério preditiva, entendida como a capacidade do instrumento antecipar o desempenho noutra teste aplicado em momento distinto, neste caso a BANC, examinada através das correlações de Pearson entre o Cogniclear VR e a BANC (Bivariate Correlation, 2023). Estas análises não só permitiram confirmar a validade preditiva do instrumento, como também evidenciaram o impacto esperado do desenvolvimento etário nas competências cognitivas.

Por fim, foram conduzidas correlações de Pearson, com dois objetivos centrais: verificar a associação entre os resultados do Cogniclear VR e o desempenho no BANC (Bivariate Correlation, 2023).



Estas análises não só permitiram explorar a validade preditiva parcial do instrumento, como também evidenciaram o impacto esperado do desenvolvimento etário nas competências cognitivas.

3. Resultados

3.1. Característica da amostra

A amostra foi composta por 47 participantes, com idades compreendidas entre os 8 e os 14 anos ($M = 11,49$; $DP = 2,07$). Relativamente ao sexo, 30 participantes (63,8%) eram do sexo masculino e 17 (36,2%) do sexo feminino. No que respeita ao nível de escolaridade, 12 (25,5%) frequentavam o 1.º ciclo, 20 (42,6%) o 2.º ciclo e 15 (31,9%) o 3.º ciclo. Quanto à utilização prévia de realidade virtual, 28 participantes (59,6%) nunca tinham tido contacto prévio, enquanto 19 (40,4%) relataram já a ter utilizado uma vez. Do total da amostra, 35 participantes não apresentavam perturbações do desenvolvimento e 12 apresentavam diagnóstico associado a défices nas funções executivas, sendo estes últimos todos recrutados numa instituição clínica do distrito de Braga.

Tabela 3. Características Sociodemográficas da amostra

Variável	Total (N=47)	Desenvolvimento normativo (n=35)	Perturbação de desenvolvimento (n=12)
Idade	11,49 (2,07)	11,60 (2,12)	11,17 (1,98)
Sexo			
Feminino	17 (36,2%)	13 (37,1%)	4 (33,3%)
Masculino	30 (63,8%)	22 (62,9%)	8 (66,7%)
Escolaridade			
1º ciclo	12 (25,5%)	8 (22,9%)	4 (33,3%)
2º ciclo	20 (42,6%)	16 (45,7%)	4 (33,3%)
3º ciclo	15 (31,9%)	11 (31,4%)	4 (33,3%)
Utilização prévia RV			
Não	28 (59,6%)	20 (57,1%)	8 (66,7%)
Sim	19 (40,4%)	15 (42,9%)	4 (33,3%)

Nota 1. RV= realidade virtual

3.2. Análise descritiva dos itens do Cogniclear VR

A análise descritiva dos itens do Cogniclear VR evidenciou que, em dez das provas, os participantes percorreram toda a escala de valores, entre 0 e 100, o que demonstra uma grande heterogeneidade de



desempenho. Nas restantes tarefas, ainda que tenham sido atingidos os valores máximos, não se registaram pontuações nos níveis mais baixos; por exemplo, em “tocar em objetos quando nomeados” as pontuações variaram entre 42 e 100, e na prova de “memória imediata” entre 47 e 100. Entre todas as tarefas, a que apresentou a média mais baixa foi a de “executar subtrações”, com valores médios de 59,00 no grupo com desenvolvimento normativo e 27,50 no grupo com perturbação de desenvolvimento, ao passo que a pontuação mais elevada surgiu em “tocar num objeto apenas quando este aparece”, com médias de 97,34 e 89,00, respetivamente. Este contraste mostra que o instrumento integra tanto tarefas mais exigentes, capazes de diferenciar entre participantes, como provas em que o desempenho foi de forma geral mais uniforme e elevado. Quando comparados os grupos com e sem perturbações do desenvolvimento, verificou-se de forma consistente que o grupo com patologia obteve médias mais baixas em todas as provas. Relativamente às medidas de forma da distribuição, verificou-se que a maioria das tarefas apresentou valores de assimetria e curtose dentro dos intervalos considerados normais. Contudo, duas provas revelaram desvios mais acentuados: “tocar num objeto quando aparece” e “tocar em objetos quando nomeados”. Ambas apresentaram assimetria negativa pronunciada, indicando que a maioria dos participantes obteve pontuações elevadas, concentradas no lado direito da distribuição. Além disso, registaram valores de curtose extremamente elevados, sugerindo baixa dispersão em torno da média, mas com a presença de casos extremos (*outliers*) que se afastaram substancialmente do valor central. A distribuição detalhada dos valores encontra-se apresentada na Tabela 4.



Tabela 4. Análise Descritiva dos itens do Cogniclear VR

Variável	Desenvolvimento normativo (n=35)				Perturbação de desenvolvimento (n=12)			
	Média	Min-Max	Assimetria	Curtose	Média	Min-Max	Assimetria	Curtose
Inserir a data atual	78,20	40-100	-0,160	-0,779	40,58	0-77	-0,067	-1,227
Executar três ações sequenciais	64,80	22-100	-0,263	-0,825	46,00	0-100	0,718	-0,099
Tocar em objetos quando nomeados	94,29	42-100	-3,273	12,998	88,92	71-100	-0,411	-1,141
Classificar objetos por categoria	83,37	14-100	-1,277	1,346	70,58	15-100	-0,561	-0,899
Reproduzir uma figura em preto e branco	57,54	24-100	1,026	0,682	42,17	0-70	-1,220	3,518
Inserir uma data calculada	70,11	12-100	-0,618	-0,754	52,17	0-100	-0,522	-0,984
Repetir sequência de objetos	82,97	48-100	-0,582	-1,292	61,58	8-84	-1,540	1,901
Repetir sequência inversa	68,17	0-100	-0,881	0,484	55,08	20-100	0,348	0,496
Tocar num objeto quando aparece	97,34	48-100	-4,728	24,260	89,00	21-100	-2,753	7,895
Executar subtrações	59,00	0-100	-0,701	-0,818	27,50	0-68	0,197	-1,503
Seguir linhas com dispositivo	44,31	0-100	0,892	-0,411	26,00	11-35	-0,604	-1,619
Memorizar objetos (recordação imediata)	86,49	47-100	-0,958	-0,045	79,67	33-100	-0,867	-0,095
Relembrar objetos após intervalo	93,23	60-100	-1,489	1,115	80,33	33-100	-1,164	0,462
Alternância entre números e letras	85,23	22-100	-1,963	3,285	71,17	31-100	-0,676	-1,547



3.3. Consistência interna do *Cogniclear VR*

A consistência interna global do *Cogniclear VR* revelou-se adequada, apresentando um alfa de Cronbach de $\alpha = .824$, o que indica uma boa fiabilidade interna do instrumento. Analisando a correlação item–total corrigida, verificou-se que os valores variaram entre .282 (Executar três ações sequenciais) e .616 (Executar subtrações). Estes resultados sugerem que, à exceção do item “Executar três ações sequenciais”, os itens apresentam correlações aceitáveis com a escala total, contribuindo positivamente para a consistência interna (Maroco & Garcia-Marques, 2013). Quando analisado o impacto da exclusão de cada item no valor global do alfa de Cronbach, observou-se, novamente, que à exceção do item “Executar uma lista de três ações de forma sequencial”, cuja retirada faz subir o alfa para .828, nenhuma outra exclusão resultaria num aumento da consistência interna.

Tabela 5. Consistência interna do *Cogniclear VR* completa

Itens	Correlação item–total corrigida	Alfa se item for excluído
Inserir a data atual	0,555	0,806
Executar três ações sequenciais	0,282	0,828
Tocar em objetos quando nomeados	0,529	0,815
Classificar objetos por categoria	0,361	0,820
Reproduzir uma figura em preto e branco	0,553	0,808
Inserir uma data calculada	0,449	0,815
Repetir sequência de objetos	0,418	0,816
Repetir sequência inversa	0,475	0,812
Tocar num objeto quando aparece	0,475	0,815
Executar subtrações	0,616	0,801
Seguir linhas com dispositivo	0,444	0,814
Memorizar objetos (recordação imediata)	0,374	0,819
Relembrar objetos após intervalo	0,532	0,812
Alternância entre números e letras	0,580	0,804
Alfa de Cronbach global		0,824



3.4. Correlação entre a BANC e as provas do Cogniclear VR

As análises de correlação revelaram associações positivas entre o desempenho no BANC e o Cogniclear VR, uma vez que, quanto maior o score na BANC, maior o score no Cogniclear VR. Apesar de a correlação entre o *score* global do Cogniclear VR e o *score* global do BANC não ter atingido significância estatística ($r = .485$, $p = .110$), observaram-se correlações significativas nos domínios de memória ($r = .648$, $p = .023$), atenção ($r = .642$, $p = .024$) e linguagem ($r = .615$, $p = .033$) com a pontuação global da BANC.

Tabela 6. Correlação entre o BANC e as provas do Cogniclear VR

Variável (Cogniclear VR)	r (Pearson)	p
Score global	.485	.110
Atenção	.642*	.024
Linguagem	.615*	.033
Memória	.648*	.023

Nota 3. r = coeficiente de correlação de Pearson. Na tabela estão apenas apresentados os resultados significativos. $p < .05$.

4. Discussão

Os resultados deste estudo constituem uma primeira análise das propriedades psicométricas do Cogniclear VR, que mede as FE, em crianças com idades compreendidas entre os 8 e os 14 anos. Neste sentido, o presente estudo analisou três dimensões psicométricas centrais do Cogniclear VR: a fiabilidade, através da consistência interna, a validade de critério preditiva e a validade discriminante. Os principais resultados demonstraram uma consistência interna boa ($\alpha = .824$), correlações significativas com a BANC em domínios específicos – memória, atenção e linguagem – mas ausência de correlação nos *scores* globais, e diferenças consistentes entre grupos com desenvolvimento normativo e com perturbações do desenvolvimento. Mostrando que, na generalidade, todos os itens contribuíram para a avaliação do construto medido pelo instrumento (Maroco & Garcia-Marques, 2013). Este valor pode ser considerado robusto quando comparado com outros instrumentos clássicos de avaliação das FE já mencionados anteriormente. Por exemplo, no caso do Wisconsin Test, os estudos mostram resultados bastante diferentes (Kopp et al., 2021; Steinke et al., 2021). Em algumas versões tradicionais, a fiabilidade é apenas moderada (cerca de .30 a .70), mas em versões computadorizadas mais recentes já se encontram valores muito elevados (superiores a .90) (Kopp et al., 2021; Steinke et al., 2021). Esta discrepância está



relacionada com o tipo de estimativa utilizado e com o grau de padronização das versões digitais, que tendem a reduzir o erro do examinador e a variabilidade do procedimento. Assim, os valores muito elevados das versões computadorizadas refletem sobretudo consistência interna dentro da mesma aplicação, não sendo diretamente comparáveis à estabilidade temporal (Kopp et al., 2021; Steinke et al., 2021). Já no caso do *Trail Making Test* (Llinàs-Reglà et al., 2017), os coeficientes de consistência interna situam-se, nos estudos de validação encontrados, geralmente entre .70 e .77 (Smith et al., 2008), o que coloca o alfa do Cogniclear VR num patamar comparável ou superior. Este resultado pode ser explicado pelo facto de o *Trail Making Test* ser uma prova cronometrada que envolve simultaneamente várias competências (varrimento visual, velocidade visuomotora, atenção sustentada e flexibilidade cognitiva) o que diminui a homogeneidade entre itens e, conseqüentemente, tende a limitar a consistência interna (Llinàs-Reglà et al., 2017). Neste sentido, o Cogniclear VR utiliza tarefas padronizadas e pontuação em sistema automatizado que favorecem maior homogeneidade, podendo explicar assim a obtenção de um nível de fiabilidade global mais elevado.

Outros instrumentos como o *Iowa Gambling Task*, apresentam limitações reconhecidas no domínio da fiabilidade, com consistência interna frequentemente baixa ($< .60$) devido ao efeito de aprendizagem ao longo das tentativas (Garon & Longard, 2015). Outros testes, como o *Hayling Test* ou a *Tower of London*, embora úteis para avaliar inibição e planeamento, apresentam valores de fiabilidade aceitáveis, mas geralmente mais baixos (Anderson et al., 2002; Burgess & Shallice, 1996) e com um demorado tempo de aplicação. Comparativamente, o Cogniclear VR não só apresentou um alfa global superior, como ainda garantiu um tempo de aplicação significativamente reduzido (24 minutos), assegurando uma avaliação padronizada e multidimensional.

No que se refere à validade de critério, instrumentos com tarefas comportamentais como o *Delay of Gratification Task*, *Snack Delay* ou *Stranger-with-Toys* (Pauli-Pott et al., 2019; Slot et al., 2017; Talwar et al., 2011) oferecem elevada validade preditiva, mas apresentam fraca padronização e baixa consistência interna, pois baseiam-se em observações de uma única situação. Apesar de não se ter obtido um valor de validade preditiva estatisticamente significativo, resultados que podem ser explicados, em parte, pela dimensão reduzida da subamostra, grupo com patologia ($n = 12$), que limita o poder estatístico para detetar associações robustas (de Haas, 2018), o Cogniclear VR mostrou valores de correlações significativas entre o BANC e alguns domínios do Cogniclear VR, em particular memória, atenção e linguagem. Assim, não foi possível demonstrar convergência global, mas surgiram associações em provas parciais, sugerindo validade preditiva limitada a domínios específicos.



Assim, não foi possível demonstrar que o Cogniclear VR apresente associação significativa com a medida de critério utilizada no seu resultado global, não se podendo afirmar que avalia o mesmo construto que a BANC. No entanto, a identificação de correlações significativas em provas parciais sugere convergência ao nível de processos centrais como memória, atenção e linguagem. Este padrão pode significar que a BANC coloca maior ênfase nestes componentes, o que facilita a convergência com as tarefas correspondentes do Cogniclear VR. Em alternativa, poderá indicar que o Cogniclear VR apresenta uma maior abrangência na avaliação de diferentes construtos, o que explica porque a convergência surge em domínios específicos, mas não no *score* global.

A validade discriminante foi também sustentada, uma vez que os valores obtidos pelos participantes com e sem perturbações do desenvolvimento foram estatisticamente diferentes em vários domínios. Estes resultados demonstram a robustez do Cogniclear VR como instrumento de avaliação, ao evidenciar sensibilidade para distinguir de forma consistente diferentes perfis de desempenho cognitivo. Para além desta robustez psicométrica, importa considerar a forma como as provas são apresentadas em contexto de RV, o que potencia o envolvimento ativo da criança e reduz fatores de distração ou desmotivação frequentemente associados às avaliações tradicionais (Makransky et al., 2019). Assim, a utilização da RV não só facilita a adesão, mas também pode contribuir para que o desempenho observado reflita de forma mais fiel as capacidades reais da criança (Borghetti et al., 2023).

De forma geral, os resultados obtidos estão em consonância com a literatura que aponta a RV como uma abordagem inovadora, com vantagens ao nível da padronização, validade ecológica e maior envolvimento dos participantes (Buselli et al., 2023; Meyerbröker & Morina, 2021; Ventura et al., 2019). Estudos prévios também têm demonstrado que o comportamento em ambientes virtuais tende a refletir padrões do mundo real, incluindo reações fisiológicas e emocionais (Rose et al., 2000), o que reforça o potencial da tecnologia para a prática clínica. Para além disto, na literatura, também conseguimos verificar que não só a motivação da criança é maior aquando da utilização da RV, mas que, o desempenho cognitivo pode melhorar, uma vez que apresenta maiores níveis de atenção e menor ansiedade durante o momento de avaliação (Makransky et al., 2019). No entanto, importa questionar se este aumento de motivação reflete apenas uma maior disponibilidade das crianças para participar na avaliação ou se influencia efetivamente o desempenho cognitivo obtido. Se os melhores resultados se explicarem apenas pelo carácter inovador e atrativo da RV, existe o risco de os dados não traduzirem de forma fiel as competências reais. Por outro lado, se a motivação acrescida permitir às crianças demonstrar as suas capacidades de forma mais consistente e menos condicionada pela ansiedade ou pela falta de atenção,



então será necessário compreender se a RV acrescenta apenas valor em termos de usabilidade, ou se contribui efetivamente para maior validade na avaliação das FE.

Neste sentido, do ponto de vista da Terapia Ocupacional, a utilização do Cogniclear VR apresenta-se como um recurso inovador, uma vez que oferece atividades significativas e motivadoras para o indivíduo, enquanto garante dados objetivos para a avaliação através de relatórios imediatos. Esta tecnologia pode contribuir para ultrapassar algumas limitações associadas às avaliações tradicionais, como o tempo prolongado de aplicação, custos elevados e baixa motivação dos participantes (Ventura et al., 2019). No entanto, nesta fase, apesar de se revelar um instrumento promissor, o Cogniclear VR ainda não apresenta dados suficientemente robustos que permitam a sua utilização como medida de avaliação das FE em crianças. Esta limitação pode estar relacionada com a dimensão reduzida da amostra, pelo que será essencial a realização de estudos futuros com amostras maiores e mais diversificadas, de forma a explorar e consolidar as suas propriedades psicométricas (de Haas, 2018).

Apesar da relevância dos resultados, o presente estudo apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, o número reduzido de participantes ($n = 47$) não permite considerar este trabalho como uma validação adequada do Cogniclear VR, constituindo apenas uma análise preliminar. Em segundo lugar, foi utilizado um método de amostragem por conveniência, que pode ter introduzido enviesamentos na seleção dos participantes. Por último, registaram-se limitações técnicas associadas ao equipamento de RV, nomeadamente o peso (503 gramas) e a necessidade de ajuste frequente dos óculos, que por vezes condicionaram a realização das tarefas. Estes aspetos, já descritos em estudos prévios sobre usabilidade em populações pediátricas (Bernardelli et al., 2021; Herrera et al., 2025; Liu et al., 2024), devem ser considerados na interpretação dos resultados. Ainda assim, a maioria das crianças relatou elevados níveis de divertimento e envolvimento, o que pode ter favorecido a motivação e adesão às tarefas cognitivas (Lin et al., 2024; van de Wouw et al., 2024).

De forma geral, o Cogniclear VR conjuga múltiplas tarefas breves em diferentes domínios (atenção, memória, linguagem, flexibilidade), o que contribui para uma avaliação padronizada, multidimensional e com maior comparabilidade entre indivíduos. Neste contexto, o Cogniclear VR surge como uma ferramenta com potencial interesse para a avaliação das FE em idades compreendidas entre os 8 e os 14 anos, ainda que os resultados devam ser interpretados com cautela. As vantagens tecnológicas observadas, menor tempo de aplicação (24 minutos Cogniclear vs. 120 minutos BANC), maior motivação dos participantes e mobilidade do equipamento, vão ao encontro das limitações frequentemente apontadas aos instrumentos tradicionais (Mehsen et al., 2021).



5. Conclusão

O presente estudo teve como objetivo analisar a fiabilidade, a validade e a aplicabilidade clínica do Cogniclear VR na avaliação das funções executivas em crianças dos 8 aos 14 anos de idade. Os principais resultados evidenciaram uma fiabilidade interna adequada ($\alpha = .824$), validade discriminante sustentada e apenas validade preditiva parcial, uma vez que não se verificou associação significativa entre os *scores* globais do Cogniclear VR e da BANC, mas foram observadas correlações significativas em domínios específicos como memória, atenção e linguagem. Estes resultados devem ser entendidos como uma validação preliminar, que aponta para potencial utilidade do instrumento, mas que exige prudência na interpretação.

Do ponto de vista da Terapia Ocupacional, o Cogniclear VR mostra potencial como recurso inovador ao possibilitar uma avaliação realizada através de experiências mais próximas da vida real das crianças, que se tornam envolventes e motivadoras, através da gamificação, mas que ao mesmo tempo fornecem resultados claros, organizados e imediatos. As vantagens identificadas, como o tempo médio de aplicação reduzido, a maior mobilidade do equipamento, a possível graduação da atividade com a regulação de estímulos e o aumento da motivação das crianças, representam contributos relevantes para a prática clínica, podendo enriquecer a avaliação realizada pelo terapeuta ocupacional.

No futuro, será essencial desenvolver investigações com amostras maiores e mais diversificadas, recolher dados normativos por faixas etárias, níveis de escolaridade, patologias e implementar metodologias longitudinais. Estes passos permitirão consolidar a robustez psicométrica do Cogniclear VR e compreender melhor o seu papel na avaliação de diferentes populações pediátricas.

Em síntese, o Cogniclear VR demonstrou fiabilidade interna adequada e validade discriminante, mas apenas validade preditiva parcial. A sua utilidade reside no contributo complementar que pode oferecer às avaliações tradicionais, acrescentando valor ecológico e motivacional. Para que esta tecnologia seja integrada de forma consistente na prática clínica, serão necessários estudos subsequentes mais abrangentes que confirmem o seu potencial de aplicação para a Terapia Ocupacional.



Referências Bibliográficas

- Ahn, S.-N., & Siu, A. M. H. (2021). Combined effects of virtual reality and computer game-based cognitive therapy on the development of visual-motor integration in children with intellectual disabilities: A pilot study. *Occupational Therapy International*, 2021(1), 6696779. <https://doi.org/10.1155/2021/6696779>
- Anderson, V. A., 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*, 8(4), 231–240. <https://doi.org/10.1076/chin.8.4.231.13509>
- Atwal, A., Money, A., & Harvey, M. (2014). Occupational therapists' views on using a virtual reality interior design application within the pre-discharge home visit process. *Journal of Medical Internet Research*, 16(12), e283. <https://doi.org/10.2196/jmir.3723>
- Bao, R., Wade, L., Leahy, A. A., Owen, K. B., Hillman, C. H., Jaakkola, T., & Lubans, D. R. (2024). Associations between motor competence and executive functions in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 54(8), 2141–2163. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02040-1>
- Barbosa, T., Rodrigues, C. C., de Mello, C. B., E Silva, M. C. de S., & Bueno, O. F. A. (2019). Executive functions in children with dyslexia. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 77(4), 254–259. <https://doi.org/10.1590/0004-282x20190033>
- Bassett, H. H., Denham, S., Wyatt, T. M., & Warren-Khot, H. K. (2012). Refining the preschool self-regulation assessment for use in preschool classrooms. *Infant and Child Development*, 21(6), 596–616. <https://doi.org/10.1002/icd.1763>
- Beck, D. M., Schaefer, C., Pang, K., & Carlson, S. M. (2011). Executive function in preschool children: Test-retest reliability. *Journal of Cognition and Development*, 12(2), 169–193. <https://doi.org/10.1080/15248372.2011.563485>
- Bell, I. H., Nicholas, J., Alvarez-Jimenez, M., Thompson, A., & Valmaggia, L. (2020). Virtual reality as a clinical tool in mental health research and practice. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 22(2), 169–177. <https://doi.org/10.31887/dcns.2020.22.2/lvalmaggia>
- Bernardelli, G., Flori, V., Greci, L., Scaglione, A., & Zangiacomi, A. (2021). A virtual reality-based application for children with ADHD: Design and usability evaluation. In *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 12980. Human-computer interaction – INTERACT 2021* (pp. 363–375). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4_27



- Blair, C. (2016). Educating executive function. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 8(1–2), e1403. <https://doi.org/10.1002/wcs.1403>
- Borghetti, D., Zanobini, C., Natola, I., Ottino, S., Parenti, A., Brugada-Ramentol, V., Jalali, H., & Bozorgzadeh, A. (2023). Evaluating cognitive performance using virtual reality gamified exercises. *Frontiers in Virtual Reality*, 4, 1153145. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1153145>
- Burgess, P. W., & Shallice, T. (1996). Response suppression, initiation and strategy use following frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 34(4), 263–272. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00104-2](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00104-2)
- Buselli, R., Corsi, M., Veltri, A., Marino, R., Caldi, F., Del Guerra, P., Guglielmi, G., Tanca, C., Paoli, M., Calabretta, V. M., Perretta, S., Foddis, R., & Carrozzino, M. A. (2023). Comparison between standard expository cognitive behavioral therapy (CBT-E) and immersive virtual reality CBT (CBT-VR) for rehabilitation of patients affected by occupational stress disorders: Study protocol. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(9), 5735. <https://doi.org/10.3390/ijerph20095735>
- Calle Sandoval, D. A. (2017). Filogenia y desarrollo de funciones ejecutivas. *Psicogente*, 20(38), 368–381. <https://doi.org/10.17081/psico.20.38.2557>
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595–616. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_3
- Chi, S. A., Kim, S., & Kim, N. H. (2018). A study of school adjustment related variables of young children. *South African Journal of Education*, 38(2), 1–10. <https://doi.org/10.15700/saje.v38n2a1457>
- Chichinina, E., Gavrilova, M., & Drid, P. (2025). Executive function skills predict motor competence in preschool children. *BMC Pediatrics*, 25(1), 235. <https://doi.org/10.1186/s12887-025-05582-z>
- Cogniclear. (2025). <https://virtuleap.com/cogniclear>
- Cogniclear VR. (2025). <https://hub.virtuleap.com/roadmap/post/cogniclear-vr-utojHRhnEfWdkt6>
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. SAGE Publications. <https://books.google.pt/books?id=YcdIPWPJRbCC>
- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Executive functions. In M. J. Aminoff, F. Boller, & D. F. Swaab (Eds.), *Handbook of clinical neurology* (Vol. 163, pp. 197–219). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>



- Cuartas, J., Hanno, E., Lesaux, N. K., & Jones, S. M. (2022). Executive function, self-regulation skills, behaviors, and socioeconomic status in early childhood. *PLOS ONE*, *17*(11), e0277013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277013>
- Cunha, F., Campos, S., Simões-Silva, V., Brugada-Ramentol, V., Sá-Moura, B., Jalali, H., Bozorgzadeh, A., & Trigueiro, M. J. (2023). The effect of a virtual reality based intervention on processing speed and working memory in individuals with ADHD: A pilot study. *Frontiers in Virtual Reality*, *4*, 1108060. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1108060>
- de Haas, B. (2018). How to enhance the power to detect brain-behavior correlations with limited resources. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12*, 421. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00421>
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*, *71*(1), 44–56. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00117>
- Diamond, A. (2012). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, *64*, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. (2020). Executive functions. In M. J. Aminoff, F. Boller, & D. F. Swaab (Eds.), *Handbook of clinical neurology* (Vol. 173, pp. 225–240). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64150-2.00020-4>
- Diemer, J., Lohkamp, N., Mühlberger, A., & Zwanzger, P. (2016). Fear and physiological arousal during a virtual height challenge: Effects in patients with acrophobia and healthy controls. *Journal of Anxiety Disorders*, *37*, 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2015.10.007>
- Doebel, S. (2020). Rethinking executive function and its development. *Perspectives on Psychological Science*, *15*(4), 942–956. <https://doi.org/10.1177/1745691620904771>
- Eberhart, J., Paes, T. M., Ellefson, M. R., & Marcovitch, S. (2023). Executive functions and play. *Trends in Neuroscience and Education*, *30*, 100198. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2023.100198>
- Emmelkamp, P. M. G., & Meyerbröker, K. (2021). Virtual reality therapy in mental health. *Annual Review of Clinical Psychology*, *17*, 495–519. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-081219-115923>
- Fidler, D. J., & Lanfranchi, S. (2021). Executive function and intellectual disability: Innovations, methods, and treatment. *Journal of Intellectual Disability Research*, *66*(1–2), 1–18. <https://doi.org/10.1111/jir.12906>
- Freeman, D., Slater, M., Bebbington, P. E., Garety, P. A., Kuipers, E., Fowler, D., Met, A., Read, C. M., Jordan, J., & Vinayagamoorthy, V. (2003). Can virtual reality be used to investigate persecutory ideation?



Journal of Nervous and Mental Disease, 191(8), 509–514.

<https://doi.org/10.1097/01.nmd.0000082212.83842.fe>

- Garon, N., & Longard, J. (2015). Loss frequency versus long-term outcome in preschoolers' decision making on a child variant of the Iowa Gambling Task. *Applied Neuropsychology: Child*, 4(4), 221–229. <https://doi.org/10.1080/21622965.2013.856311>
- Gilboa, Y., & Helmer, A. (2020). Self-management intervention for attention and executive functions using equine-assisted occupational therapy among children aged 6–14 diagnosed with attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 26(3), 239–246. <https://doi.org/10.1089/acm.2019.0374>
- Gorini, A., Griez, E., Petrova, A., & Riva, G. (2010). Assessment of the emotional responses produced by exposure to real food, virtual food and photographs of food in patients affected by eating disorders. *Annals of General Psychiatry*, 9, 30. <https://doi.org/10.1186/1744-859x-9-30>
- Gowey, M., Redden, D., Lim, C., Janicke, D., & Dutton, G. (2020). Executive function phenotypes in pediatric obesity. *Pediatric Obesity*, 15(9), e12655. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12655>
- Grand-Guillaume-Perrenoud, J. A., Geese, F., Uhlmann, K., Blasimann, A., Wagner, F. L., Neubauer, F. B., Huwendiek, S., Hahn, S., & Schmitt, K. U. (2023). Mixed methods instrument validation: Evaluation procedures for practitioners developed from the validation of the Swiss Instrument for Evaluating Interprofessional Collaboration. *BMC Health Services Research*, 23(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s12913-023-09040-3>
- Groves, N. B., Wells, E. L., Soto, E. F., Marsh, C. L., Jaisle, E. M., Harvey, T. K., & Kofler, M. J. (2021). Executive functioning and emotion regulation in children with and without ADHD. *Research on Child and Adolescent Psychopathology*, 50(6), 721–732. <https://doi.org/10.1007/s10802-021-00883-0>
- Harvey, P. D. (2019). Domains of cognition and their assessment. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 21(3), 227–237. <https://doi.org/10.31887/dcns.2019.21.3/pharvey>
- Hennessy, A., Nichols, E. S., Al-Saoud, S., Brossard-Racine, M., & Duerden, E. G. (2024). Identifying cognitive profiles in children with neurodevelopmental disorders using online cognitive testing. *Clinical Child Psychology and Psychiatry*, 29(2), 591–603. <https://doi.org/10.1177/13591045241228889>
- Herrera, G., Vera, L., Pérez-Fuster, P., López-Fernández, A., López, Á., Savaş-Taşkesen, Ü., & Newbutt, N. (2025). Multisite usability and safety trial of an immersive virtual reality implementation of a work organization system for autistic learners: Implications for technology design. *Educational*



Technology Research and Development, 73(1), 541–565. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10422-5>

- Hirota, T., Bishop, S., Adachi, M., Shui, A., Takahashi, M., Mori, H., & Nakamura, K. (2021). Utilization of the maternal and child health handbook in early identification of autism spectrum disorder and other neurodevelopmental disorders. *Autism Research*, 14(3), 551–559. <https://doi.org/10.1002/aur.2442>
- 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
- Huang, Q., Lin, J., Han, R., Peng, C., & Huang, A. (2022). Using virtual reality exposure therapy in pain management: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Value in Health*, 25(2), 288–301. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2021.04.1285>
- IBM SPSS Software. (n.d.). IBM. Retrieved September 11, 2025, from <https://www.ibm.com/products/spss>
- IBM SPSS Statistics – IBM Documentation. (n.d.). IBM. Retrieved September 11, 2025, from <https://www.ibm.com/docs/en/spss-statistics/29.0.0>
- Imuta, K., Hayne, H., & Scarf, D. (2014). I want it all and I want it now: Delay of gratification in preschool children. *Developmental Psychobiology*, 56(7), 1541–1552. <https://doi.org/10.1002/dev.21249>
- Josman, N., & Meyer, S. (2019). Conceptualisation and use of executive functions in paediatrics: A scoping review of occupational therapy literature. *Australian Occupational Therapy Journal*, 66(1), 77–90. <https://doi.org/10.1111/1440-1630.12525>
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17(3), 213–233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Juvrud, J., Gredebäck, G., Åhs, F., Lerin, N., Nyström, P., Kastrati, G., & Rosén, J. (2018). The immersive virtual reality lab: Possibilities for remote experimental manipulations of autonomic activity on a large scale. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 305. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00305>
- Keller, A. S., Sydnor, V. J., Pines, A., Fair, D. A., Bassett, D. S., & Satterthwaite, T. D. (2022). Hierarchical functional system development supports executive function. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(2), 160–175. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.11.005>



- Kopp, B., Lange, F., & Steinke, A. (2021). The reliability of the Wisconsin Card Sorting Test in clinical practice. *Assessment, 28*(1), 248–263. <https://doi.org/10.1177/1073191119866257>
- Koskey, K. L. K., Sondergeld, T. A., Stewart, V. C., & Pugh, K. J. (2018). Applying the mixed methods instrument development and construct validation process: The transformative experience questionnaire. *Journal of Mixed Methods Research, 12*(1), 95–122. <https://doi.org/10.1177/1558689816633310>
- Kothgassner, O. D., & Felnhofer, A. (2020). Lack of research on efficacy of virtual reality exposure therapy (VRET) for anxiety disorders in children and adolescents: A systematic review. *Neuropsychiatrie, 35*(2), 68–80. <https://doi.org/10.1007/s40211-020-00349-7>
- Kuntze, M. F., Stoermer, R., Mager, R., Mueller-Spahn, F., Bullinger, A. H., & Roessler, A. (2001). Immersive virtual environments in cue exposure. *CyberPsychology & Behavior, 4*(4), 497–501. <https://doi.org/10.1089/109493101750527051>
- Kusi-Mensah, K., Nuamah, N. D., Wemakor, S., Agorinya, J., Seidu, R., Martyn-Dickens, C., & Bateman, A. (2021). Assessment tools for executive function and adaptive function following brain pathology among children in developing country contexts: A scoping review of current tools. *Neuropsychology Review, 32*(3), 459–475. <https://doi.org/10.1007/s11065-021-09529-w>
- Lachambre, C., Proteau-Lemieux, M., Lepage, J. F., Bussi eres, E. L., & Lipp e, S. (2021). Attentional and executive functions in children and adolescents with developmental coordination disorder and the influence of comorbid disorders: A systematic review of the literature. *PLOS ONE, 16*(6), e0252043. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252043>
- Lakicevic, N., Manojlovic, M., Chichinina, E., Drid, P., & Zinchenko, Y. (2025). Screen time exposure and executive functions in preschool children. *Scientific Reports, 15*(1), 1839. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79290-6>
- Larsen, B., & Luna, B. (2018). Adolescence as a neurobiological critical period for the development of higher-order cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 94*, 179–195. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.09.005>
- Lee, D., Boulton, K. A., Sun, C., Phillips, N. L., Munro, M., Kumfor, F., Demetriou, E. A., & Guastella, A. J. (2024). Attention and executive delays in early childhood: A meta-analysis of neurodevelopmental conditions. *Molecular Psychiatry, 30*(5), 1906–1917. <https://doi.org/10.1038/s41380-024-02802-3>
- Lee, J. H., Ku, J., Kim, K., Kim, B., Kim, I. Y., Yang, B. H., Kim, S. H., Wiederhold, B. K., Wiederhold, M. D., Park, D. W., Lim, Y., & Kim, S. I. (2003). Experimental application of virtual reality for nicotine craving



- through cue exposure. *CyberPsychology & Behavior*, 6(3), 275–280. <https://doi.org/10.1089/109493103322011560>
- Liang, X., Li, R., Wong, S. H. S., Sum, R. K. W., & Sit, C. H. P. (2021). The impact of exercise interventions concerning executive functions of children and adolescents with attention-deficit/hyperactive disorder: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1), 68. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01135-6>
- Lin, X. P., Li, B. Bin, Yao, Z. N., Yang, Z., & Zhang, M. (2024). The impact of virtual reality on student engagement in the classroom: A critical review of the literature. *Frontiers in Psychology*, 15, 1360574. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1360574>
- Liu, J., Serrano, T. R., Nguyen, T., Newcomer, C. A., Wagner, J. P., & Comulada, W. S. (2024). Evaluating the feasibility and acceptability of Surgery Prep, a virtual reality perioperative walkthrough designed to help pediatric patients psychologically prepare for surgery. *The Journal of Child Life: Psychosocial Theory and Practice*, 5(2), 2024. <https://doi.org/10.55591/001c.126782>
- Llinàs-Reglà, J., Vilalta-Franch, J., López-Pousa, S., Calvó-Perxas, L., Torrents Rodas, D., & Garre-Olmo, J. (2017). The Trail Making Test. *Assessment*, 24(2), 183–196. <https://doi.org/10.1177/1073191115602552>
- Lombard, M., Wetherill, L., Ivanovich, J., Hamby, D., & Neidlinger, T. (2024). Exploring genetic counselors' interest and role in transitional care discussions for pediatric patients with neurodevelopmental conditions. *Journal of Genetic Counseling*, 34(3), e1992. <https://doi.org/10.1002/jgc4.1992>
- Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A., Lazar, N. A., & Sweeney, J. A. (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development*, 75(5), 1357–1372. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00745.x>
- Luna, B., Marek, S., Larsen, B., Tervo-Clemmens, B., & Chahal, R. (2015). An integrative model of the maturation of cognitive control. *Annual Review of Neuroscience*, 38, 151–170. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071714-034054>
- Makransky, G., Borre-Gude, S., & Mayer, R. E. (2019). Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(6), 691–707. <https://doi.org/10.1111/jcal.12375>
- Maroco, J., & Garcia-Marques, T. (2013). Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? *Laboratório de Psicologia*, 4(1), 65–90. <https://doi.org/10.14417/lp.763>



- Martins, E. C., Mărcuş, O., Leal, J., & Visu-Petra, L. (2020). Assessing hot and cool executive functions in preschoolers: Affective flexibility predicts emotion regulation. *Early Child Development and Care*, *190*(11), 1667–1681. <https://doi.org/10.1080/03004430.2018.1545765>
- Mc Kittrick, A., Desselle, M. R., Padilha Lanari Bo, A., Zhang, B., Laracy, S., & Tornatore, G. (2023). Patient experience in adjunct controller-free hand tracking virtual reality tasks for upper-limb occupational therapy rehabilitation. *Journal of Patient Experience*, *10*, 23743735231211984. <https://doi.org/10.1177/23743735231211983>
- Mehsen, V., Morag, L., Chesta, S., Cleaton, K., & Burgos, H. (2021). Hot executive function assessment instruments in preschool children: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(1), 95. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010095>
- Meyerbröker, K., & Morina, N. (2021). The use of virtual reality in assessment and treatment of anxiety and related disorders. *Clinical Psychology & Psychotherapy*, *28*(3), 466–479. <https://doi.org/10.1002/cpp.2623>
- Miller, S. E., Galvagno, L. G., & Elgier, Á. (2023). Universality and context-specificity in early executive function development. *Infant Behavior and Development*, *71*, 101841. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2023.101841>
- Montroy, J. J., Merz, E. C., Williams, J. M., Landry, S. H., Johnson, U. Y., Zucker, T. A., Assel, M., Taylor, H. B., Lonigan, C. J., Phillips, B. M., Clancy-Menchetti, J., Barnes, M. A., Eisenberg, N., Spinrad, T., Valiente, C., de Villiers, J., & de Villiers, P. (2019). Hot and cool dimensionality of executive function: Model invariance across age and maternal education in preschool children. *Early Childhood Research Quarterly*, *49*, 188–201. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2019.06.011>
- Moore, T. M., Reise, S. P., Gur, R. E., Hakonarson, H., & Gur, R. C. (2014). Psychometric properties of the Penn Computerized Neurocognitive Battery. *Neuropsychology*, *29*(2), 235–246. <https://doi.org/10.1037/neu0000093>
- Moura, O., Pereira, M., Albuquerque, C. P., Pinho, M. S., Vilar, M., Lopes, A. F., Alberto, I., João, M., Santos, S., & Simões, M. R. (2023). BANC: Dados normativos através de análises de regressão para adolescentes de 16 e 17 anos de idade. *Revista de Investigação e Desenvolvimento em Educação e Psicologia*, *71*(1), 23–36. <https://doi.org/10.21865/RIDEP71.1.03>
- Myers, K., & Winters, N. C. (2002). Ten-year review of rating scales. I: Overview of scale functioning, psychometric properties, and selection. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *41*(2), 114–122. <https://doi.org/10.1097/00004583-200202000-00004>



- Newman, I., Lim, J., & Pineda, F. (2013). Content validity using a mixed methods approach. *Journal of Mixed Methods Research*, 7(3), 243–260. <https://doi.org/10.1177/1558689813476922>
- Ngai, I., Tully, E. C., & Anderson, P. L. (2015). The course of the working alliance during virtual reality and exposure group therapy for social anxiety disorder. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, 43(2), 167–181. <https://doi.org/10.1017/S135246581300088X>
- Parsons, T. D. (2015). Virtual reality for enhanced ecological validity and experimental control in the clinical, affective and social neurosciences. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 660. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00660>
- Pauli-Pott, U., Schloß, S., Heinzl-Gutenbrunner, M., & Becker, K. (2019). Multiple causal pathways in attention-deficit/hyperactivity disorder – Do emerging executive and motivational deviations precede symptom development? *Child Neuropsychology*, 25(2), 179–197. <https://doi.org/10.1080/09297049.2017.1380177>
- Pereira, M., & Moura, O. (2016). A BANC na avaliação neuropsicológica de crianças e jovens com características de sobredotação. *Revista de Investigação e Desenvolvimento em Educação e Psicologia*, 29, 1–15. <https://www.researchgate.net/publication/314176660>
- Petrucci Albuquerque, C., Simões, M. R., & Martins, C. (2011). Testes de consciência fonológica da Bateria de Avaliação Neuropsicológica de Coimbra: Estudos de precisão e validade. *Revista de Investigação e Desenvolvimento em Educação e Psicologia*, 29, 45–60.
- Power, J., Watson, S., Chen, W., Lewis, A. J., van IJzendoorn, M. H., & Galbally, M. (2024). Maternal emotional availability and perinatal depressive symptoms as predictors of early childhood executive function. *Journal of Affective Disorders*, 365, 332–340. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.08.044>
- Qiu, H., Liang, X., Wang, P., Zhang, H., & Shum, D. H. K. (2023). Efficacy of non-pharmacological interventions on executive functions in children and adolescents with ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Asian Journal of Psychiatry*, 87, 103692. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2023.103692>
- Quach, A., Tervo-Clemmens, B., Foran, W., Calabro, F. J., Chung, T., Clark, D. B., & Luna, B. (2020). Adolescent development of inhibitory control and substance use vulnerability: A longitudinal neuroimaging study. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 42, 100771. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2020.100771>
- Quero, S., Pérez-Ara, M. Á., Bretón-López, J., García-Palacios, A., Baños, R. M., & Botella, C. (2014). Acceptability of virtual reality interoceptive exposure for the treatment of panic disorder with



- agoraphobia. *British Journal of Guidance & Counselling*, 42(2), 123–137. <https://doi.org/10.1080/03069885.2013.852159>
- Reimann, Z., Miller, J. R., Dahle, K. M., Hooper, A. P., Young, A. M., Goates, M. C., Magnusson, B. M., & Crandall, A. A. (2020). Executive functions and health behaviors associated with the leading causes of death in the United States: A systematic review. *Journal of Health Psychology*, 25(2), 186–196. <https://doi.org/10.1177/1359105318800829>
- Ribner, A., & Holmboe, K. (2024). Early executive function in context. *Infant Behavior and Development*, 75, 101948. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2024.101948>
- Rose, F. D., Attree, E. A., Brooks, B. M., Parslow, D. M., & Penn, P. R. (2000). Training in virtual environments: Transfer to real world tasks and equivalence to real task training. *Ergonomics*, 43(4), 494–511. <https://doi.org/10.1080/001401300184378>
- Sadozai, A. K., Sun, C., Demetriou, E. A., Lampit, A., Munro, M., Perry, N., Boulton, K. A., & Guastella, A. J. (2024). Executive function in children with neurodevelopmental conditions: A systematic review and meta-analysis. *Nature Human Behaviour*, 8(12), 2357–2369. <https://doi.org/10.1038/s41562-024-02000-9>
- Salehinejad, M. A., Ghanavati, E., Rashid, M. H. A., & Nitsche, M. A. (2021). Hot and cold executive functions in the brain: A prefrontal-cingular network. *Brain and Neuroscience Advances*, 5, 23982128211007770. <https://doi.org/10.1177/23982128211007769>
- Sawyer, S. M., Azzopardi, P. S., Wickremarathne, D., & Patton, G. C. (2018). The age of adolescence. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 2(3), 223–228. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(18\)30022-1](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(18)30022-1)
- Shahid, S., Kelson, J., & Saliba, A. (2024). Effectiveness and user experience of virtual reality for social anxiety disorder: Systematic review. *JMIR Mental Health*, 11(1), e48916. <https://doi.org/10.2196/48916>
- Slater, M., Pertaub, D. P., & Steed, A. (1999). Public speaking in virtual reality: Facing an audience of avatars. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 19(2), 6–9. <https://doi.org/10.1109/38.749116>
- 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), e2038. <https://doi.org/10.1002/icd.2038>



- Smith, S. R., Servesco, A. M., Edwards, J. W., Rahban, R., Barazani, S., Nowinski, L. A., Little, J. A., Blazer, A. L., & Green, J. G. (2008). Exploring the validity of the comprehensive trail making test. *The Clinical Neuropsychologist*, *22*(3), 507–518. <https://doi.org/10.1080/13854040701399269>
- Steinke, A., Kopp, B., & Lange, F. (2021). The Wisconsin Card Sorting Test: Split-half reliability estimates for a self-administered computerized variant. *Brain Sciences*, *11*(5), 529. <https://doi.org/10.3390/brainsci11050529>
- Talwar, V., Carlson, S. M., & Lee, K. (2011). Effects of a punitive environment on children's executive functioning: A natural experiment. *Social Development*, *20*(4), 805–824. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9507.2011.00617.x>
- Tan, Y. L., Chang, V. Y. X., Ang, W. H. D., Ang, W. W., & Lau, Y. (2024). Virtual reality exposure therapy for social anxiety disorders: A meta-analysis and meta-regression of randomized controlled trials. *Anxiety, Stress, & Coping*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/10615806.2024.2392195>
- Tervo-Clemmens, B., Calabro, F. J., Parr, A. C., Fedor, J., Foran, W., & Luna, B. (2023). A canonical trajectory of executive function maturation from adolescence to adulthood. *Nature Communications*, *14*(1), 6922. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42540-8>
- Townes, P., Liu, C., Panesar, P., Devoe, D., Lee, S. Y., Taylor, G., Arnold, P. D., Crosbie, J., & Schachar, R. (2023). Do ASD and ADHD have distinct executive function deficits? A systematic review and meta-analysis of direct comparison studies. *Journal of Attention Disorders*, *27*(14), 1571–1588. <https://doi.org/10.1177/10870547231190494>
- van de Wouw, C. L., Bousché, E., van Schooneveld, M. M. J., Breur, J. M. P., Nijenhuis, H. P., Huygelier, H., & Nijboer, T. C. W. (2024). Playing for cognition: Investigating the feasibility and user experience of a virtual reality serious game for cognitive assessment in children with congenital heart disease. *BMC Digital Health*, *2*(1), 75. <https://doi.org/10.1186/s44247-024-00075-y>
- Ventura, S., Brivio, E., Riva, G., & Baños, R. M. (2019). Immersive versus non-immersive experience: Exploring the feasibility of memory assessment through 360° technology. *Frontiers in Psychology*, *10*, 2509. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02509>
- Virtuleap lança Cogniclear VR no Web Summit. (2025, novembro). *Portugal Global*. <https://www.portugalglobal.pt/pt/noticias/2024/novembro/virtuleap-lanca-cogniclear-vr-no-web-summit/>



- Viterbori, P., Usai, M. C., Traverso, L., & De Franchis, V. (2015). How preschool executive functioning predicts several aspects of math achievement in Grades 1 and 3: A longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 140*, 38–55. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.06.014>
- Wilson, A. C. (2023). Cognitive profile in autism and ADHD: A meta-analysis of performance on the WAIS-IV and WISC-V. *Archives of Clinical Neuropsychology, 39*(4), 498–514. <https://doi.org/10.1093/arclin/acad073>
- Wrzesien, M., Bretón-López, J., Botella, C., Burkhardt, J. M., Alcañiz, M., Pérez-Ara, M. Á., & Del Amo, A. R. (2013). How technology influences the therapeutic process: Evaluation of the patient-therapist relationship in augmented reality exposure therapy and in vivo exposure therapy. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy, 41*(4), 505–509. <https://doi.org/10.1017/S1352465813000088>
- Wu Suen, L. J., Huang, H. M., & Lee, H. H. (2014). A comparison of convenience sampling and purposive sampling. *Journal of Nursing, 61*(3), 105–111. <https://doi.org/10.6224/JN.61.3.105>
- Yitik Tonkaz, G., & Çayır, A. (2024). Assessment of executive function skills in children with isolated growth hormone deficiency: A cross-sectional study. *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology, 16*(2), 177–186. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.galenos.2024.2023-10-6>

P. PORTO

ESCOLA
SUPERIOR
DE SAÚDE



M

MESTRADO

TERAPIA OCUPACIONAL